

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA  
CURSO DE ZOOTECNIA

**JAQUELINE DOS SANTOS SOUSA**

**VALOR NUTRICIONAL DE SILAGENS DE 8 HÍBRIDOS DE SORGO  
(*Sorghum bicolor* L. MOENCH) CULTIVADOS NO ECÓTONO CERRADO  
AMAZÔNIA**

ARAGUAÍNA  
2017

**JAQUELINE DOS SANTOS SOUSA**

**VALOR NUTRICIONAL DE SILAGENS DE 8 HÍBRIDOS DE SORGO  
(*Sorghum bicolor* L. MOENCH) CULTIVADOS NO ECÓTONO CERRADO  
AMAZÔNIA**

Monografia apresentada ao curso de Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins, como parte das exigências para a obtenção de grau de bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Professora Doutora  
Vera Lúcia de Araújo

ARAGUAÍNA  
2017

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

D724v Dos Santos Sousa, Jaqueline .  
VALOR NUTRICIONAL DE SILAGENS DE 8 HÍBRIDOS DE  
SORGO (*Sorghum bicolor* L. MOENCH) CULTIVADOS NO ECÓTONO  
CERRADO AMAZÔNIA. / Jaqueline Dos Santos Sousa. – Araguaína,  
TO, 2017.  
28 f.  
  
Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins –  
Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Zootecnia, 2017.  
Orientadora : Vera Lúcia De Araújo  
  
1. Ecótono cerrado amazônia. 2. Sorgo. 3. Silagem. 4. Produção  
de gás. I. Título

**CDD 636**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

JAQUELINE DOS SANTOS SOUSA

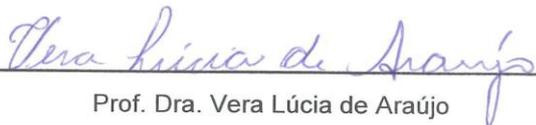
VALOR NUTRICIONAL DE SILAGENS DE 8 HÍBRIDOS DE SORGO  
(*Sorghum bicolor* L. MOENCH) CULTIVADOS NO ECÓTONO CERRADO  
AMAZÔNIA

Monografia apresentada ao curso de Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins, como parte das exigências para a obtenção de grau de bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Professora Doutora  
Vera Lúcia de Araújo

Aprovada em: 08 / 02 / 2017.

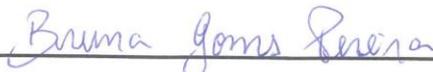
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Vera Lúcia de Araújo



Prof. Dr. Luciano Fernandes Sousa



ZOOTECNISTA – Bruna Gomes Pereira

Dedico primeiramente a Deus, meus pais, meu esposo, minha filha, meus amigos de turma e aos professores que contribuíram para minha formação acadêmica.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela vida, força, saúde e coragem que me concedeu durante toda essa trajetória que sem dúvida não foi fácil, várias foram as pessoas que contribuíram para que eu estivesse aqui hoje, sou enormemente grata a todos.

Aos meus pais Raimunda Oliveira dos santos Sousa e Izaias Ribeiro de Sousa, a minha irmã Janaina dos Santos Sousa Sobral por toda ajuda e por estar sempre presente quando precisei. A todos os familiares que contribuíram para minha formação. A minha mãe sou eternamente grata por todo esforço, amor, e confiança depositado em mim, pelos sacrifícios e orações, pelo amor incondicional e por ser a melhor mãe do mundo, te amo.

Ao meu esposo que Deus colocou na minha vida, que também tem sido muito especial para a concretização do meu grande sonho, por estar sempre presente em minhas conquistas, obrigada pela compreensão e cuidados e por sempre me incentivar todas as vezes que o desânimo aparecia, que nunca mediu esforços para que juntos conquistasse essa vitória, e por me dar um dos meus maiores presentes que está para chegar a nossa pequena Valentina, obrigada por existir na minha vida, te amo.

A minha sogra Anésia da Silva Barros, por ser como uma segunda mãe, por todo amor, carinho, apoio, confiança, cuidados e pelas orações.

As minhas amigas Latoya Sousa Bezerra, Camila Sousa Vilanova que sempre estiveram presentes nessa luta com um sorriso no rosto e uma palavra de apoio com quem poderia desabafar alegrias e tristezas.

Aos meus caros colegas que foram muito especiais na minha passagem na Universidade Federal do Tocantins e deixo aqui o meu carinho, André Teles, Ana Lucia, Ana Maria, Junior Bezerra, Luiz Felipe Jeissy, João Nolasco, Greicy.

A professora Dra. Vera Lúcia de Araújo, que aceitou o desafio de me orientar, por todos os ensinamentos, pela dedicação e paciência para a realização desse trabalho.

A professora Dra. Angélica Pedrico pela sua grande participação em minha vida, você foi de suma importância para o meu crescimento, por me acompanhar durante muito tempo como bolsista de iniciação científica, e obrigada pelos ensinamentos que irão além da vida.

Ao professor Dr. Luciano Fernandes pelo auxílio e disponibilidade.

A zootecnista Bruna Gomes Pereira pela sua dedicação e ensinamentos.

A todos os integrantes ao grupo de estudos “Nutrição de Ruminantes”, por ter contribuído de forma plausível para meus conhecimentos.

Aos técnicos do Laboratório da Universidade Federal do Tocantins Sr. Adriano, Sr. Josimar, pela disponibilidade e auxílio nas análises laboratoriais.

