

# CINÉTICA RUMINAL DE FORRAGEIRAS TROPICAIS SUBMETIDAS OU NÃO A SISTEMA DE IRRIGAÇÃO<sup>1</sup>

V. S. OLIVEIRA<sup>2\*</sup>, J. A. S. MORAIS<sup>3</sup>, E. N. MUNIZ<sup>4</sup>, J. L. FAGUNDES<sup>3</sup>, I. G. S. LIMA<sup>3</sup>, J. S. SANTANA<sup>3</sup>, C. B. SANTOS<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Recebido em 04/07/2016. Aprovado em 29/08/2017.

<sup>2</sup>Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil.

<sup>3</sup>Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil.

<sup>4</sup>Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE, Brasil.

\*Autor correspondente: viny\_oliveira@yahoo.com.br

**RESUMO:** Avaliou-se a composição química e a cinética de fermentação ruminal de quatro espécies forrageiras submetidas ou não à irrigação. As espécies avaliadas foram *Urochloa brizantha* cv. MG5 (MG-5), *Andropogon gayanus* (Andropogon), *Urochloa humidicola* (Humidicola) e *Digitaria umfolozi* (*Digitaria umfolozi*). O experimento foi conduzido na fazenda experimental Campus Rural, São Cristóvão, SE. Observou-se diferença significativa ( $P < 0,0001$ ) nos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), carboidratos não fibrosos (CNF), hemicelulose, fibra em detergente ácido (FDA), celulose e lignina. O capim Andropogon apresentou maiores teores de MS, MO, PB, FDA e lignina. O capim MG-5 apresentou maiores teores de CNF e celulose. Observou-se diferença significativa ( $P = 0,0002$  e  $P = 0,0004$ ) na taxa de desaparecimento da MS e MO, respectivamente. Já, as espécies *D. umfolozi* e Humidicola apresentaram os maiores percentuais de desaparecimento da MS e MO, sendo que as forrageiras irrigadas foram maiores que as não irrigadas. Observou-se diferença significativa no volume acumulado de gás, onde os capins Andropogon e MG-5 apresentaram maiores valores que os demais. Também foi observada diferença significativa nos parâmetros fermentativos, sendo que o capim Andropogon apresentou menores volumes e taxas de produção de gás das frações de rápida e lenta degradação, bem como maior *lag time*. A irrigação não afeta os parâmetros fermentativos das forrageiras e reduz o teor de matéria seca e proteína bruta das mesmas. O capim Andropogon apresenta maior teor proteico e de lignina, e menor teor de carboidratos não fibrosos, o que resultou em redução dos parâmetros fermentativos e da produção de gás acumulada ao longo do tempo. O capim Humidicola apresenta maior volume de gás produzido, bem como, maior volume de gás oriundos das frações de alta e baixa degradabilidade, e as maiores taxas de produção de gás dessas frações.

Palavras-chave: *Andropogon gayanus*, degradação ruminal, *lag time*.

## RUMINAL KINETICS OF TROPICAL FORRAGES SUBMITTED OR NOT TO IRRIGATION

**ABSTRACT:** This study evaluated the chemical composition and kinetics of ruminal fermentation of four forage species submitted or not to irrigation. The species evaluated were *Urochloa brizantha* cv. MG5 (MG-5), *Andropogon gayanus* (Andropogon), *Urochloa humidicola* (Humidicola), and *Digitaria umfolozi*. The experiment was conducted on the Campus Rural experimental farm, São Cristóvão, SE. Significant differences ( $P < 0.0001$ ) were observed in the content of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), nonfibrous carbohydrates (NFC), hemicellulose, acid detergent fiber (ADF), cellulose, and lignin. Andropogon exhibited higher DM, OM, CP, ADF and lignin concentrations. NFC and cellulose content was higher in MG-5 grass. A significant difference ( $P = 0.0002$  and  $P = 0.0004$ ) was observed in the rate of DM and OM disappearance, respectively. These rates were higher in *D. umfolozi* and Humidicola, as well as in irrigated versus non-irrigated forages. There was a significant difference in cumulative gas volume which was higher in Andropogon and MG-5 compared to the other forages. Significant differences were also found in the fermentation parameters, with Andropogon grass exhibiting a lower volume and

rate of gas production from the fractions of fast and slow digestion, as well as a higher lag time. Irrigation does not affect the fermentation parameters of forages and reduces their DM and CP content. The higher protein and lignin content and lower NFC content observed in *Andropogon* reduced fermentation parameters and cumulative gas production over time. *Humidicola* exhibits a higher volume of gas produced, as well as a higher gas volume from the faster- and slower-digesting fractions and the highest gas production from these fractions

Keywords: *Andropogon gayanus*, ruminal degradation, lag time.

## INTRODUÇÃO

A principal fonte de alimento para os rebanhos no Nordeste brasileiro é o pasto, no entanto, a produção de plantas forrageiras na região é efêmera ficando limitada praticamente ao período chuvoso (MATEUS *et al.*, 2013). No período seco do ano a produção de pasto é reduzida em todo território brasileiro, no entanto, na região nordestina a situação se agrava devido ao prolongado período de seca, gerando grande entrave a produção animal em pastagem nessa região.

Como alternativa para se tentar amenizar os efeitos da irregularidade na distribuição das chuvas na região nordestina, é necessário o estudo de novos sistemas de produção. Esses sistemas devem aliar escolha de espécies forrageiras que melhor se adaptem as condições edafoclimáticas da região, bem como o uso de tecnologias que visem solucionar a irregularidade na distribuição das chuvas ao longo do ano. Nesse sentido, a irrigação de pastagem surge como uma opção para que se possa suprir o déficit hídrico durante o período seco.

