

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

CINÉTICA DE DEGRADAÇÃO RUMINAL *IN VITRO* DOS CAPINS
CANARANA (*ECHINOCHLOA PYRAMIDALIS*) E MARANDÚ
(*BRACHIARIA BRIZANTHA CV. MARANDÚ*) COM DIFERENTES
NÍVEIS DE INCLUSÃO DE TORTA DE CUPUAÇU (*THEOBROMA
GRANDIFLORUM*)

Bolsista: Manoel Janer Pantoja Pimentel

PARINTINS
2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRO REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL

PIB-A-0024

CINÉTICA DE DEGRADAÇÃO RUMINAL *IN VITRO* DOS CAPINS
CANARANA (*ECHINOCHLOA PYRAMIDALIS*) E MARANDÚ
(*BRACHIARIA BRIZANTHA CV. MARANDÚ*) COM DIFERENTES
NÍVEIS DE INCLUSÃO DE TORTA DE CUPUAÇU (*THEOBROMA
GRANDIFLORUM*)

Bolsista: Manoel Janer Pantoja Pimentel

Orientador: Prof^o. Mc. Ícaro dos Santos Cabral

PARINTINS

2015

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar através da técnica semi-automática de produção de gases *in vitro*, o melhor nível de inclusão de torta de cupuaçu aos capins canarana e Marandú. Utilizou-se 6 níveis de substituição (0, 20, 40, 60, 80 e 100%) da torta de cupuaçu aos capins canarana e marndú, totalizando 12 níveis experimentais. As amostras dos alimentos foram incubadas em frascos de vidro (50 mL) previamente injetados com CO₂, pesadas, nas proporções correspondentes totalizando 300 mg de amostra em cada frasco. Em cada frasco, foi adicionado 27 ml de meio de cultura e 3 ml de líquido ruminal (inóculo). Os frascos foram vedados com rolhas de borracha (14 mm) e conduzidos para a estufa de ventilação forçada à temperatura de 39°C. A pressão dos gases foi mensurada em horários pré-determinados. O modelo utilizado para as estimativas dos parâmetros foi o logístico bicompartimental e ajustados por regressão não-linear pelo método de Gauss-Newton. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 12 tratamentos (2 forrageiras x 6 proporções de torta de cupuaçu) e 3 repetições por tratamento. A inclusão de torta de cupuaçu sobre o capim canarana em até 40 h aumentou a taxa de degradação dos CF e CNF proporcionando maior volume de gás produzido, enquanto que no capim Marandú, o volume de gás produzido em até 40 h foi decrescente, apesar do aumento da taxa de degradação dos CF e CNF.

Palavras-Chave: forrageiras, produção de gases, subproduto

ABSTRACT

The objective of this study was to determine through the semi-automatic technique in vitro gas production, the best level of inclusion of cupuaçu pie to canarana and Marandú grasses. We used 6 replacement levels (0, 20, 40, 60, 80 and 100%) of cupuaçu pie to canarana and marndú grasses, totaling 12 experimental levels. The food samples were incubated in glass vials (50 mL) previously injected with CO₂, heavy, in corresponding proportions totaling 300 mg of sample in each vial. In each vial was added 27 ml of medium and 3 ml of ruminal fluid (inoculum). The vials were sealed with rubber stoppers (14 mm) and conducted to the forced ventilation oven at 39 ° C. The gas pressure was measured at predetermined times. The model used for the parameter estimates was the bicompartimental logistical and adjusted for non-linear regression by the Gauss-Newton method. We used a completely randomized design with 12 treatments (two forage x 6 cupuaçu pie proportions) and three replicates per treatment. The inclusion of cupuassu cake on canarana grass up to 40 h increased the degradation rate of CF NHC providing greater volume of gas produced, whereas in Marandú grass, the volume of gas produced within 40 hrs was decreasing despite increasing the degradation rate of the CF and CNF.

Keywords: by-product, gas production, forage

Sumário

| | |
|---|----|
| INTRODUÇÃO | 6 |
| REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 7 |
| CAPIM CANARANA (<i>Echinochloa pyramidalis</i>) | 7 |
| CAPIM MARANDÚ (<i>Brachiaria brizantha</i>) | 8 |
| AVALIAÇÃO DE ALIMENTOS PELA TÉCNICA IN VITRO | 9 |
| MATERIAIS E MÉTODOS | 10 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO | 12 |
| CONCLUSÃO | 17 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 18 |

INTRODUÇÃO

Ruminantes são mamíferos herbívoros que tem como uma das principais características a alta capacidade de digestão de alimentos fibrosos. Esta capacidade é oriunda da presença de pré-estômagos, que funcionam como câmaras fermentativas onde ocorre a degradação da fibra da dieta. Estas câmaras estão repletas de microrganismos (bactérias, protozoários, archeas metanogênicas, fungos) que sintetizam e liberam enzimas capazes de quebrar as ligações dos componentes fibrosos dos alimentos, por exemplo a celulose e hemicelulose, ação esta impossível para o organismo animal já que não produzem tais enzimas. Segundo Van Soest (1994), 7% de proteína bruta (PB) na matéria seca da dieta é o valor mínimo para que ocorra a fermentação ruminal adequada. Já Lazzarini et al. (2009) observaram que dietas com 11% de PB otimizaram a utilização de forragem de baixa qualidade em dietas para bovinos.