Agradeço a Universidade Federal do Tocantins e a todos os professores que compartilharam seus conhecimentos durante toda a graduação sendo responsáveis por uma enorme parcela deste sonho e que me fizeram sair da faculdade uma pessoa melhor do que entrei.

A todos que contribuíram com minha história e para a realização deste sonho meus sinceros agradecimentos.

Obrigada!

## RESUMO

Este experimento foi conduzido para identificar os melhores híbridos de sorgo cultivados no Estado do Tocantins para a produção de silagens. Assim foi avaliado o valor nutricional da silagem de oito híbridos de sorgo F69T02, F69T03, F69T07, F69T11, F69T17, F69T21, F69T22, F69T25. Utilizando a técnica *in vitro* de produção de gases. O delineamento experimental foi em blocos casualizado com 8 tratamentos e três blocos (inóculos de diferentes vacas) o modelo de France *et al.* (1993) foi utilizado para descrever o potencial máximo de produção de gases (A), o tempo de colonização (L), taxa de produção de gases ( $\mu$ ) e degradabilidade efetiva da matéria seca (DEMS) para as taxas de passagem de 2, 5 e 8 % h<sup>-1</sup>. Os potenciais máximos de produção de gases variaram de 211,54 a 246,84 mL g<sup>-1</sup> de MS. Os tempos de colonização foram baixos, as taxas de produção de gases estiveram entre 0,023 e 0,0255 mL g<sup>-1</sup> de MS h<sup>-1</sup>. Para as DEMS, os híbridos mantiveram comportamento semelhante a DMS em 96 horas de incubação, com maiores degradabilidade para os híbridos F69T22, F69T03, F69T17. O híbrido F69T22 apresentou maior curva de produção de gases, seguido do F69T17. A menor curva foi apresentada pelo híbrido F69T02. Os parâmetros de France *et al.*, (1993) associados à composição bromatológica das silagens indica o híbrido F69T22 por se destacar dos demais por apresentar maior produção cumulativa de gases e menor tempo de colonização.

**Palavras-chave:** Ecótono cerrado Amazônia; Sorgo; Silagem.

## ABSTRACT

This experiment was conducted to identify the best sorghum hybrids grown in the state of Tocantins for silage production. Thus the nutritional value of eight sorghum hybrids F69T02, F69T03, F69T07, F69T11, F69T17, F69T21, F69T22, F69T25 were evaluated. Using the in vitro technique of gas production. The experimental design was randomized blocks with 8 treatments and three blocks (inocula of different cows) the model of France et al. (1993) was used to describe the maximum potential of gas production (A), colonization time (L), gas production rate ( $\mu$ ) and effective dry matter degradability (DEMS) for the passage rates of 2, 5 and 8% h<sup>-1</sup>. The maximum potentials for gas production ranged from 211.54 to 246.84 mL g<sup>-1</sup> of MS. Colonization times were low, gas production rates were between 0.023 and 0.0255 mL g<sup>-1</sup> of MS h<sup>-1</sup>. For the DEMS, the hybrids maintained similar behavior to DMS in 96 hours of incubation, with greater degradability for hybrids F69T22, F69T03, F69T17. The F69T22 hybrid presented the highest gas production curve, followed by the F69T17. The smallest curve was presented by the hybrid F69T02. The parameters of France et al. (1993) associated to the bromatological composition of the silages indicate the hybrid F69T22, because it is a highlight of the others because it presents a higher cumulative gas production and a shorter time of colonization.

**Keywords:** Ecótone cerrado Amazônia; Sorghum; Silage.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Composição bromatologica das silagens .....	18
Tabela 2 Parâmetros da cinética de fermentação ruminal <i>in vitro</i> .....	20
Tabela 3 Equações da produção acumulativa de gases (PCG), em mL g <sup>-1</sup> ...	23

## LISTA DE ABREVIATURAS

A\* - Potencial Produção de gases

CMS – Consumo matéria seca

CMSD – Consumo de matéria seca digestível

DEMS – Degradabilidade efetiva matéria seca

DMS – Degradabilidade da matéria seca

EE – Extrato Etéreo

FDA – Fibra em detergente ácido

FDN – Fibra em Detergente neutro

MS – Matéria seca

( $\text{NH}_3\text{NT}^{-1}$ ) – Nitrogênio amoniacal

PB – Proteína bruta

pH – Medida de acidez

TC \* – Tempo de colonização

UTM – Unidade tamanho metabólico

$\mu$  – Taxa de degradação fracional.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
2.1. Sorgo .....	14
2.2. Silagem de Sorgo na alimentação animal .....	15
2.3. Técnica <i>in vitro</i> de produção de gases.....	16
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	18
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	20
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	24
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	25

## 1. INTRODUÇÃO

O avanço produtivo da pecuária brasileira tem exigido dos sistemas de produção atual, eficiência no manejo alimentar, a fim de fornecer aos animais, alimento de qualidade ao longo do ano, minimizando principalmente os efeitos negativos da sazonalidade climática e otimizando a produção nos sistemas intensivos, de modo a alcançar ganhos produtivos e econômicos.

Neste sentido, o uso de forragem conservada na forma de silagem se torna uma importante ferramenta no manejo alimentar de ruminantes. Zago (1992) recomenda que dentre as diversas espécies de forrageiras utilizadas para este fim, o milho e sorgo seriam as espécies mais adequadas ao processo de ensilagem.