Na região Nordeste predominam pastagens nativas em relação às cultivadas, nos sistemas de produção em pasto (GIULIETTI *et al.*, 2004). Dentre as pastagens cultivadas a prevalência das espécies vindas da África, por apresentarem maior adaptação à seca, como *Urochloa*, *Cynodon dactylon*, *Cenchrus ciliaris* L. e em menor uso *Andropogon* (CÂNDIDO *et al.* 2005). Em locais sujeitos a alagamento são utilizadas as espécies de *Urochloa humidicola*, *Urochloa mutica* e *Urochloa arrecta* (CÂNDIDO *et al.*, 2005).

No entanto, há carência de estudos que avaliem a introdução de cultivares que apresentem maior potencial produtivo aliado à utilização da irrigação na região Nordeste. Bem como a insuficiência de estudos sobre a qualidade nutricional e cinética de fermentação ruminal, de diferentes espécies forrageiras no Nordeste.

O estudo da cinética de fermentação ruminal

permite conhecer o valor nutricional de forragens (ALMEIDA *et al.*, 2015), possuindo alta correlação entre o consumo e a digestibilidade *in vivo* (ORSKOV, 2002). Além de que, a técnica de produção de gás *in vitro* simula o ambiente ruminal (THEODOROU, 1994), permitindo estudar os parâmetros cinéticos das frações que constituem os alimentos, refletindo a velocidade à qual os componentes são fermentados pelos microrganismos ruminais e a extensão da fermentação (CABRAL *et al.*, 2002).

Com base no exposto acima o objetivo do presente trabalho é avaliar a composição química e produção de gás *in vitro* de diferentes espécies forrageiras submetidas ou não a irrigação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de outubro de 2012 a agosto de 2013, na fazenda experimental Campus Rural e no Laboratório de Nutrição Animal pertencentes a Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE. A região onde está localizado o Campus Rural, onde as forrageiras foram implantadas, apresenta precipitação média anual de 1.300 mm, temperatura média de 25,5 °C e umidade relativa do ar média de 75%, com período chuvoso concentrado entre os meses de abril e agosto. O solo local é um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico Arênico Tb.

Foram utilizadas quatro espécies forrageiras (*Urochloa brizantha* cv. MG5, *Andropogon gayanus*, *Urochloa humidicola* e *Digitaria umfolozi*) submetidas ou não à irrigação, com quatro repetições. O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos ao acaso em esquema fatorial 4 x 2, sendo quatro espécies forrageiras e dois níveis de irrigação (com e sem irrigação).

Na área experimental, cada espécie forrageira estava cultivada em quatro diferentes canteiros de 4 m<sup>2</sup> (2 x 2 m), com área útil de coleta de 2,0 m<sup>2</sup>. Para iniciar a avaliação da produção de forragem foi realizada adubação de correção, com base na análise de solo realizada pelo Instituto de Pesquisa

e Tecnologia de Sergipe (ITPS). Foram utilizados 50 kg/ha de N, 150 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 80 kg/ha de K<sub>2</sub>O em uma única dose. Foi realizado corte de uniformização nas parcelas experimentais.

O sistema de irrigação foi determinado com base na capacidade de retenção de água do solo, e para isso foram retiradas 16 amostras de solo. Com base na análise da capacidade de retenção de água do solo, foi determinado o turno de rega de acordo com metodologia descrita por ALENCAR *et al.* (2009).

Foram realizados dois cortes em cada canteiro em uma área de 0,16 m<sup>2</sup>, rente ao solo com intervalo de 45 dias entre cada corte, nos meses de dezembro de 2012 e janeiro de 2013. As amostras de forragem colhidas foram subdivididas nos componentes morfológicos, lâmina foliar (LF) verde, colmo verde e material morto. As lâminas foliares foram analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e matéria orgânica (MO) de acordo com metodologia descrita por AOAC (1990). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram analisados de acordo com metodologia proposta por VAN SOEST *et al.* (1991). Para determinação da lignina (LDA) foi usada metodologia descrita por VAN SOEST (1967), utilizando ácido sulfúrico a 72%.

As amostras de lâminas foliares foram analisadas quanto a produção de gás *in vitro* semiautomática de acordo com metodologia descrita por THEODOROU *et al.* (1994). Para isso, após a secagem em estufa com circulação forçada de ar, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey com peneira com crivos de 5 mm.

O líquido ruminal foi coletado de dois ovinos canulados no rúmen alimentados com gramínea fresca, de acordo com protocolo do comitê de ética 05/2013 CEPAP. O inóculo ruminal foi preparado pela mistura do líquido dos dois animais, durante o processo de preparo o líquido ruminal foi mantido fluxo constante de CO<sub>2</sub>. O líquido ruminal foi filtrado em uma gaze e acondicionado em garrafas térmicas pré-aquecidas com água a 38°C.

As amostras foram incubadas em frascos de vidro tipo penicilina com capacidade total de 100 mL. Cada frasco continha 670 mg de amostra (das diferentes gramíneas) em 67 mL de solução de incubação. A solução de incubação foi preparada como descrito por THEODOROU *et al.* (1994) utilizando-se cisteína-HCl como agente redutor (MOULD *et al.*, 2005).