As forrageiras tropicais, geralmente apresentam alta produção de matéria seca (MS) porém, dependendo da idade da planta, podem apresentar baixos teores de PB.

O capim canarana (*Echinochloa pyramidalis*) é uma forrageira comum na região do Baixo Amazonas e é uma das principais fontes de alimento para os bovinos na época de seca da Amazônia, período em que as áreas de várzea são utilizadas para o pastoreio animal.

O capim Marandú (*Brachiaria brizantha* cv. *Marandú*) é uma forrageira melhorada que já ocupa grande parte das pastagens cultivadas do país devido ao seu alto potencial de produção e boa composição nutricional.

A torta do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) é o resíduo da extração do óleo da semente seca realizado por prensagem mecânica (PEREIRA, 2009). Na literatura são encontrados valores de MS, fibra em detergente neutro (FDN) e PB variando entre 92, 51 e 19% (PEREIRA, 2009), respectivamente e 92, 24 e 13% (LIMA et al., 2010), respectivamente.

Por meio da simulação do ambiente ruminal e da digestão microbiana, a técnica semi-automática de produção de gases *in vitro* permite a descrição da cinética de

fermentação ruminal, fornecendo informações sobre a taxa e a extensão da degradação dos alimentos testados (MAURÍCIO et al., 2003).

Desta forma, busca-se, através da técnica semi-automática de produção de gases *in vitro*, identificar o melhor nível de inclusão de torta de cupuaçu aos capins canarana e Marandú.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

CAPIM CANARANA (*Echinochloa pyramidalis*)

No Brasil, como em outros países de clima tropical, a produção de forragens apresenta uma marcante estacionalidade, sendo esse, o principal fator de restrição na exploração da produção pecuária nacional. Durante o ano ocorrem períodos alternados onde há alta e baixa produção de forragem, e essa é uma das características das gramíneas de clima tropical que conflitam com o benefício do alto potencial de produção de matéria seca por área (MARI, 2003).

Os solos de várzeas da Amazônia legal apresentam inúmeras possibilidades de uso, com destaque para atividade agropecuária de alta produtividade, onde espécies forrageiras adaptadas, a inundações periódicas, podem ser exploradas de forma econômica e com preservação dos ecossistemas. A sua grande potencialidade refere-se a qualidade de seus solos, bem como a sua grande extensão, cerca de 67 milhões de hectares de terras permanentes ou temporariamente inundadas (NASCIMENTO & HOMMA, 1984).

Originária da África Tropical, onde é conhecida como *antelop grass*, a canarana (*Echinochloa pyramidalis*) tem apresentado excelente adaptabilidade na região amazônica e tem sido utilizada com sucesso na formação de pastagem nas várzeas altas e baixas do estuário do Rio Amazonas e em áreas similares onde predominam solos hidromórficos, principalmente os Gleissolos (SERRÃO et al., 1970), e conhecida vulgarmente como falsa canarana ou mondantinha (ABREU et al., 2006). Sua propagação é feita basicamente de forma vegetativa por causa do baixo poder germinativo de suas sementes (CAMARÃO et al. 2003).

Embora essa gramínea não seja amplamente conhecida no meio agrônomo, nas regiões de solo pesado e sujeitas ao alagamento, como em vazantes de açudes, áreas marginais de reservatórios de hidroelétricas e margens de rios, regiões estas que apresentam características particulares, como a ocorrência de períodos de deficiência hídrica e inundações que podem limitar a cobertura vegetal, sua importância é bastante considerável, pois muitas vezes constitui a base da alimentação dos rebanhos, seja através do pastejo direto ou na forma conservada (NETO, 2009). De acordo com Alcântara e Bufarah (1988) também vegeta bem em solos secos, apresentando boa produtividade, aproximadamente 11 t de MS/ha em cinco cortes anuais com teores de 8,53% PB.

A canarana pode atingir produtividade de matéria seca de 15.315 kg por hectare ano em 20 cortes quando cultivadas em áreas de mangue (NASCIMENTO *et al.*, 1988). Camarão *et al.* (1998), avaliando forrageiras em savanas mal drenadas da ilha do Marajó, encontraram produção de matéria seca 5.015 kg por hectare em 3 cortes. Braga *et al.* (2008) observaram valores de 6,64; 5,69 e 4,69 para os teores de PB do capim canarana cortado aos 42, 70 e 98 dias. Já Valadares Filho *et al.* (2014) relatam teores de 8,47; 7,24 e 6,09 para o mesmo capim cortado nos dias 30, 60 e 90, respectivamente.

CAPIM MARANDÚ (*Brachiaria brizantha*)

A *Brachiaria brizantha* é uma planta cespitosa, produz afilhos predominantemente eretos e rizomas muito curtos e encurvados. Essa forrageira é conhecida como braquiarião ou brizantão, é uma espécie muito produtiva e robusta e exige solos de média a alta fertilidade (LAZZARINI NETO, 2000). É uma espécie perene, possui sistema radicular vigoroso e profundo, apresenta elevada tolerância à deficiência hídrica, ao frio e sombreamento, baixa resistência à umidade, adapta-se a solos de média a alta fertilidade, absorve os nutrientes em camadas mais profundas do solo (BARDUCCI *et al.*, 2009). Se destacar por sua adaptação a solos ácidos, e pela resistência a cigarrinhas, além de apresentar produção de massa de forragem de 18 t MS/ha/ano (CRISPIM; BRANCO, 2002).