A produção de alimentos para o rebanho constitui, provavelmente, o maior desafio da pecuária no Brasil devido à variabilidade climática. A conservação de forragens na forma de silagem pode ser uma opção viável para amenizar o problema de escassez nas épocas mais secas do ano. Nesse contexto, a avaliação de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) é especialmente importante no Tocantins, pois apresenta resistência/tolerância ao estresse hídrico e permite a seleção de plantas mais adaptadas às condições da região.

No Estado do Tocantins há carência de informações sobre o desempenho produtivo de forrageiras para produção de silagem por isso a grande importância de selecionar híbridos com produção de silagem de boa qualidade e que se adaptem adequadamente as condições climáticas da região.

Novos híbridos vêm sendo desenvolvidos e precisam ser avaliados por experimentos que incluam resposta animal, digestibilidade, consumo e desempenho. Ensaio *in vivo* envolvendo produção animal e digestibilidade são os métodos mais adequados para determinar o valor nutricional dos alimentos utilizado na nutrição dos ruminantes. Entretanto, tem um alto custo financeiro, limitando assim a sua aplicabilidade. Como consequência, várias técnicas *in vitro* vêm sendo utilizadas como opção, devido ao baixo custo e rápida execução.

Dentre as metodologias utilizadas para obtenção de parâmetros da cinética de fermentação ruminal pode-se destacar as técnicas de produção de gases em suas diversas variações, as quais segundo Azarfar et al. (2009) são rápidas, precisas e em algumas modalidades metodológicas, de baixo custo, o que as tornam atrativas para centros de investigação que trabalham com avaliação de alimentos alternativos para ruminantes.

Objetivou-se com este trabalho avaliar o valor nutricional da silagem de oito híbridos de sorgo utilizando a técnica *in vitro* de produção de gases de modo a identificar os melhores híbridos de sorgo cultivados no Estado do Tocantins para a produção de silagem.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Sorgo

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é uma gramínea tropical de ciclo anual, origem africana e asiática, utilizada em diversos países na alimentação humana e animal. No Brasil, a cultura foi introduzida no início do século XX, sendo hoje empregada na alimentação animal sob diversas formas, tanto na produção de grãos como de volumosos oferecido na forma inatura ou silagem (Zago, 1992).

Obtém-se do sorgo silagens com valor nutritivo variando de 72 a 92 % das silagens de milho (Valente 1992). Apresenta tolerância à seca, menor custo de produção, corte mais rápido e uniforme na colheita e maior facilidade de compactação durante o processo de ensilagem. Apresenta altos rendimentos de MS por unidade de área e possibilidade do uso da rebrota que produz até 60 % da produção de MS após o primeiro corte, diminuindo o custo de produção por hectare (Zago, 1992; Deemachi, 1995).

A planta de sorgo, segundo Rodrigues et al. (2004), é uma das espécies mais adaptadas à produção de silagem, apresentando facilidade de cultivo, altos rendimentos e boa qualidade nutricional.

Pinho et al. (2015) avaliando o perfil fermentativo, perdas e a composição bromatológica das silagens de cinco cultivares de sorgo, constatou que houve diferença ( $P < 0,05$ ) para os teores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, carboidratos não fibrosos e carboidratos totais entre as cultivares e que apesar das diferenças morfológicas e químicas entre as cultivares, as silagens resultantes tinham adequado padrão de fermentação.

Os cultivares de sorgo de maior interesse agrícola cultivados no Brasil são classificados em três principais grupos: granífero, forrageiro e pastejo. Estas variedades se diferenciam na relação folha colmo e altura, na composição bromatológica e no valor nutritivo.

O sorgo granífero é cultivado pela finalidade de produção de grãos para a alimentação animal. Inclui tipos de porte baixo (até 1,60 metros), adaptados a colheita mecânica. Produzem cerca de 8,0 toneladas de grãos por hectare (Ribas, 2008).

O sorgo forrageiro inclui tipos de porte alto, entre 2,0 e 3,0 e três metros, sendo adaptados à produção de silagem e/ou produção de açúcar e álcool. A produção de massa verde destes híbridos é alta, variando de 50 a 70 t h ano primeiro corte e colhendo-se de 30 a 70% no segundo corte. Devido ao seu porte elevado, tais cultivares são

propensos ao acamamento, o que ocasiona a perda de grãos e de folhas além de dificultar a colheita mecanizada (Ribas,2008).

Neumann et al. (2002) observou que os híbridos forrageiros AG-2002 e AGX-213 apresentaram maiores alturas de planta e produções de matéria seca que os de duplo propósito AGX-217 e AG-2005E.

O híbrido duplo propósito é de porte médio, com plantas variando de 2,00 a 2,30 metros de altura. A produção de massa verde é alta, variando de 40 a 55 t h<sup>-1</sup> no primeiro corte, com boa produção de grãos 4 a 6 t ha<sup>-1</sup>, o que confere alta qualidade de silagem. (Miranda e Pereira, 2001)

Avelino et al. (2011) recomendou o uso do híbrido AG-2005 (duplo propósito) cultivado sob espaçamento de 0,50 m para produção de silagem, em virtude da maior produção de MS por área, maior percentual de panícula e menor percentual de colmo na composição da planta em comparação ao híbrido forrageiro VOLUMAX.

Avelino et al. (2011) avaliando a composição bromatológica das silagens de dois híbridos de sorgo, AG-2005 (duplo propósito) e VOLUMAX (forrageiro) recomendou o uso do híbrido AG-2005 por ser mais indicado para produção de silagens, pois apresenta melhores características nutricionais como teores de MS e PB.