À solução de incubação foram adicionados 20% de inóculo ruminal, sendo mantido fluxo constante de CO<sub>2</sub>, cada frasco foi inoculado manualmente

mediante a utilização de uma seringa graduada. Os frascos foram vedados com rolhas de borracha (14 mm), lacradas com lacre de alumínio e mantidos em banho-maria a 39°C. Foram realizadas duas séries de incubação com as amostras, sendo que em cada uma delas foram incubados em dois frascos por tratamento (espécie forrageira e nível de irrigação), além de outros quatro frascos contendo o meio de incubação sem amostra (brancos), resultando em 68 frascos por série de incubação.

As leituras de produção de gás foram obtidas a 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 19, 24, 30, 36, 48, 72 e 96 horas de incubação, registrando-se a pressão no interior do frasco com manômetro digital acoplado a uma válvula de três vias. Imediatamente após as leituras de pressão o volume do gás foi obtido por uma seringa graduada, acoplada a válvula, o êmbolo da seringa foi puxado até que a pressão do transdutor retornasse a zero.

Os dados de volume e pressão de gás foram tabulados para obtenção dos modelos estatísticos, linear, quadrático e cúbico, a fim de determinar a correlação entre volume de gás produzido e pressão de gás, os referidos modelos, e equações de regressões foram obtidas através do excel. O modelo considerado satisfatório foi aquele com maior valor de R<sup>2</sup>, utilizado para converter os valores de pressão no interior dos frascos em volume de gás em mL, sendo a equação de regressão cúbica a que apresentou o maior R<sup>2</sup> (0,9464).

A equação determinada foi:  $Y = -0,0782x^3 + 0,1348x^2 + 5,1282x - 0,3416$ ; onde Y é o volume final do gás em ml e X é a pressão do gás em psi nos respectivos tempos. A produção de gás em cada tempo foi corrigida para a produção de gás média obtida de frascos contendo o meio de incubação sem amostra. Os volumes médios de produção de gás para cada tratamento nos respectivos tempos de incubação foram ajustados ao modelo logístico bicompartimental  $VT = Vf1/(1+\exp(2-4*c1*(T-L))) + Vf2/(1+\exp(2-4*c2*(T-L)))$ . Sendo: VT = volume total de gases (ml/100 mg MS) acumulado no tempo T, Vf1 = volume de gás (ml) da fração de rápida digestão, c1 = taxa de degradação da fração de rápida digestão (1/h), L = lag time tempo de colonização da fibra (h), Vf2 = volume de gás (ml) da fração de lenta digestão, c2 = taxa de degradação da fração de lenta digestão (1/h).

Os parâmetros estimados pelo modelo matemático foram obtidos utilizando-se métodos iterativos não lineares. Os resultados foram ajustados por estimativas de quadrados mínimos, utilizando-se do método Marquardt, através do

procedimento PROC NLIN do pacote estatístico SAS (SAS, Inst., Inc., Cary, NC). Os parâmetros estimados pelo modelo matemático, de cada espécie forrageira irrigada ou não foram submetidos a análise de variância pelo do comando PROC GLM, e as médias comparadas através do Teste Student Newman Keuls (SNK) a 5% de significância pelo pacote estatístico do SAS (SAS University Edition, Inst., Inc., Cary, NC).

Após o tempo de incubação o conteúdo dos frascos foi filtrado em saquinhos de TNT, para determinar a desaparecimento da matéria seca (DesMS) após permanecerem 16 horas em estufa a 105°C. O DesMS foi obtido diferença entre o peso das amostras antes da incubação e o peso obtido por secagem a 105°C após as 96 h de incubação. O desaparecimento da matéria orgânica (DesMO), foi obtido pela diferença do resíduo (após 96 h) menos as cinzas a 500°C por 3 horas.

Foram realizadas também outras duas séries de incubação para determinar o pH e a concentração de N-amoniaco no meio incubado. O procedimento de incubação foi igual ao descrito anteriormente, porém foram incubados 6 frascos por tratamento. Do total de frascos, dois foram abertos quatro horas após a incubação, outros dois frascos após oito horas e outros dois frascos 12 horas após a incubação. Após aberto o frasco, o pH do meio foi imediatamente aferido através de um pHmetro digital.

De cada frasco aberto, foi amostrada uma alíquota do líquido que foi congelada para posterior determinação da concentração de nitrogênio

amoniaco. O nitrogênio amoniaco foi determinado pelo sistema micro-Kjeldahl, sem digestão ácida da amostra (2 mL de líquido ruminal + 13 mL de água destilada) e utilizando-se como base para destilação o hidróxido de potássio a 2N (5 mL).

O pH e N-amoniaco foram analisados em esquema fatorial 3 x 4 x 2, sendo três tempos de incubação, quatro espécies forrageiras e dois níveis de irrigação. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo comando PROC GLM e as médias comparadas pelo Teste Student Newman Keuls (SNK) a 5% de significância, analisados pelo pacote estatístico SAS (SAS, Inst. Inc. Cary, NC).