Outra característica favorável do capim Marandu é que, quando utilizada sob pastejo, apresenta menor incidência de fotossensibilização em animais, características de outras espécies do gênero (VALLE *et al.*, 2000).

Esta espécie foi lançada pela Embrapa em 1984 e por apresentar boa produtividade e qualidade da forragem, rápido estabelecimento, boa cobertura de solos e

capacidade de competição com invasoras, passou a ser uma das principais espécies forrageiras utilizadas na Região Centro Oeste e no Brasil, onde ocupa uma área de cerca de 70 milhões de hectares (EMBRAPA, 2007), sendo adequada para um bom pastejo, podendo resultar numa engorda de animais da melhor qualidade (MORAES, 1995).

A qualidade de uma planta forrageira é representada pela associação da composição bromatológica, da digestibilidade e do consumo voluntário, entre outros fatores, da forragem em questão. Por isso, é de grande importância o conhecimento dos teores de proteína bruta, composição da parede celular e matéria seca para compreender os benefícios que a forragem trará à nutrição animal. Estes constituintes variam com a idade e parte da planta, fertilidade do solo, condições climáticas e manejo ao qual a forragem está submetida (GERDES, 2000). Trabalhos da literatura relatam teores que variam entre 26,8 e 37,8% para MS, 9,9 e 5,5% para PB e 67,8 e 73,8% para fibra em detergente neutro (FDN) no capim Marandú cortado aos 45 e 90 dias, respectivamente (VALADARES FILHO et al., 2014).

Em trabalho realizado por Castro et al. (2007), os autores realizaram o corte da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em quatro idades (28, 56, 84 e 112 dias), e encontraram teores de PB de 11,6; 8,5; 5,0 e 4,8% e FDN de 51,7; 56,9; 61,2 e 60,6%, respectivamente.

Zanine et al. (2009) avaliando o desenvolvimento e a composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* obtiveram valores para matéria seca de 22,10 t.ha⁻¹, proteína bruta de 9,78%, fibra em detergente neutro de 65,09 g.Kg⁻¹ e fibra em detergente ácido de 30,22 g.Kg⁻¹. Silva (2004) avaliando a concentração de proteína bruta desta gramínea em quatro alturas de corte do dossel constatou valores médios de 11,30% a 13,70%.

AVALIAÇÃO DE ALIMENTOS PELA TÉCNICA IN VITRO

Ensaio “in vivo” envolvendo produção animal e digestibilidade são os métodos mais precisos para determinar o valor nutricional. Entretanto, os mesmos requerem uso de animais, alimentos, mão-de-obra, tempo e investimento financeiro (PEREIRA., 2009).

Os estudos *in situ* com saquinhos de náilon possibilitam a determinação da digestibilidade e degradabilidade das forragens, seus diversos componentes e principalmente da proteína (PIRES., 2007). Para Guimarães Junior et al (2008), esses

estudos estão sujeitos a superestimar a degradação química e microbiana no rúmen, tendo em vista a perda de partículas pelos poros de sacos em náilon, utilizados nessa técnica.

Os métodos biológicos capazes de simular o processo digestivo, através de microrganismos ruminais *in vitro* (TILLEY & TERRY, 1963) têm sido utilizados como alternativa ao método *in vivo* para a avaliação de alimentos. O método do transdutor de leitura acoplado a uma seringa para verificação da pressão cumulada de gases através da técnica semiautomática foi utilizado por Mauricio et al. (1999). Resultados semelhantes com utilização da técnica semiautomática de produção de gases e leitura através de transdutor acoplado foram obtidos em estudos posteriores de avaliação de alimentos para ruminantes por Maurício et al. (1999), comparando-se os resultados com os obtidos por Theodorou et al. (1994).

A técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases (Mauricio et al., 1999) apresenta comprovado potencial em descrever a cinética da fermentação no rúmen, fornecer a taxa e a extensão da degradação das forrageiras, bem como medir produtos da fermentação de partes solúveis e insolúveis de substratos. Essa técnica apresenta alta acurácia nas medições, simplicidade no manuseio de equipamentos e baixo custo na implantação e por amostra analisada (MAURÍCIO et al., 2003).

A fermentação proveniente da ação dos microrganismos sobre o alimento produz gases que são diretamente proporcionais ao ataque microbiano. A partir da medição do volume de gás produzido é possível estimar a quantidade de substrato que foi degradado pelos microrganismos ruminais (BUENO et al., 2005).

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Nutrição Animal do Instituto de Ciências Sociais, Educação e Zootecnia (ICSEZ/Parintins) da Universidade Federal do Amazonas. Foram utilizadas 6 proporções (0:100, 20:80; 40:60, 60:40, 80:20, 100:0) de torta de cupuaçu em inclusão aos capins Marandú (*Brachiaria brizantha* cv. Marandú) e canarana (*Echinochloa pyramidalis*). As amostras dos alimentos foram pré-secas em estufa de ventilação forçada à 60°C durante 72 horas e processadas em moinho do tipo Willey com peneira de 2 mm. Logo após foram

realizadas análises dos teores de MS, PB, extrato etéreo (EE), FDN e matéria mineral (MM) conforme descritos em Silva & Queiroz (2002). A tabela 1 apresenta os valores da composição bromatológica dos alimentos com base na matéria seca.