## **2.2. Silagem de sorgo na alimentação animal**

A variabilidade genética para características nutricionais do sorgo tem permitido um eficiente trabalho de melhoramento, com o desenvolvimento de híbridos modernos de alto valor nutritivo que proporcionam alto desempenho animal semelhante aos obtidos com silagem de milho (Rodrigues et al., 2004).

Silva et al. (2006) avaliando o consumo e a digestibilidade dos nutrientes em bovinos recebendo dietas contendo silagens de milho e sorgo, com e sem inoculante microbiano, observaram que o consumo e as digestibilidade totais dos nutrientes, o pH e a concentração de amônia ruminal, bem como a taxa de passagem da digesta, não foram influenciados pelas dietas experimentais, indicando que as dietas avaliadas foram nutricionalmente equivalentes.

Ítavo et al. (2009) avaliando o consumo e a digestibilidade de nutrientes de dietas com silagens de grãos úmidos de milho ou sorgo, em ovinos concluíram que o grão de milho úmido pode ser substituído pelo de sorgo sem prejuízos ao aproveitamento de nutrientes em ovinos adultos.

Neumann, Restle e Brondani (2004) não observaram diferença quanto o consumo de MS, ganho de peso e conversão alimentar na inclusão de silagem de milho AG-5011 ou silagem de sorgo AG-2006 na dieta de bezerros superprecoce.

Pereira et al. (1993) avaliando diferentes cultivares de sorgo na forma de silagem para alimentação de bovinos de corte, observaram que a silagem do AG2005E promoveu maior CMSD em relação a do AG-2002, sugerindo que a diferença foi decorrência do maior conteúdo de MS e a maior proporção de grãos: massa verde, verificada nos híbridos de duplo propósito.

Machado et al. (2011) avaliaram o consumo e a digestibilidade aparente, em ovinos, das silagens dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 colhidos em três estádios de maturação dos grãos: leitoso, pastoso e farináceo. Estes autores encontraram valores de consumo da matéria seca, em gramas por quilograma de unidade de tamanho metabólico (CMS-UTM), que variaram de 45,90g UTM dia a 59,99g UTM dia e não diferiram com o avanço do estágio de maturação para todos os híbridos ( $P>0,05$ ).

Valvasori et al. (1998) utilizando silagem de cana-de-açúcar em substituição a silagem de sorgo granífero para vacas leiteiras, observaram que as produções de leite, na forma não-corrigida, foram menores ( $p<0,05$ ), à medida que a silagem de sorgo foi substituída pela silagem de cana-de-açúcar.

### **2.3. Avaliação da qualidade dos alimentos pela técnica *in vitro* de produção de gases**

Na técnica de *in vitro*, e avaliação de alimentos em sistema baseado na técnica de produção de gases, os substratos são incubados em conjunto com tamponado líquido ruminal em frascos de fermentação selados.

Os métodos para avaliar alimentos para ruminantes, até o início do ano de 1980, forneciam apenas estimativas da digestibilidade potencial dos alimentos, com pouca referência à dinâmica da fermentação ruminal. Uma segunda geração dos métodos foi desenvolvida, incorporando estimativas da cinética de degradação do retículo-rúmen (Valentin et al., 1999).

Muitos métodos aferem a digestibilidade ou degradabilidade para predizer o valor nutritivo dos alimentos. Técnicas *in vitro* permitem a avaliação rotineira da fermentação no rúmen aplicando a fração líquida do conteúdo ruminal como inoculo, como a desenvolvida por Tilley e Terry (1963), ou do método de produção de gases (Menke et al., 1979).

Menke et al. (1979) descreveram um sistema *in vitro* em que os gases produzidos a partir de fermentação de um substrato foi utilizado para estimar a digestibilidade e a

energia metabolizável do conteúdo. No sistema 0,2 g de material seco ao ar é adicionado a uma seringa de vidro de 150 ml, em conjunto com um meio de incubação tamponado e um inoculo fluido ruminal.

A produção de gases acumulado foi medida lendo a posição do êmbolo em vários intervalos de tempo.

A técnica de produção de gases mede tanto a digestibilidade de uma forragem como os parâmetros cinéticos da digestão, baseada na liberação dos produtos de fermentação. Trata-se de uma técnica simples, confiável e de baixo custo, tornando - a atrativa para qualquer laboratório envolvido em estudos de forragem para ruminantes.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

A primeira parte do ensaio foi realizado no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia e a segunda no Laboratório de Gases, da Universidade Federal do Tocantins, Campus Araguaína. Foram avaliadas, silagens de oito híbridos de sorgo, para determinação do valor nutricional pela técnica de produção de gases.

Foram avaliados híbridos de sorgo, desenvolvidos pelo programa de melhoramento genético de sorgo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA Milho e Sorgo. O plantio foi realizado no mês de Janeiro. A adubação seguiu a recomendação obtida pela análise do solo da área com aplicação de adubo no plantio e 25 dias após a emergência das plantas. As sementes foram distribuídas manualmente, a uma profundidade de quatro cm.

Utilizou-se delineamento experimental em blocos casualizado, com três repetições por híbrido. As parcelas experimentais foram constituídas por canteiros devidamente identificados, com duas fileiras de 5,0 metros de comprimento cada, espaçadas entre si a 0,75 metros. A população de plantas seguiu a recomendação de 12 plantas por metro linear, com controle de plantas invasoras por capina manual.