Os dados de composição química da lamina foliar, as taxas de desaparecimento da MS e MO e a produção acumulada de gás nos tempos de 2, 6, 8, 12, 19, 24, 30, 36, 48, 72 e 96 horas, foram submetidos à análise de variância através do comando PROC GLM e as médias comparadas pelo Teste SNK a 5% de significância, analisados pelo pacote estatístico SAS (SAS, Inst. Inc. Cary, NC).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se interação significativa ( $P < 0,0001$ ) para o teor de matéria seca na lâmina foliar (LF) entre as forrageiras e a irrigação (Tabela 1). Quando as forrageiras não foram irrigadas, o *Andropogon gayanus* (Andropogon) apresentou maior teor de MS (39,4%), seguido de 34,4% da *Digitaria umfolozi* (*D. umfolozi*), 32,5% do *Urochloa brizantha* cv. MG5 (MG-5) e por último 27,5% do *Urochloa humidicola* (Humidicola). Quando submetidos à irrigação o

**Tabela 1. Teor de matéria seca (MS, %), matéria orgânica (MO, %) e proteína bruta (PB, % da MS) da lâmina foliar de quatro espécies forrageiras submetidas ou não a irrigação**

	Irrigação	Espécies Forrageiras				Média	Pr>F
		<i>D. umfolozi</i>	Andropogon	Humidicola	MG-5		
MS	Sem	34,4 bA	39,4 aA	27,5 dA	32,5 cA	33,4	<0,0001
	Com	26,0 cB	33,0 aB	24,8 cB	28,2 bB		
Média		30,2	36,2	26,1	30,3		
MO	Sem	92,7	95,2	93,4	94,0	93,8 A	<0,0001
	Com	92,1	95,2	93,7	93,7		
Média		92,4 c	95,2 a	93,6 b	93,9 b		
PB	Sem	7,1 bA	8,1 aA	7,1 bA	7,3 bA	7,4	<0,0001
	Com	6,0 bB	8,2 aA	6,2 bB	5,2 cB		
Média		6,5	8,1	6,7	6,2		

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste SNK a 5% de significância.

capim *Andropogon* apresentou maior teor de MS na LF que as demais forrageiras (33,0%), sendo que o MG-5 foi maior que os capins *Humidicola* e *D. umfolozi*, apesar destes últimos não terem diferido entre si (28,2; 24,8 e 26,0%, respectivamente). Todas as forrageiras apresentaram em média maior teor de MS na LF quando não irrigadas (33,4%).

O fato das forrageiras não irrigadas apresentarem maiores teores de MS na LF pode ser explicado pela menor disponibilidade de água para ser absorvida no solo por essas forrageiras, o que reduz a quantidade de água nos tecidos da planta. ALENCAR et al. (2009) e MAGALHÃES et al. (2015), observaram comportamento semelhante ao referente estudo, encontrando menor teor de MS na LF de forrageiras submetidas a irrigação.

Observou-se diferença significativa ( $P < 0,0001$ ) no teor de MO entre as espécies forrageiras, entretanto, não foi observada diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para as plantas submetidas a irrigação e nem interação entre esses fatores (Tabela 1). Para o teor de PB na LF foi verificada interação significativa ( $P < 0,0001$ ) entre as forrageiras e a irrigação (Tabela 1). O capim *Andropogon* apresentou maior teor de PB na LF que as demais forrageiras, tanto quando irrigado como quando não irrigado (8,2 e 8,1%, respectivamente). Quando não irrigados os capins *D. umfolozi*, *Humidicola* e MG-5 não diferiram quanto ao teor de PB na LF (média de 7,2%), sendo que quando irrigados os capins *D. umfolozi* e *Humidicola* não diferiram entre si e foram maiores que o MG-5 (6,0; 6,2 e 5,2%, respectivamente).

A diminuição no teor de PB observada na maioria das forrageiras quando irrigadas era esperado, visto que, o processo de maturidade de plantas forrageiras é acelerado quando há maior disponibilidade de água (MAGALHÃES et al., 2015). Além de que, ocorre o efeito de diluição na

concentração de nitrogênio nos tecidos das plantas, devido ao aumento na sua produtividade (SOARES FILHO et al., 2002, CANO et al., 2004).

Diferença significativa ( $P = 0,0253$ ) foi observada nos teores de CNF e hemicelulose entre as espécies forrageiras, não foi verificada diferença para irrigação e nem interação entre esses fatores (Tabela 2). O capim MG-5 apresentou maior teor de CNF que as demais forrageiras (13,2%), sendo que essas não diferiram entre si. O capim *D. umfolozi* apresentou maior teor de hemicelulose (31,3%) que as demais forrageiras, sendo que, o capim *Humidicola* foi maior que o MG-5 e ambos não diferiram do *Andropogon* (26,7; 22,9 e 24,9%, respectivamente).

Os CNF apresentam alta solubilidade, estando prontamente disponíveis para fermentação ruminal (MUNIZ et al., 2011), portanto, o teor de CNF altera a taxa de degradação ruminal da planta forrageira. Dentre os carboidratos estruturais a hemicelulose é o que apresenta maior degradação ruminal, devido à disposição cruzada das ligações feitas entre as xiloglucanas e celulose (WAKABAYASHI, 2000), o que permite maior ataque dos microrganismos do rúmen.

Não foi observada diferença significativa ( $P = 0,3136$ ) para o teor de FDN na LF entre as forrageiras e irrigação (Tabela 2). Foi observada diferença significativa ( $P < 0,05$ ) nos teores de FDA, celulose e lignina na LF entre as espécies forrageiras, não sendo observado efeito da irrigação sobre esses componentes (Tabela 2). O capim *D. umfolozi* apresentou menor teor de FDA que os capins *Andropogon* e MG-5, sendo que nenhum destes diferiu do capim *Humidicola*. Para o teor de celulose o capim *D. umfolozi* foi menor que o MG-5, sendo que ambos não diferiram do *Andropogon* e *Humidicola*.