Tabela 1- Composição bromatológica dos alimentos.

| Alimentos | Variáveis em (% de MS) | | | | | |
|------------------|------------------------|------|-------|-------|------|-------|
| | MS | MM | PB | FDN | EE | CNF |
| Capim Canarana | 23,58 | 7,37 | 12,94 | 72,22 | 1,72 | 5,74 |
| Capim Marandú | 29,15 | 4,90 | 6,45 | 68,47 | 1,98 | 18,20 |
| Torta de Cupuaçu | 90,41 | 5,12 | 20,30 | 52,22 | 2,44 | 19,92 |

Amostras dos alimentos foram incubadas em frascos de vidro (50 mL) previamente injetados com CO₂. As amostras foram pesadas, nas proporções correspondentes, a fim de totalizar 300 mg de amostra em cada frasco. Foram utilizados três frascos por tratamento além de três frascos contendo somente líquido ruminal e meio de cultura usados como controle. Para cada frasco, foi adicionado com auxílio de uma pipeta, 27 mL de meio de cultura conforme Theodorou et al. (1994) e 3 mL de líquido ruminal (inóculo). O líquido ruminal utilizado para a inoculação foi retirado de um bovino fistulado, que em seguida foi armazenado em garrafas térmicas previamente aquecidas e imediatamente, levado ao laboratório. No laboratório, o líquido ruminal foi filtrado através de camada dupla de gaze de algodão sob injeção contínua de CO₂. Os frascos foram vedados com rolhas de borracha (14 mm) e conduzidos para a estufa de ventilação forçada à temperatura de 39°C.

A pressão dos gases foi mensurada às 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24, 32, 40, 48, 60, 72, 96, 120, 144 e 168 horas segundo Maurício et al. (1999), adaptada para frascos de 50 ml. Os dados de pressão foram convertidos para volume com utilização da equação determinada para o Laboratório de Nutrição Animal do ICSEZ onde $V(\text{mL}) = 0,0394 + 1,9947 * P + 0,0248 * P^2$ (Cabral et al., 2015).

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado e para comparação dos parâmetros de cinética de produção de gases *in vitro* dos tratamentos utilizou-se a avaliação dos contrastes linear e quadrático da regressão, considerando o nível de probabilidade de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2, são apresentados os valores da produção de gases do capim canarana (*Echinochloa pyramidalis*) com diferentes níveis de inclusão da torta do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*).

Tabela 2: Produção de gases oriundos da degradação de carboidratos do capim canarana com diferentes níveis de inclusão de torta de cupuaçu

| | Níveis | | | | | | Média | CV | Contrastes | |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|------------|--------|
| | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | | | L | Q |
| VFCNF ml | 99,978 | 97,364 | 119,633 | 47,352 | 68,222 | 62,580 | 82,521 | 15,49 | P<0.05 | P>0.05 |
| KdCNF h ⁻¹ | 0,035 | 0,033 | 0,030 | 0,072 | 0,059 | 0,080 | 0,052 | 13,17 | P<0.05 | P>0.05 |
| L – h | 12,326 | 10,627 | 6,348 | 3,835 | 1,93 | 1,856 | 6,154 | 13,75 | P<0.05 | P<0.05 |
| VFCF ml | 111,300 | 100,650 | 81,870 | 117,050 | 74,390 | 65,325 | 91,764 | 6,34 | P<0.05 | P<0.05 |
| KdCF h ⁻¹ | 0,011 | 0,011 | 0,010 | 0,015 | 0,013 | 0,019 | 0,013 | 6,99 | P<0.05 | P<0.05 |
| VFT ml | 211,277 | 198,014 | 213,734 | 164,402 | 142,611 | 127,905 | 176,324 | 8,64 | P<0.05 | P>0.05 |
| V 40 h ml | 93,676 | 90,852 | 98,504 | 100,957 | 96,433 | 101,400 | 96,970 | 5,29 | P>0.05 | P>0.05 |

VFCNF – volume final de carboidratos não fibrosos; KdCNF – taxa de degradação dos carboidratos não fibrosos; L – lag time; VFCF – volume final de carboidratos fibrosos; KdCF – taxa de degradação de carboidratos fibrosos; VFT – volume final total; V 40h – volume de gás em 40 h; CV – coeficiente de variação; L – linear; Q – quadrático.

Para o Volume Final dos Carboidratos Não Fibrosos (VFCNF) os níveis de inclusão da torta de cupuaçu em substituição ao capim canarana, apresentou diferença significativa no contraste linear (P<0.05), porém quando o contraste foi quadrático não se observou diferença nos níveis (P>0.05). O volume de gás diminui à medida que incluiu a torta de cupuaçu.

Já a Taxa de Degradação dos Carboidratos Não Fibrosos (KdCNF) variou entre 0,030 e 0,080 h⁻¹, apresentando diferença no contraste linear (P<0.05), enquanto que no contraste quadrático não houve diferença (P>0.05). A taxa de degradação foi crescente com a inclusão da torta de cupuaçu, pois os carboidratos não fibrosos aumentam a disponibilidade de substratos de rápida fermentação.

Na variável tempo de colonização ou *lag time* (L) foi observado que, na medida em que o nível de torta de cupuaçu aumentou houve uma diminuição no tempo de colonização variando entre 12,326 h (somente capim canarana) para 1,856 h (somente torta de cupuaçu). Houve diferença significativa tanto no contraste linear ($P < 0.05$), como no contraste quadrático ($P < 0.05$). Magalhães et al. (2006) relataram que as reduções no tempo de colonização são favorecidas pela presença de substratos prontamente fermentáveis e por características físicas e químicas da parede celular da amostra, capazes de facilitar a colonização microbiana.