A colheita foi realizada quando as plantas atingiram o estágio de maturação de grão pastoso/farináceo. O material foi ensilado em silos experimentais de PVC, cilíndricos (0,10 m de diâmetro e 0,40 m de altura), por meio de compactação manual utilizando soquete de madeira, em densidade de 500 kg m<sup>3</sup>, correspondente a 1,57 kg de matéria natural por silo, os silos foram fechados com tampas de PVC dotados de válvula do tipo Bunsen e lacrados com fita adesiva.

Na abertura dos silos foram feitos pool das repetições de cada híbrido das silagens, em que parte do material retirado dos silos foi submetido à prensagem em prensa hidráulica para extração do suco e avaliação imediata do pH (em potenciômetro Beckman) e nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH<sub>3</sub> NT<sup>-1</sup>), através da destilação com cloreto de cálcio e óxido de magnésio, utilizando-se uma solução de ácido bórico como solução receptora e ácido clorídrico para titulação (AOAC, 1995).

A amostra das silagens foram sub amostradas com aproximadamente 500 g cada e levadas a pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 horas para determinação da matéria pré-seca. As amostras pré-secas foram moídas a um mm e armazenadas em recipientes fechados, para determinações dos teores de matéria seca a

105°C, cinzas, proteína bruta (AOAC, 1995), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) (Ankon 220 - Fiber Analyser), com adição 2 mL de amilase termo resistente no aparelho Fiber analyser ANKOM<sup>220</sup> na determinação da FDN, utilizando saquinho tecido não tecido – TNT.

Os resultados da análise bromatológica das silagens dos oito híbridos de sorgo podem ser observados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição bromatológica das silagens de oito híbridos de sorgo cultivados no estado do Tocantins

	Híbridos de sorgo							
	F69T02	F69T03	F69T07	F69T11	F69T17	F69T21	F69T22	F69T25
MS (%)	32,96	30,64	33,07	31,72	31,46	34,02	28,18	30,76
PB (%)	7,17	8,39	7,12	5,96	6,07	6,5	5,99	6,45
FDN (%)	62,40	53,67	51,93	54,25	57,79	54,21	55,2	53,86
FDA (%)	37,47	24,46	19,01	36,97	36,65	37,14	23,77	21,96
EE (%)	1,28	1,13	1,04	2,84	1,21	1,86	1,49	1,06
pH	3,46	3,38	3,57	3,56	3,43	3,45	3,52	3,44
NH <sub>3</sub> NT <sup>-1</sup> (%)*	4,77	5,79	7,11	7,62	6,9	5,81	6,49	5,29

Matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), ph, Nitrogênio amoniacal (NH<sub>3</sub>NT<sup>-1</sup>).

No ensaio de degradabilidade *in vitro* foi conduzido no Laboratório de Ensaio de Produção de Gases.

As amostras foram moídas a 1 mm e acondicionado 0,2 g de amostra em sacos da Ankom® F-57 e selados posteriormente levadas para estufas de 105 °C e pesados após 48 horas e submetidos ao ensaio de produção de gases e degradabilidade com uso da técnica adaptada “Hohenheim Gas Test” desenvolvida por Menke et al. (1979), incubando em seringas de 100 ml com 10 ml de inoculo e 20 ml de meio de cultura.

O líquido ruminal (inoculo) foi coletado, antes do fornecimento da alimentação matinal de três bovinos fistulados no rúmen, recebendo ração comercial, para atender as exigências de manutenção.

Os seguintes horários foram usados para medir o volume dos gases produzidos: 0,3; 6; 9; 12; 24; 48; 72 e 96 horas após inoculação.

Os dados obtidos foram corrigidos utilizando brancos (seringas sem amostra) e os valores foram ajustados para produção por grama de MS.

Após tal procedimento, o modelo de France et al. (1993) vai ser ajustado aos dados, como expresso na equação 1:

$$Y = A \cdot \{1 - \exp[-b \cdot (t - T) - c \cdot (\sqrt{t} - \sqrt{T})]\}$$

Obtendo-se os seguintes parâmetros referentes à cinética de produção de gases; produção de gases acumulada (mL) “Y”, tempo de incubação “t” (horas), total de gases produzidos (mL) “A”, tempo de colonização “T” (horas) e taxa de degradação fracional ( $\text{h}^{-1}$ ) “ $\mu$ ”. As equações geradas foram comparadas por meio de teste de paralelismo e identidade de curvas de acordo com Regazzi e Silva (2004) ( $p < 0,05$ ), ao nível de 5% de probabilidade de erro.