O fato do capim *D. umfolozi* apresentar os

**Tabela 2. Composição da parede celular da lamina foliar de quatro espécies forrageiras submetidas ou não a irrigação**

	Espécies Forrageiras				Irrigação		Pr>F
	<i>D. umfolozi</i>	<i>Andropogon</i>	<i>Humidicola</i>	MG-5	Sem	Com	
<sup>1</sup> CNF (% MS)	9,4 b	10,2 b	10,4 b	13,2 a	11,3 a	10,4 a	0,0253
<sup>2</sup> FDN (% MS)	75,0 a	75,5 a	75,4 a	73,6 a	74,7 a	75,0 a	0,3136
<sup>3</sup> Hem (% FDN)	31,3 a	24,9 bc	26,7 b	22,9 c	26,1 a	26,7 a	<0,0001
<sup>4</sup> FDA (% MS)	43,7 b	50,6 a	48,7 ab	50,7 a	48,6 a	48,3 a	<0,0001
Celulose (% FDN)	37,3 b	42,1 ab	42,9 ab	45,3 a	41,7 a	42,1 a	<0,0001
Lignina (% FDN)	6,4 b	8,5 a	5,8 c	5,4 c	6,9 a	6,1 a	<0,0001

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste SNK a 5% de significância.. <sup>1</sup>CNF: carboidratos não-fibrosos. <sup>2</sup>FDN: fibra em detergente neutro. <sup>3</sup>Hem: hemicelulose. <sup>4</sup>FDA: fibra em detergente ácido.

menores teores de FDA, celulose e lignina demonstra maior qualidade nutritiva dessa forrageira, visto que, estes componentes da fração fibrosa são menos digestíveis (REIS *et al.*, 2005), por se apresentarem como barreira mecânica ao ataque dos microrganismos.

Para os percentuais de desaparecimento da matéria seca (DesMS) e matéria orgânica (DesMO) houve diferença significativa ( $P=0,0002$ ) entre as espécies e os níveis de irrigação, não havendo interação entre esses fatores (Tabela 3). Os capins *D. umfolozi* e Humidicola apresentaram maior DesMS e DesMO que ( $P=0,0002$ ) os capins MG-5 e Andropogon, sendo que o MG-5 foi maior que o Andropogon. Em média todas as forrageiras apresentaram maior DesMS e DesMO quando submetidas à irrigação.

Estes resultados descritos acima evidenciam que a composição da parede celular da LF, apresentados na Tabela 2, influenciou na degradação das plantas forrageiras. Visto que, o capim Andropogon apresentou maior teor de FDA que a *D. umfolozi*, e maior teor de lignina que todas as outras forrageiras, consequentemente este capim teve as menores taxas de desaparecimento da MS e MO. Como visto na Tabela 1, as forrageiras apresentaram em média menor teor de MS quando irrigadas, isto pode ter influenciado na maior degradabilidade da MS e MO das plantas quando submetidas a irrigação, devido à idade fisiológica das gramíneas irrigadas.

Segundo ORSKOV e McDONALD (1979) valores de desaparecimento de 99,91; 64,64 e 53,72% são considerados de alta, média e baixa degradabilidade, respectivamente. Nesse sentido, todas as forrageiras apresentaram taxa de desaparecimento próxima da alta. Forrageiras tropicais normalmente apresentam baixa degradabilidade (GERDES *et al.*, 2000), devido principalmente ao elevado teor dos componentes da parede celular, como hemicelulose, celulose e lignina, e ao baixo teor dos compostos potencialmente digestíveis, como carboidratos não fibrosos, proteína, extrato etéreo,

vitaminas e minerais (REIS *et al.*, 2005). Sendo assim, os componentes da parede celular e os compostos potencialmente digestíveis das forrageiras avaliadas no presente estudo, apresentaram teores que não comprometeram a degradação ruminal destas plantas, o que pode ter sido influenciado pelas características do solo devido a adubação de correção realizada no início do experimento.

Para o volume de gás acumulado ao longo do tempo, foi observada diferença significativa ( $P<0,05$ ) entre as espécies forrageiras em todos os tempos de incubação, não sendo observado efeito da irrigação, nem interação entre esses fatores (Tabela 4). Os capins Humidicola e MG-5 apresentaram os maiores volumes de gás acumulado ao longo do tempo, sendo que o Andropogon teve a menor produção de gás acumulada.

Estes resultados evidenciam a composição da parede celular da LF, descrita na Tabela 2, pelo qual foi determinante na fermentação *in vitro* das forrageiras avaliadas. O capim MG-5 apresentou a maior atividade fermentativa nas duas primeiras horas, devido ao seu maior teor de CNF na LF. GIRALDO *et al.* (2006), avaliando a produção de gás *in vitro* de diferentes forrageiras, também observaram maiores taxas fermentativas nas primeiras horas de incubação nas plantas com maior teor de carboidratos solúveis.

As menores taxas de produção de gás acumulado apresentada pelo capim Andropogon, ocorreram devido a este capim apresentar o maior teor de lignina. Visto que, essa forrageira apresentou teor semelhante de FDA e celulose, no entanto, um teor de lignina 68,2% maior em média que as outras forrageiras. Corroborando com o que afirmam RODRIGUES JÚNIOR *et al.* (2015), que o aumento no teor de lignina resulta em menor digestibilidade dos alimentos, afetando sua qualidade nutritiva.

O capim Humidicola apresentou a maior produção de gás acumulado por grama de MO, tanto o irrigado quanto o não irrigado, sendo o Andropogon o que apresentou a menor produção (Figura 1).