Para o Volume Final de Carboidratos Fibrosos (VF_{CF}) ocorreu um decréscimo com a inclusão da torta de cupuaçu isso ocorreu devido à menor quantidade de substrato (FDN) à medida que se aumentou o nível de torta de cupuaçu.

A Taxa de Degradação dos Carboidratos Fibrosos (KD_{FC}) apresentou diferença significativa tanto nos contrastes linear e quadrático ($P < 0.05$) que ficou entre 0,010 h⁻¹ e 0,019 h⁻¹. A maior disponibilidade de compostos nitrogenados com a inclusão da torta de cupuaçu, promove maior desenvolvimento de microorganismos fibrolíticos, aumentando desta forma a taxa de degradação dos carboidratos fibrosos. Outro motivo para o aumento desta taxa é a redução do teor destes carboidratos, reduzindo a quantidade de substrato a ser degradado aumentando assim sua taxa de degradação.

O Volume Final Total (VFT) foi diminuindo conforme o aumento da inclusão da torta de cupuaçu sobre o capim canarana que foi de 211,277 ml (somente capim) a 127,905 ml (somente torta). Essa maior produção de gás é associado a uma maior produção de gás proveniente dos carboidratos fibrosos.

O volume de gás produzido em 40 h não diferiu em relação aos níveis de inclusão. Alimentos fibrosos têm retenção no rúmen por período de 36 a 48 horas, desta forma este parâmetro foi utilizado para estimar a quantidade do alimento que foi degradado durante este período. A partir deste resultado observou-se que a inclusão da torta de cupuaçu não melhorou a degradação do alimento testado no tempo médio de retenção no rúmen.

A figura 01 apresenta a cinética de produção de gás *in vitro*, do capim canarana com diferentes níveis de inclusão de torta de cupuaçu.

Nas primeiras horas é observado que a inclusão de torta de cupuaçu proporcionou maior produção de gás por apresentar maior teor de carboidratos não fibrosos e este apresentarem uma taxa de degradação maior do que os carboidratos fibroso.

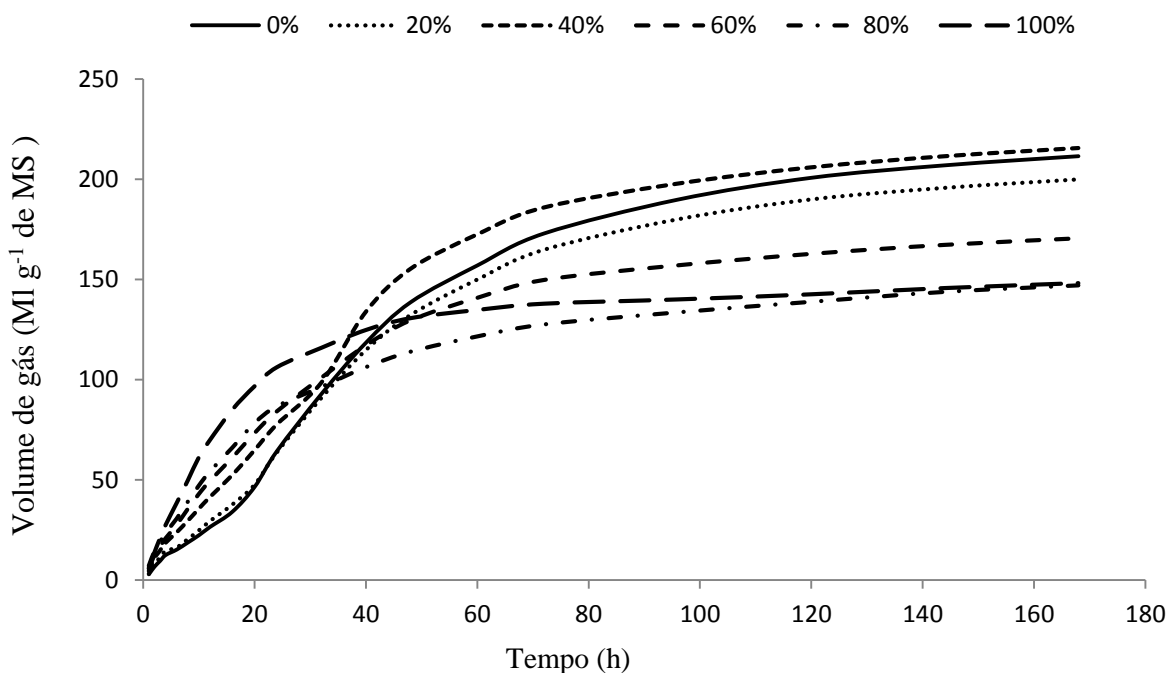


Figura 01- Cinética de produção de gás *in vitro*, do capim canarana com diferentes níveis de inclusão de torta de cupuaçu.

Na tabela 3, são apresentados os valores da produção de gás do capim Marandú (*Brachiaria brizantha* cv. *Marandú*) com diferentes níveis de inclusão da torta do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*).

Para o VFCNF os níveis de inclusão da torta de cupuaçu em substituição ao capim Marandú, apresentaram diferença significativa no contraste linear ($P < 0.05$), porém quando o contraste foi quadrático não se observou diferença nos níveis ($P > 0.05$). O VFCNF foi decrescente com a inclusão da torta de cupuaçu.