#### 4. RESULTADOS E DISCURSSÃO

Os parâmetros da cinética de produção de gases e degradabilidade efetiva, determinados pelo modelo de France et al. (1993) dos oito híbridos de sorgo, encontram-se na Tabela 2. Os potenciais máximos de produção gases (A) variaram de 262,54 mL g<sup>-1</sup> de MS para silagem do híbrido F69T17 a 211,54 ml g<sup>-1</sup> de MS para a silagem do híbrido. F69T02 Não houve efeito do genótipo para a degradabilidade total da MS, valores obtidos às 96 horas de incubação (p>0,05)

Os maiores valores do potencial máximo de produção de gases (A); taxa de produção de gases ( $\mu$ ) e da degradabilidade efetiva da MS (DEMS) aliado ao menor tempo de colonização (T) foram obtidos pelos híbridos F69T03 seguido dos híbridos F69T21 e F69T22, o menor potencial máximo de produção de gases foi obtido pelo híbrido F69T02

**Tabela 2.** Parâmetros da cinética de fermentação ruminal *in vitro* de oito híbridos de sorgo, utilizando o modelo de France, degradabilidade efetiva e degradabilidade da matéria seca (DMS) em 96 horas de incubação

Parâmetros de France	Híbridos							
	F69T02	F69T03	F69T07	F69T11	F69T17	F69T21	F69T22	F69T25
A*	211,54	261,67	241,27	246,84	262,54	250,12	250,77	233,56
TC (h:min)	00:22	00:01	00:01	00:03	00:07	00:01	00:01	00:02
$\mu^*$	0,0233	0,0202	0,0191	0,0239	0,0205	0,023	0,0255	0,0234
DEMS**(2%)	42,30	45,42	38,80	43,58	45,07	45,11	45,82	30,72
DEMS(5%)	40,59	44,05	37,63	42,20	43,55	43,73	44,45	29,77
DEMS (8%)	38,92	42,69	36,47	40,83	42,04	42,35	43,08	28,82
DMS***96h	43,45 <sup>a</sup>	46,33 <sup>a</sup>	39,58 <sup>a</sup>	44,50 <sup>a</sup>	46,09 <sup>a</sup>	46,03 <sup>a</sup>	46,73 <sup>a</sup>	31,35 <sup>a</sup>

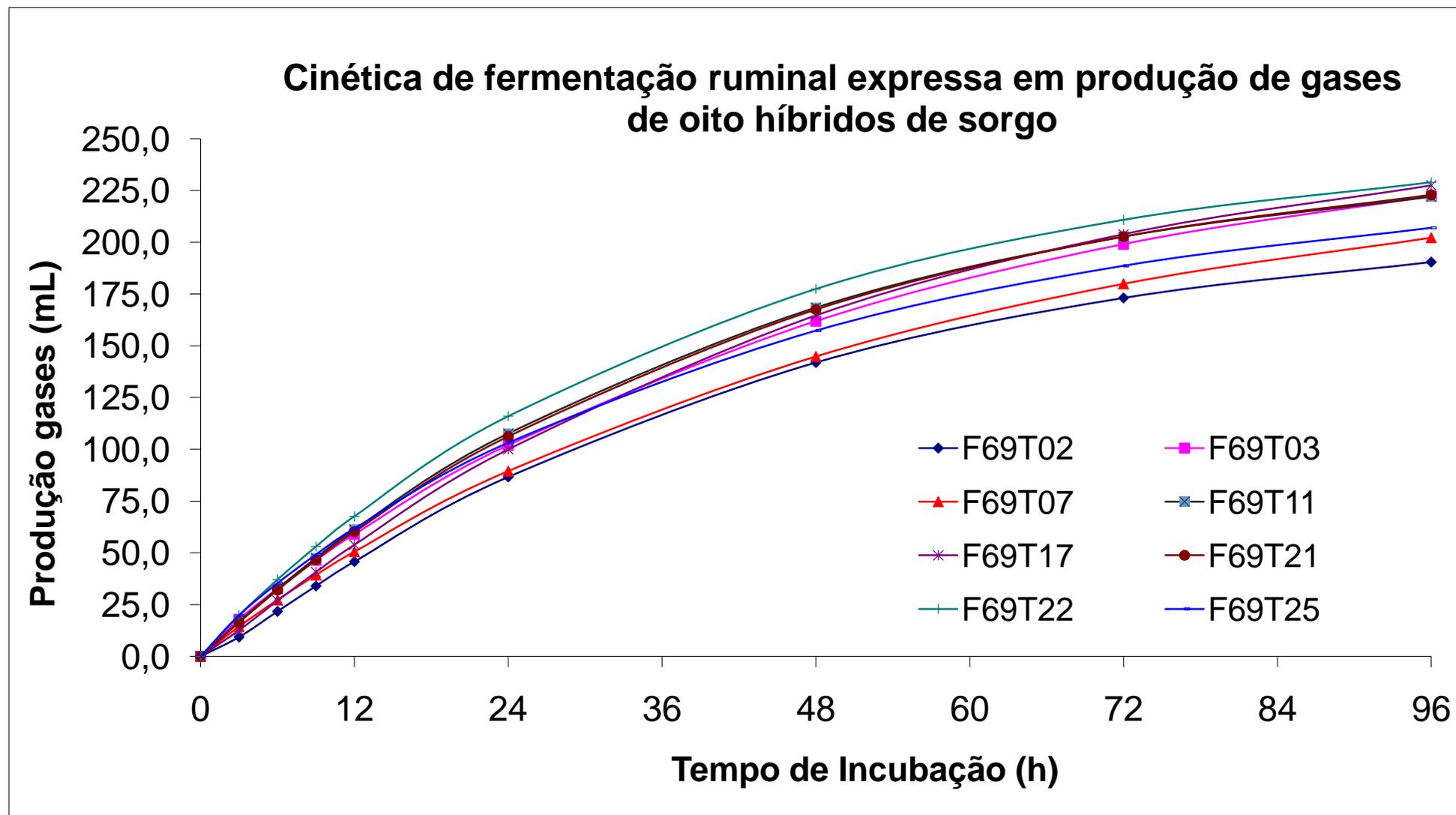
A – Potencial de produção de gases (mL g<sup>-1</sup> de MS), T - Tempo de colonização (horas) e  $\mu$  - Taxa de degradação fracional h<sup>-1</sup> (mL g<sup>-1</sup> de MS h<sup>-1</sup>). \*Parâmetros estimados pelo modelo de France *et al.* (1993). \*\*Degradabilidade efetiva da matéria seca. \*\*\* Degradabilidade da matéria seca com 96 horas de incubação com médias seguidas por letras iguais, na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 0,05% de probabilidade.