**Tabela 3. Taxas de desaparecimento da lâmina foliar de quatro espécies forrageiras submetidas ou não a irrigação, após 96 h de incubação**

(%)	Espécies forrageiras				Irrigação		Pr>F
	<i>D. umfolozi</i>	Andropogon	Humidicola	MG-5	Sem	Com	
DesMS <sup>1</sup>	83,2 a	79,6 c	83,6 a	81,3b	81,3b	82,6a	0,0002
DesMO <sup>2</sup>	82,4 a	79,0 c	82,8 a	80,1b	80,5b	81,8a	0,0004

Médias seguidas de letras iguais, não diferem estatisticamente pelo teste SNK a 5% de significância. <sup>1</sup>DesMS: desaparecimento da matéria seca. <sup>2</sup>DesMO: desaparecimento da matéria orgânica.

Tabela 4. Volume acumulado de gás (mL) em diferentes tempos de incubação, de quatro espécies forrageiras, submetidas ou não a irrigação

Tempo (h)	Espécies forrageiras				Irrigação		
	<i>D. umfolozi</i>	Andropogon	Humidicola	MG-5	Sem	Com	Pr>F
2	2,2 b	2,0 b	2,3 b	2,6 a	2,2	2,3	0,0153
6	16,7 b	12,6 c	20,1 a	21,8 a	18,1	17,6	<0,0001
8	27,0 b	18,8 c	30,9 a	33,2 a	27,7	27,3	<0,0001
12	48,3 b	33,0 c	54,2 a	54,7 a	47,7	47,4	<0,0001
19	66,2 b	47,9 c	79,9 a	75,4 a	67,5	67,2	<0,0001
24	75,6 b	55,6 c	89,5a	95,2 a	79,1	78,9	<0,0001
30	84,2 b	63,7 c	109,5 a	102,5 a	90,4	89,6	<0,0001
36	91,4 b	70,6 c	122,4a	114,6 a	99,1	100,4	<0,0001
48	107,8 b	84,5 c	135,5 a	127,7 a	112,8	115,0	<0,0001
72	125,5 b	101,7 c	147,3 a	142,1 a	127,5	130,8	<0,0001
96	138,4 b	116,4 c	156,0 a	152,6 a	138,2	143,5	<0,0001

Médias seguidas de letras iguais, não diferem estatisticamente pelo Teste SNK a 5% de significância.

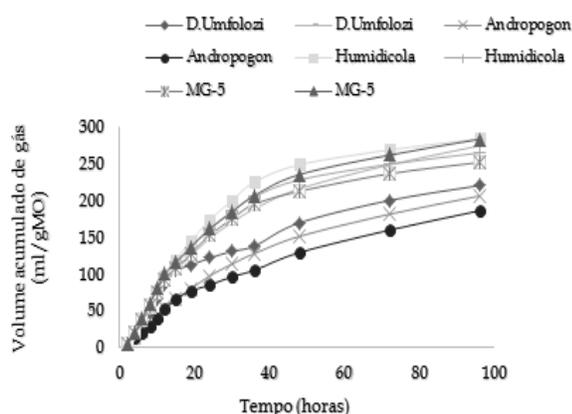


Figura 1. Produção de gás acumulado por grama de matéria orgânica de quatro forrageiras submetidas ou não a irrigação.

Observou-se diferença significativa ( $P < 0,0001$ ) nos parâmetros de fermentação ruminal estimados, entre as forrageiras (Tabela 5). Em relação à irrigação só foi observada diferença significativa ( $P < 0,0001$ ) para o tempo de colonização (L) e volume final de gás da fração de baixa solubilidade.

O capim Humidicola apresentou o maior volume total de gás produzido, sendo que o Andropogon foi o que apresentou o menor volume (151,0 e 112,3 mL, respectivamente). Ainda foi verificado que o capim Andropogon também foi o que apresentou

o menor volume de gás da fração de alta solubilidade (29,7 mL), bem como o maior tempo de colonização da fibra, *lag time* (6,88 h), além de apresentar menor volume de gás da fração de baixa solubilidade, e menor taxa de degradação desta fração, juntamente com o *D. umfolozi*.

O fato do capim Andropogon apresentar os menores parâmetros fermentativos ruminais, pode ser justificado pelo maior teor de lignina, e menor teor de CNF e hemicelulose apresentado por este capim (Tabela 2), uma vez que, os CNF e hemicelulose apresentam maiores taxas de degradação ruminal. No entanto, a lignina presente na parede celular vegetal se complexa aos carboidratos (principalmente a hemicelulose), através de ligações covalentes, formando uma barreira mecânica para os microrganismos ruminais, diminuindo a fermentação ruminal dos carboidratos. Isto também explica o porquê dos capins Humidicola e MG-5 apresentarem menor fase de latência, maiores produções de gás acumulada por g/MO, maior volume de gás total, maior volume e taxa de produção de gás das frações de rápida e lenta degradação. Pois, esses capins apresentaram menores teores de lignina e maiores teores de CNF e hemicelulose (Tabela 2).