A KDCNF teve diferença significativa no contraste linear ($P < 0.05$) quanto no contraste quadrático ($P > 0.05$) oscilando entre $0,061 \text{ h}^{-1}$ a $0,080 \text{ h}^{-1}$. Uma maior taxa de degradação pode estar associada numa maior quantidade de substrato disponível para fermentação visto que o CNF apresenta maior taxa de degradação em relação ao CF.

No *lag time* (L) houve diferença significativa tanto no contraste linear ($P < 0.05$), como no contraste quadrático ($P < 0.05$). E conforme aumentou a inclusão de torta de cupuaçu o tempo de colonização foi diminuindo, passando de 8,76 h para 1,76 h essa diferença pode ser explicada pois o capim Marandú apresenta maior quantidade de fibra

e demora maior tempo para os microrganismos aderirem a parede celular, já a torta de cupuaçu apresenta uma menor quantidade e com isso os substratos são rapidamente colonizados.

Tabela 3: Produção de gases (ml) oriundos da degradação de carboidratos do capim canarana com a inclusão de torta de cupuaçu.

| | Níveis | | | | | | Média | CV | Contrates | |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|-----------|--------|
| | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | | | L | Q |
| VFCNF ml | 98,079 | 104,500 | 96,417 | 79,574 | 72,486 | 62,580 | 85,606 | 7,23 | P<0.05 | P>0.05 |
| KDCNF h ⁻¹ | 0,066 | 0,061 | 0,069 | 0,079 | 0,075 | 0,080 | 0,071 | 12,79 | P>0.05 | P>0.05 |
| L – h | 8,679 | 8,767 | 8,470 | 6,935 | 3,462 | 1,856 | 6,362 | 18,53 | P<0.05 | P<0.05 |
| VFCF ml | 138,300 | 123,200 | 123,000 | 112,350 | 84,376 | 65,325 | 107,76 | 14,61 | P<0.05 | P>0.05 |
| KDCF h ⁻¹ | 0,015 | 0,014 | 0,016 | 0,017 | 0,017 | 0,019 | 0,016 | 9,77 | P<0.05 | P>0.05 |
| VFT ml | 236,379 | 227,700 | 219,417 | 191,924 | 156,852 | 127,905 | 193,363 | 6,63 | P<0.05 | P<0.05 |
| V 40 h ml | 143,041 | 138,824 | 140,646 | 129,802 | 114,240 | 101,400 | 127,992 | 6,27 | P<0.05 | P>0.05 |

VFCNF – volume final de carboidratos não fibrosos; KDCNF – taxa de degradação dos carboidratos não fibrosos; L – lag time; VFCF – volume final de carboidratos fibrosos; KDCF – taxa de degradação de carboidratos fibrosos; VFT – volume final total; V 40h – volume de gás em 40 h; CV – coeficiente de variação; L – linear; Q – quadrático.

Para o Volume Final de Carboidratos Fibrosos (VFCF) houve um menor volume com o aumento nos níveis da torta de cupuaçu variando entre 138,300 h⁻¹ e 65,325 h⁻¹. Houve diferença significativa no contraste linear (P<0.05), porém não houve no contraste quadrático (P>0.05). Isso ocorreu por diminuir a quantidade de fibra que é responsável por maior volume de gás.

Na variável KDCF apresentou diferença significativa para o contraste linear (P<0.05) já no contraste quadrático não apresentou diferença significativa. Os valores variaram entre 0,014 h⁻¹ e 0,019 h⁻¹. A inclusão da torta de cupuaçu ao capim marandú aumentou a taxa de degradação dos CF pelos mesmos motivos descritos anteriormente quando se avaliou a inclusão ao capim canarana.

O VFT foi decrescente conforme o aumento da inclusão da torta de cupuaçu sobre o capim Marandú, sendo 236,379 ml (somente capim) a 127,905 ml (somente torta). É importante ressaltar que a maior parte dessa produção é proveniente dos carboidratos fibrosos que apresentam maior volume de gás produzido.

O volume de gás produzido em 40 h diminuiu com a inclusão da torta de cupuaçu. Houve diferença significativa no contraste linear ($P < 0.05$) já no contraste quadrático não apresentou diferença significativa. Nesse período é importante que o alimento apresente maior degradação pois é o tempo em que o alimento fica no rúmen.

A figura 02 apresenta cinética de produção de gás *in vitro*, do capim Marandú com diferentes níveis de inclusão de torta de cupuaçu.

É observado que nas primeiras horas ocorre uma maior produção cumulativa de gases com a inclusão da torta de cupuaçu pelo fato de ocorrer rápida fermentação dos carboidratos não fibrosos, entretanto, a partir de 32h a inclusão da torta de cupuaçu afetou a produção de gás, tornando a maior produção no nível 0%, isto pode ser justificado pelos maiores quantidade de conteúdo de carboidratos fibrosos.

Os valores da produção de gás em 96 h que foi de 213,192 ml no nível 0% (somente capim), diferem dos valores encontrados por Sá et al. (2011) que encontraram valores de 180,6 , 186,5 e 160ml em idade de corte do capim Marandú de 28, 35 e 54 dias, respectivamente.