O tempo de colonização (T) representa o tempo compreendido entre o início da incubação até a ação microbiana sobre a amostra testada. A redução no T é favorecida pela presença de substratos prontamente fermentáveis, ausência de fatores antinutricionais e por características físicas e químicas (como maior ou menor teor de

lignina) da parede celular da amostra. O híbrido F69T02 apresentou o maior tempo de colonização sendo este de 22 minutos, e os híbridos F69T03, F69T07, F69T021, F69T022 forma os que obtiveram o menor tempo de colonização se 00: 01 minuto.

As curvas de produção cumulativa de gases das silagens dos oito híbridos de sorgo avaliados encontram – se na figura 1. Onde mostra que a maior produção de gases foi do híbrido F69T22, seguido F69T17 e menor produção para o F69T02.

Figura 1. Produções cumulativas de gases das silagens de oito híbridos de sorgo.



**Tabela 3.** Equações da produção acumulativa de gases (PCG), em mL g<sup>-1</sup> de MS de seis híbridos de sorgo

Tratamento	Equações (Modelo de France)			R <sup>2</sup>
F69T02	$Y = 211,5413x \{1 - \exp^{[-(0,0261) \times (t-0,3637) - (-0,0211) \times (\sqrt{t} - \sqrt{0,3637})]}\}$	A	G	0,99
F69T03	$Y = 261,6735x \{1 - \exp^{[-(0,0189) \times (t-0,0020) - (-0,0085) \times (\sqrt{t} - \sqrt{0,0020})]}\}$	B	D	0,99
F69T07	$Y = 241,2797x \{1 - \exp^{[-(0,0186) \times (t-0,0025) - (-0,0035) \times (\sqrt{t} - \sqrt{0,0025})]}\}$	B	F	0,98
F69T11	$Y = 246,8414x \{1 - \exp^{[-(0,0239) \times (t-0,0599) - (0) \times (\sqrt{t} - \sqrt{0,0599})]}\}$	A	C	0,98
F69T17	$Y = 262,5495x \{1 - \exp^{[-(0,0220) \times (t-0,1304) - (-0,0101) \times (\sqrt{t} - \sqrt{0,1304})]}\}$	C	B	0,99
F69T21	$Y = 250,1255x \{1 - \exp^{[-(0,0232) \times (t-0,0256) - (-0,0007) \times (\sqrt{t} - \sqrt{0,0256})]}\}$	A	C	0,99
F69T22	$Y = 250,7726x \{1 - \exp^{[-(0,0250) \times (t-0,0016) - (-0,0042) \times (\sqrt{t} - \sqrt{0,0016})]}\}$	A	A	0,93
F69T25	$Y = 233,5685x \{1 - \exp^{[-(0,0209) \times (t-0,0338) - (-0,0174) \times (\sqrt{t} - \sqrt{0,0338})]}\}$	A	E	0,94

Equações acompanhadas por letras minúsculas iguais na mesma coluna são paralelas pelo teste de paralelismo de curvas a 5% de probabilidade. Equações acompanhadas por letras maiúsculas iguais na mesma coluna são idênticas pelo teste de identidade de curvas a 5% de probabilidade (REGAZZI e SILVA, 2004).

Os elevados coeficientes de determinação das equações de regressão (F69T02 r<sup>2</sup>= 0,99; F69T03 r<sup>2</sup>= 0,99; F69T07 r<sup>2</sup>= 0,98; F69T11 r<sup>2</sup>= 0,98; F69T017 r<sup>2</sup>= 0,99; F69T17 r<sup>2</sup>= 0,99; F69T21 r<sup>2</sup>= 0,99; F69T22 r<sup>2</sup>= 0,93; F69T25 r<sup>2</sup>= 0,94) destacam a aplicabilidade do modelo de France et al. (1993) para estimar a curva de produção cumulativa de gases.

Pelo teste de paralelismo as curvas de produção de gases dos híbridos F69T02; F69T11; F69T21; F69T22; F69T25 são paralelas, evidenciando comportamento cinético semelhante. Pelo teste de identidade de curvas a maior produção de gases foi observada no híbrido F69T22. Este híbrido se destaca dos demais por apresentar maior produção de gases em menor tempo de colonização.

## **CONCLUSÃO**

O híbrido F69T22 se destaca dos demais por apresentar maior produção cumulativa de gases e menor tempo de colonização.

## REFERÊNCIAS

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNATIONAL. **Official methods of analysis**. 16.ed. Washington: AOAC, p. 1995. 2000, 1995.

Azafar, A.; Namgay, K.; Pellikann, W. F.; Tamminga, S.; Van der Poel AFB and.; *in vitro* gas production profiles and fermentation end-products in processed barley, maize and Milo. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 89, n. 10, p.1697-1708, 2009.

Avelino, P. M.; Neiva, J. N. M.; Araújo, V. L.; Alexandrino, E.; Santos, A.C; Restle, J. Composição bromatológica de silagens de híbridos de sorgo cultivados em diferentes densidades de plantas. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n.1, p.208-215, 2011.