Observou-se diferença significativa ( $P < 0,0001$ ) no teor de pH e N-amoniaco apenas entre os horários de avaliação (Tabela 6), que foram nos tempos de 12 h, em que foi verificado menor teor de N-amoniaco que os tempos de 4 e 8 h, sendo que ambos não

**Tabela 5. Estimativa dos parâmetros de fermentação ruminal obtidos pelo modelo bicompartimental de produção de gás *in vitro* de quatro espécies forrageiras submetidas ou não a irrigação**

	Espécies forrageiras				Irrigação		Pr>F
	<i>D. umfolozi</i>	Andropogon	Humidicola	MG-5	Sem	Com	
<sup>1</sup> Vt	135,3 c	112,3 d	151,0 a	147,4 b	133,2	139,8	<0,0001
<sup>2</sup> Vf1	45,7 a	29,7 b	47,2 a	45,4 a	42,0	42,0	<0,0001
<sup>3</sup> c1	0,1307 a	0,1163 a	0,1184 a	0,1306 a	0,1187	0,1293	0,0611
<sup>4</sup> L	6,04 b	6,88 a	5,72 b c	5,38 c	5,82	6,19	0,0005
<sup>5</sup> Vf2	91,8 b	85,9 b	104,0 a	102,4 a	92,7	99,3	0,0005
<sup>6</sup> c2	0,0164 c	0,0151 c	0,0241 a	0,0217 b	0,0193	0,0193	<0,0001

Médias seguidas de letras iguais, não diferem estatisticamente pelo Teste SNK a 5% de significância. <sup>1</sup>Vt: volume Total de gás (mL). <sup>2</sup>Vf1: volume de gás (mL) da fração de rápida digestão. <sup>3</sup>c1: taxa de degradação da fração de rápida digestão (1/h). <sup>4</sup>L: *Lag time* - tempo de colonização da fibra (h). <sup>5</sup>Vf2: volume de gás (mL) da fração de lenta digestão. <sup>6</sup>c2: taxa de degradação da fração de lenta digestão (1/h).

**Tabela 6. Valores de pH e concentração de N-amoniaco no inoculo ruminal *in vitro* de quatro espécies forrageiras submetidas a dois níveis de irrigação, avaliado em três tempos**

Tempo (h)	Espécies forrageiras				Médias	Irrigação		Pr>F
	<i>D. umfolozi</i>	Andropogon	Humidicola	MG-5		Sem	Com	
pH								
4	6,7	6,6	6,7	6,7	6,7 A			
8	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6 B			
12	6,4	6,5	6,5	6,5	6,5 C	6,6	6,6	<0,0001
Médias	6,6	6,6	6,6	6,6				
N-amoniaco (mg/dL)								
4	4,6	4,3	5,0	5,0	4,7 A			
8	4,3	4,7	5,5	5,1	4,9 A			
12	3,8	3,5	4,0	4,0	3,8 B	4,3	4,6	<0,0001
Médias	4,2	4,2	4,8	4,7				

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem estatisticamente pelo Teste SNK a 5% de significância.

diferiram entre si. Fato ocorrido possivelmente, pelo aumento da atividade fermentativa das forrageiras a partir das 12 h de incubação, como visto na Tabela 4, pois a partir desse horário ocorrem as maiores diferenças na produção de gás acumulado entre as forrageiras.

Apesar da variação observada no pH, entre os tempos de avaliação, este manteve-se dentro da faixa considerada ideal para desenvolvimento da microbiota ruminal, que segundo OLIVEIRA *et al.* (2007), varia de 5 a 7, com média de 6,8. Estes resultados são esperados, devido às forrageiras tropicais apresentarem maior poder tampão, por terem baixos teores de CNF, como observado na Tabela 2.

A quantidade de N-amoniaco no líquido ruminal é importante fator, para a síntese de proteína microbiana, visto que, os microrganismos ruminais o utilizam como fonte de N para sua síntese proteica (OLIVEIRA *et al.*, 2013). Para que a flora microbiana cresça adequadamente, a concentração N amoniaco no rúmen deve ser no mínimo de 5,0 mg/dL de fluido ruminal (SATTER e SLYTER, 1974). Nesse sentido, nenhuma das espécies forrageiras atingiu esse valor mínimo crítico, significando menor síntese de proteína microbiana.

## CONCLUSÃO

A irrigação não afeta os parâmetros fermentativos

das forrageiras e reduz o teor de matéria seca e proteína bruta das mesmas.

O capim *Andropogon* apresenta maior teor proteico e de lignina, e menor teor de carboidratos não fibrosos, o que resultou em redução dos parâmetros fermentativos e da produção de gás acumulada ao longo do tempo.

O capim *Humidicola* apresenta maior volume de gás produzido, bem como, maior volume de gás oriundos das frações de alta e baixa degradabilidade, e as maiores taxas de produção de gás dessas frações.