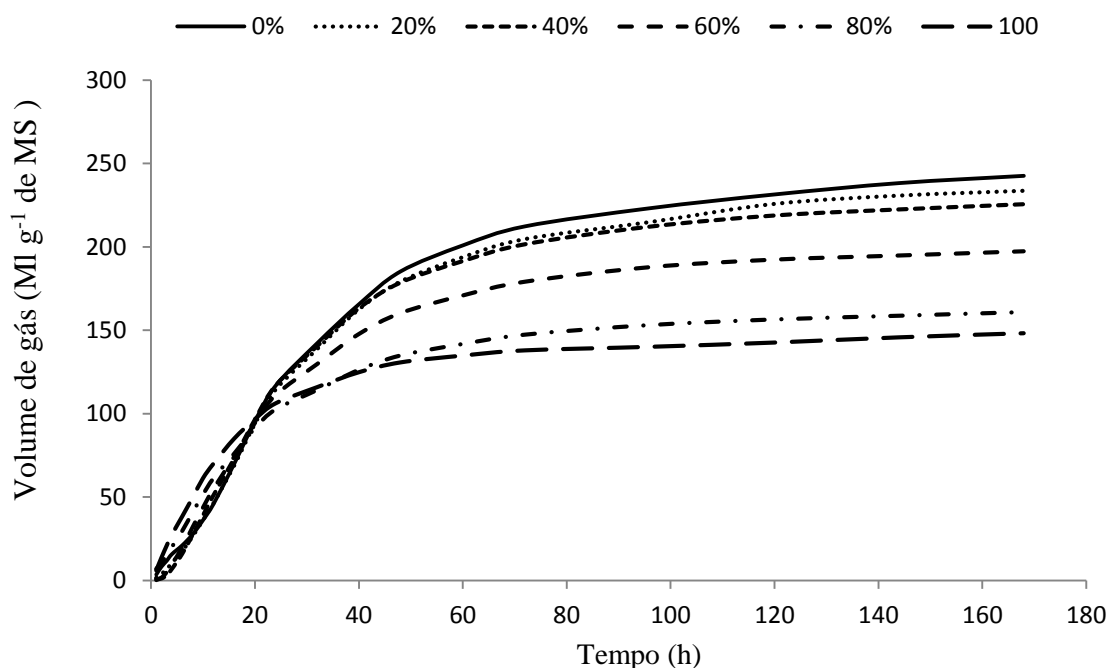


Figura 02- Cinética de produção de gás *in vitro*, do capim Marandú com diferentes níveis de inclusão de torta de cupuaçu.

CONCLUSÃO

A inclusão de torta de cupuaçu tanto sobre o capim canarana quanto ao capim marandú alterou os parâmetros da cinética de fermentação ruminal *in vitro*, entretanto não aumentou a degradação dos alimentos quando se avaliou a produção de gases em 40 h, indicando desta forma que a inclusão não melhorou o processo fermentativo durante o tempo de retenção ruminal do alimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, E. M. A.; FERNANDES, A. R. MARTINS, A. R. A.; RODRIGUES, T. E. Produção de forragem e valor nutritivo de espécies forrageiras sob condições de pastejo, em solos de várzea baixa do Rio Guamá. **Acta Amazônica**. 36(1): 11 – 18, 2006.

ALCANTRA, P.B.; BUFARAH, G. Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas. 4º ed. São Paulo: **Nobel**, p.41-41, 1988.

BARDUCCI, R. S. A.; COSTA, C. A. C.; CRUSCIOL, E. et al. Produção de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* com milho e adubação nitrogenada **Arch. Zootec.**, v. 58, n. 222, 211-222, 2009.

BUENO, I.C.S.; CABRAL FILHO, S.L.S.; GOBBO, S.P.; LOUVANDINI, H.; VITTI, D.M.S.S.; ABDALLA, A.L.L. Influence of inoculum source in a gas production method. **Animal Feed Science and Technology**, v. 123-124, p. 95-105, 2005.

BRAGA, A. P.; BRAGA, Z. C. A. C.; RANGEL, A. H. N. et al. Produção de massa verde e efeito da idade de corte sobre a composição químico-bromatológica do feno de canarana erecta lisa (*Echinochloa pyramidalis*, Hitch). **Caatinga**, v.21, p. 1-5, 2008..

CABRAL, I.S.; AZEVÊDO, J.A.G.; LEAL, V. G.; PIMENTEL, M.J.P.; TAVARES, W. L.S.; LIMA, R.F.; FERREIRA, K.C.; BRITO, E.P. Relação entre pressão e volume para implantação da técnica semiautomática de produção de gases in vitro na região do Baixo Amazonas. XXV Congresso Brasileiro de Zootecnia – ZOOTEC 2015. **Anais...** Fortaleza, 2015.

CAMARÃO, A. P.; MARQUES, J. R. F.; MARTINEZ, G. B.; LOPES, C. A. C.; COSTA, N. A.; LORENÇO JÚNIOR, J. B.; CARVALHO, N. N.; PIMENTEL, E. S.; CRUZ FILHO, R. N. Recursos forrageiros na várzeas. In: MARQUES, J. R. F.; LOPES, C. A. C.; MARTINEZ, G. B. (Ed.) Produção animal nas várzeas do rio Amazonas. Belém: **Embrapa Amazônia Oriental**, 2003, p. 255-301.

CAMARÃO, A.P.; TEIXEIRA, N.; NETO, J.F.; AZEVEDO, G.P.C de. Avaliação de forrageiras em savanas mal drenadas da ilha de Marajó. Belém: **Embrapa-CPATU**. 1998. 13p.