Avelino, P. M.; Neiva, J. N. M.; Araújo, V. L.; Alexandrino, E.; Santos, A.C; Restle, J. Características agrônômicas e estruturais de híbridos de sorgo em função de diferentes densidades de plantio. **Revista Ciência Agrônômica**, v.42, n.2, p.534-541, 2011.

Demarchi, J. J. A. A.; Boin, C.; Braun, G. A cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para a produção de silagens de alta qualidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 3, p. 111-136, 1995.

France, J.; Dhanoa, M.S.; Theodorou, M.K. A model to interpret gas accumulation profiles with “*in vitro*” degradation of ruminants feeds. **Journal of Theoretical Biology**, v.163, n.1, p.99-111, 1993.

Ítavo, C. C. B. F.; Morais, M. G.; Ítavo, L. C. V.; Souza, A. R. D. L.; Davy, F. C .A.; Biberg, F. A.; Alves, W. B.; Santos, M. V. Consumo e digestibilidade de nutrientes de dietas com silagens de grãos úmidos de milho ou sorgo, em ovinos. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.2, p.452-459, 2009.

Miranda, J. E. C.; Pereira, J. R.; Tipos de sorgo para silagem (Instrução técnica para o produtor de leite) **Embrapa Gado de Leite**, ISSN nº 1518 – 3254, 2001.

Menke, K.H.; Raab, L.; Salewski, A. et al. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. **Journal of Agricultural Science**, v.93, n.1 p.217-222, 1979.

Machado, F. S.; Rodriguez, N. M.; Gonçalves, L. C.; Rodrigues, J. A. S.; Ribas, M. N.; Pôssas, F. P.; Guimarães Júnior, R.; Jayme, D. G.; Pereira L. G. R. Consumo e digestibilidade aparente de silagens de sorgo em diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63 n.6, p.1470-1478, 2011.

Neumann, M.; Restle, J.; Brondani, I. L. Avaliação de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) ou milho (*Zea mays*, L.) na produção do novilho superprecoce. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.3, p.438-452, 2004

Neumann, M.; Restle, J.; Filho, D. C. A.; Brondani, I .L.; Pellegrini, L. G.; Freitas A. K. Avaliação do Valor Nutritivo da Planta e da Silagem de Diferentes Híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.293-301, 2002 (suplemento)

Pinho, R. M. A; Santos, E. M.; Oliveira, J.S.; Bezerra, H. F.C; Freitas,P. M. D.; Perazzo, A. F.; Ramos, R. C. S.; Silva, A. P. S. Sorghum cultivars of different purposes silage. **Ciência Rural**, v.45, n.2, p.298-303, 2015.

Pereira, O. G., Obeid, J. A., Gomide, J. A., & Queiroz, A. C.; Produtividade de uma variedade de milho (*Zea mays* L.) e de três variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e o valor nutritivo de suas silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 22, n. 1, p. 31-38, 1993.

Ribas, P. M. Importância econômica. In: Cultivo do sorgo. **Embrapa Milho e Sorgo**. Sistema de Produção, 2 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica, 4 eds. 2008.

Regazzi, A. J.; Silva, C. H. O. Teste para verificar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não-linear. **Revista de Matemática e Estatística**, v. 22, n. 2, p. 33-45, 2004.

Rodrigues, J. A. S.; Santos, F. G.; Shaffert, R. E.; Ferreira, A. S.; Casela, C. S.; Pitta, G. V. E. BRS 610- híbrido de sorgo forrageiro para produção de silagem de alta qualidade. **Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico Embrapa Milho e Sorgo**. ISSN0101-5605, 2004.

Sousa, L. F.; Macedo Júnior, G. L.; Santos, R. P.; Maciel e Silva, A. G.; Borges, I. Composição bromatológica e cinética da fermentação ruminal de rações contendo resíduos de babaçu. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p. 177-185, 2014.

Silva, A. V.; Pereira, O. G.; Valadares Filho, S. C.; Garcia, R.; Cecon, P. R.; Ferreira, C. L. L. F.; Consumo e digestibilidade dos nutrientes em bovinos recebendo dietas contendo silagens de milho e sorgo, com e sem inoculante microbiano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2469-2478, 2006.

Tilley, J. M. A.; Terry, R.A. A two-stage technique for the digestion of forage crops. **Journal British Grassland Society**., Aberystwyth, v.18. P.104-111. 1963.

Valente, J.O. Introdução. In: Manejo cultural do sorgo para forragem. (**Circular Técnica 17, Embrapa Milho e Sorgo**), p.5-7, 1992

Valentin, S. F.; P.E.V Williams.; J. M. Forber.; D. Souvant Comparison of the *in vitro* gas production technique and the nylon bag degradability technique to measure short and long term processes of degradation of maize silage in dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 78, n. 1-2, p.81-99. 1999

Valvasori, E.; Lucci, C. S.; Pires, F. L.; Arcaro, J. R. P.; Arcaro Jr., I. Silagem de cana-de-açúcar em substituição a silagem de sorgo granífero para vacas leiteiras. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 35, n.3, p.139-142, 1998.

Zago, C. P. Utilização de sorgo na alimentação de ruminantes. In: Manejo cultural do sorgo para forragem. (**Circular Técnica 17, Embrapa Milho e Sorgo**), p.9-25, 1992