## REFERÊNCIAS

- ALENCAR, C.A.B.; CUNHA, F.F.; MARTINS, C.E.; CÓSER, A.C.; ROCHA, W.S.D.; ARAÚJO, R.A.S. Irrigação de pastagem: atualidade e recomendações para o uso e manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.98-108, 2009. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982009001300012>
- ALMEIDA, F.M.; AZEVÊDO, J.A.G.; CABRAL, I.S.; PEREIRA, L.G.R.; ARAÚJO, G.G.L.; NOGUEIRA, A.S.; SOUZA, L.L.; OLIVEIRA, B.S.; VIEIRA, P.A.S. Kinetics in vitro of ruminal fermentation of cocoa husks subjected to alkali and heat treatment. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.6, p.3897-3908, 2015. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n6p3897>
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis**. 15 ed. Arlington, V.A.: AOAC, 1990.
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, T.J.; PEREIRA, O.G.; VELOSO, R.G.; PEREIRA, E.S. Cinética ruminal das frações de carboidratos, produção de gás, digestibilidade in vitro da matéria seca e NDT estimado da silagem de milho com diferentes proporções de grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.31, n.6, p.2332-2339, 2002. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982002000900023>
- CÂNDIDO, M.J.D. Pastagens no ecossistema semi-árido brasileiro: Atualização e perspectivas futuras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. p. 85-94.
- CANO, C.C.P.; CECATO, U.; CANTO, M.W.; SANTOS, G.T.; GALBEIRO, S.; MARTINS, E.N.; MIRA, R.T. Valor nutritivo do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) pastejado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, supl.2, p. 1959-1968, 2004. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982004000800006>
- GERDES, L.; WERNER, J.C.; COLOZZA, M.T. POSSENTI, R.A.; SCHAMMASS, E.A. Avaliação de características de valor nutritivo das gramíneas forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia nas estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.955-963, 2000. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982000000400003>
- GIRALDO, L.A.; GUTIÉRREZ, L.A.; SÁNCHEZ, J.; BOLÍVAR, P.A. Relación entre presión y volumen para el montaje de la técnica *in vitro* de producción de gas en Colombia. **Livestock Research for Rural Development**, n.18, v.6, 2006.
- GIULIETTI, A.M.; BOCAGE NETA, A.L.; CASTRO, A.A.J.F.; GAMARRA-ROJAS, C.F.L.; SAMPAIO, E.V.S.B.; VIRGÍNIO, J.; PAGANUCCI, L.; FIGUEIREDO, M.A.; RODAL, M.J.N.; BARBOSA, M.R.V.; HARLEY, R. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. (Org.). **Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco, 2004. p.47-90.
- MAGALHÃES, J.A.; CARNEIRO, M.S.S.; ANDRADE, A.C.; PEREIRA, E.S.; RODRIGUES, B.H.N.; COSTA, N.L.; FOGAÇA, F.H.S.; CASTRO, K.N.C.; TOWNSEND, C.R. Composição bromatológica do capim-Marandu sob efeito de irrigação e adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.2, p. 933-942, 2015. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n2p933>
- MATEUS, F.A.P.S.; FANTINI, A. C.; MELLO, A.A. Arbóreas forrageiras: Pastagem o ano inteiro na caatinga sergipana. **Revista Cadernos de Agroecologia**, v.8, n.1., 2013.
- MOULD, F.L.; MORGAN, R.; KLIEM, K.E.; KRYSTALLIDOU, E. A review and simplification of the in vitro incubation medium. **Animal Feed Science and Technology**, v.123-124, p.155-172, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.05.002>
- MUNIZ, E.B.; MIZUBUTI, I.Y.; PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; RIBEIRO, E.L.A.; ROCHA JÚNIOR, J.N.; CAPELARI, M.G.M.; BRITO, V.M. Cinética de degradação ruminal de carboidratos de volumosos secos e aquosos: técnica de produção de gases. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.3, p.1191-1200, 2011. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n3p1191>
- OLIVEIRA, V.S.; SANTANA NETO, J.A.; VALENÇA, R.L. Características químicas e fisiológicas da fermentação ruminal de bovinos em pastejo: Revisão de Literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v.21, n.20, p.1-21, 2013.
- OLIVEIRA, J.S.; ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M. Diversidade microbiana no ecossistema ruminal. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v.8, n.6, p. 1-12, 2007.

- ORSKOV, E R. **Trails and trails in livestock research**. Aberdeen: Garamond, 2002. 204 p.
- ORSKOV, E.R.; MCDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal Agriculture Science**, v.92, n.2, p.499-503, 1979. <https://doi.org/10.1017/s0021859600063048>
- REIS, R.A.; MELO, G.M.P.; BERTIPAGLIA, L.M.A.; OLIVEIRA, A.P. Otimização da utilização da forragem disponível através da suplementação estratégica. In: \_\_\_\_\_. **Volumosos na produção de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2005. p.187-238.
- RODRIGUES JÚNIOR, C.T.; CARNEIRO, M.S.S.; MAGALHÃES, J.A.; PEREIRA, E.S.; RODRIGUES, B.H.N.; COSTA, N.L.; PINTO, M.S.C.; ANDRADE, A.C.; PINTO, A.P.; FOGAÇA, F.H.S.; CASTRO, K.N.C. Produção e composição bromatológica do capim-Marandu em diferentes épocas do ano. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.3, p. 2141-2154, 2015. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n3supl1p2141>
- SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal of Nutrition**, v.32, p.199-208. 1974. <https://doi.org/10.1079/bjn19740073>
- SOARES FILHO, C.V.; RODRIGUES, L.R.A.; PERRI, S.H.V. Produção e valor nutritivo de dez gramíneas forrageiras na região noroeste do estado de São Paulo. **Acta Scientiarum**, v.24, n.5, p.1377-1384, 2002. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v24i0.2385>
- THEODOROU, M.K.; WILLIAMS, B.A.; DHANOA, M.S.; MCALLAN, A.B.; FRANCE, J. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, n.48, v.3-4, p.185-197, 1994. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(94\)90171-6](https://doi.org/10.1016/0377-8401(94)90171-6)
- VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages. **Journal Animal Science**, v.26, p.119-128, 1967. <https://doi.org/10.2527/jas1967.261119x>
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, n.74, p.3583-3597, 1991. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(91)78551-2)
- WAKABAYASHI, K. Changes in cell wall polysaccharides during fruit ripening. **Journal Plant Research**, 113, p. 231-23, 2000. <https://doi.org/10.1007/pl00013932>