CASTRO, G. H. F; GRAÇA, D. S.; GONÇALVES, L. C. Cinética de degradação e fermentação ruminal da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu colhida em diferentes idades ao corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 59, n. 6, p. 1538-1544, 2007.

CRISPIM, S. M. A.; BRANCO, O. D. Aspectos gerais das Braquiárias e suas características na sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS. Pantanal: **CPAP Embrapa**, 2002. (Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 33).

GERDES, L.; WERNER, J. C.; COLOZZA, M. T. et al. Avaliação de características de valor nutritivo das gramíneas forrageiras marandu, setária e tanzânia nas estações do Ano. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 29, n. 4, p.955-963, 2000.

LAZZARINI NETO, S. **Manejo das pastagens**. 2 ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000. 124p.

LIMA, C.G.; LOURENÇO JÚNIOR, J.B.; GARCIA, A.R.; NAHUM, B.S.; SILVA, A.G.M.; GUIMARÃES, C.M.C.; RODRIGUES, L.S.; MENEZES, B.P. Suplementação de búfalas com resíduos agroindustriais – efeito na qualidade sensorial e físico-química do leite. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 4º, 2010, Estância de São Pedro. **Anais...** Estância de São Pedro, 2009.

MAGALHÃES, R.T.; GONÇALVES, L.C.; MAURÍCIO, R.M. et al. Avaliação de quatro genótipos de sorgo pela técnica “*in vitro*” semi-automática de produção de gases. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. v.5, p.101-111, 2006.

MARI, L.J. Intervalo entre cortes em capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochts ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu): **Produção, Valor Nutritivo e Perdas Associadas a Fermentação da Silagem**. 2003. 138p. Dissertação (Mestrado

em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MAURICIO, R.M.; MOULD, F.L.; DHANOA, M.S. et al. A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminants feedstuff evaluation. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.79, p.321-330, 1999.

MAURÍCIO, R. M.; PEREIRA, L. G. R.; GONÇALVES, L. C. et al. Relação entre pressão e volume para implantação da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases na avaliação de forrageiras tropicais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, p. 216-219, 2003

MAURÍCIO, R.M.; PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C. et al. Potencial da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases para avaliação de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.1013-1020, 2003.

MORAES, Y.J.B. de. Forrageiras: conceitos, formação e manejo. Guaíba: **Agropecuária**, 1995. 215 p.

NASCIMENTO, C.N.B do; HOMMA, A.K.O. 1984. Amazônia: meio ambiente e tecnologia agrícola. **EMBRAPA – CPATU**. Belém. 282 p.

NETO, L.B. de M; **Avaliação temporal do acúmulo de fitomassa e trocas gasosas do capim-canarana em função da salinidade da água de irrigação**. Fortaleza: UFC, Universidade Federal do Ceará, 2009. Tese (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal do Ceará, 2009.

PEREIRA. E.M.O. **Torta de cupuaçú (*Theobroma grandiflorum*) na alimentação de ovinos**. Jaboticabal, 2009, 119 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, 2009.

PEDREIRA, B. C.; PEDREIRA, C. G. S.; SILVA, S. C. et al. Estrutura do dossel e Acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a

estratégias de pastejo. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 281-287, fev. 2007.

PIRES, D.A.S.; **Avaliação de quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor*) com e sem taninos nos grãos para a produção de silagens**. Belo Horizonte MG. 2007. 27p Tese (Doutorado em Zootecnia). Escola de veterinária - Universidade Federal de Minas Gerais.

SÁ, J.F.; PEDREIRA, M.S.; SILVA, F.F.; et al. Cinética da fermentação *in vitro* do capim-Marandu em diferentes idades de corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 33, n. 3, p. 225-231, 2011

SAS., 2001. **Statistical Analysis System** . SAS User's guide. Cary: Statistics, (CD-ROM).

SERRÃO, E. A. S.; BATISTA, H. A M.; BOULHOSA, J. A. Z. Canarana erecta lisa (*Echinochloa pyramidalis*) (Lam) Hitch. et Chase. **IPEAN**. Belém. Série Estudos sobre Forrageiras na Amazônia, v.1, n.1. p.35. 1970.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos. Métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002.235p.

SILVA, S. C. **Fundamentos para o manejo do pastejo de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum***. Simpósio sobre manejo estratégico em pastagem. UFV. *Anais do Congresso*. 2004, p.346-385.

THEODOROU, M.K.; WILLIAMS, B.A.; DHANOA, M.S.; McALLAN, A.B.; FRANCE, J. Simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 48, n. 3, p.185-197, 1994.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A. Two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963.

VALADARES FILHO, S.C., MACHADO, P.A.S., CHIZZOTTI, M.L. et al. CQBAL 3.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos. Disponível em www.ufv.br/cqbal. Acesso em 26/02/14 às 21:16

VALLE, C.B.;EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M. Características das plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DAS PASTAGENS, 17., Piracicaba, 2000. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2000. p.65-108.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell, p. 476, 1994.

ZANINE, A. M.; VIEIRA, B. R.; FERREIRA, D. J.; VIEIRA, A. J. M.; LANA, R. P.; CECON, P. R. Comportamento ingestivo de vacas Girolandas em pastejo de *Brachiaria brizantha* e Coast-cross. **Revista Brasileira de Saúde em Produção Animal**, v.10, n.1, p.85-95, 2009.