



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MURILO EXALTAÇÃO SAÚDE

FERMENTAÇÃO RUMINAL DE DIETAS CONTENDO GRÃO DE SOJA

MURILO EXALTAÇÃO SAÚDE

FERMENTAÇÃO RUMINAL DE DIETAS CONTENDO GRÃO DE SOJA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à UFT – Universidade Federal
do Tocantins – Campus Universitário de
Araguaína para obtenção do Título de
Bacharel em Zootecnia, sob orientação do
Prof. Luciano Fernandes Sousa

Orientador: Luciano Fernandes Sousa

MURILO EXALTAÇÃO SAÚDE

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

S255f Saúde, Murilo Exaltação.
FERMENTAÇÃO RUMINAL DE DIETAS CONTENDO GRÃO DE SOJA. / Murilo Exaltação Saúde. – Araguaína, TO, 2021.
31 f.

Artigo de Graduação - Universidade Federal do Tocantins –
Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Zootecnia, 2021.
Orientador: Luciano Fernandes Sousa

1. Dietas de alto grão. 2. Grão inteiro. 3. Silagem. 4. Fermentação
in vitro. 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.

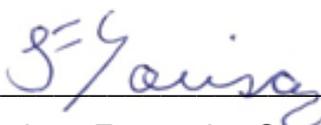
Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FERMENTAÇÃO RUMINAL DE DIETAS CONTENDO GRÃO DE SOJA

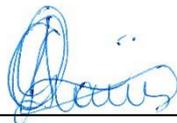
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Araguaína, Curso de Zootecnia, foi avaliado para a obtenção do Título de Bacharel em Zootecnia e aprovado em sua forma final pelo Orientador Luciano Fernandes Sousa e pela Banca Examinadora.

Data de Aprovação: 05/08/2021

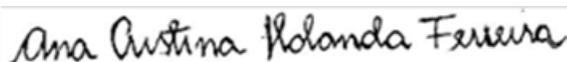
Banca examinadora:



Prof. PhD. Luciano Fernandes Sousa, Orientador, UFT



Prof. (a) Dra. Fabrícia Rocha Chaves Miotto, Examinadora, UFT



Prof. (a) Dra. Ana Cristina Holanda Ferreira, Examinadora, UFT

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me dar força, sabedoria e a oportunidade de realizar minha graduação.

Ao meus pais Merivan e Jocinelia por me apoiarem e auxiliarem em todos os momentos da minha graduação.

Ao Prof. Dr. Luciano Fernandes que me auxiliou e orientou no desenvolvimento da minha pesquisa e a escrita do meu trabalho de conclusão de curso.

A MSc. Tays Feitosa, que prestou valiosas informações para a realização deste trabalho.

A Amanda Vitoria, que foi a minha parceira de execução do experimento.

A Universidade Federal do Tocantins – Campus Araguaína, que disponibilizou o espaço para a realização do experimento.

A todos meus amigos, Ítalo, Manuel Felipe, Jhonatta, Luiz Eduardo, Victor, Vinicius.

A todos os amigos da minha turma 2017.1.

E todas as pessoas que participaram de forma direta e indiretamente na elaboração deste trabalho, Josimar, Adriano, Gabriel, Rafael.

MUITO OBRIGADO.

RESUMO

Objetivou-se avaliar a fermentação ruminal de dietas de alto grão contendo soja grão inteiro em substituição ao núcleo peletizado com e sem volumosos para bovinos via ensaios *in vitro* de produção de gases. Os ruminantes doadores de inóculo foram no total de três animais de 750 ± 115 kg, e o quarto inóculo foi obtido a partir da mistura dos três inóculos coletados, foram obtidos nos setores bovinocultura de leite e bovinocultura de corte da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins. Foram testadas duas fontes proteicas, núcleo peletizado e soja grão inteiro, e o uso ou não de volumoso (15% na MS de Silagem de capim Mombaça) na dieta, testados em delineamento em blocos casualizados (DBC) com arranjo fatorial (2 x 2), com tratamento adicional, dieta com relação 50/50% (Concentrado Comercial / Volumoso), perfazendo cinco tratamentos e com cinco blocos (animais doadores). Quando observado os parâmetros da cinética de fermentação ruminal, a produção total de gases (A), teve variação quando alterado a fonte proteica e quando houve a inclusão de volumoso na dieta. Nas dietas em que o núcleo proteico-mineral foi substituído por soja grão houve redução na produção total de gases, 229,0 e 215,8 mL, respectivamente. Independentemente da inclusão de silagem maiores valores de produção de gases foram obtidos em dietas contendo núcleo, de 229,0 mL sem silagem e 206,0 mL com silagem, e menores valores com a inclusão de soja independentemente da adição de silagem 215,8 e 198,2 mL, respectivamente. A taxa de degradação fracional (μ) aumentou na dieta com soja grão, com maiores valores no tratamento sem silagem, com $0,0511$ (h^{-1}) e menores quando incluído a Silagem, com $0,0509$ (h^{-1}). O menor resultado de produção total de gás foi encontrado na dieta de concentrado comercial, 128,4 mL. O uso de soja grão como alternativa de fonte proteica para nutrição de ruminantes, reduz a fermentação da dieta, porém melhora a digestão fracional da mesma. O fornecimento de 15% de silagem também reduz a fermentação da dieta pelo fato do aumento da fração fibrosa da dieta.

Palavras-Chave: dietas de alto grão; grão inteiro; silagem; fermentação *in vitro*.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição bromatológica dos ingredientes experimentais.....	17
Tabela 2 - Proporção de ingredientes e composição bromatológica das dietas experimentais.....	17
Tabela 3 - Análise de variação.....	19
Tabela 4 - Parâmetros da cinética de fermentação ruminal in vitro de dietas com inclusão ou não de soja ou silagem em dietas, utilizando o modelo de France e degradabilidade efetiva.....	22
Tabela 5 - Equações da produção acumulativa de gases (PCG), em mL/g de MS de dietas com inclusão ou não de soja ou silagem em dietas.....	24

LISTA DE SIGLAS

PB – Proteína Bruta

FDN – Fibra em Detergente Neutro

MS – Matéria Seca

NRC - Nutrient Requirements of Beef Cattle

AGI – Ácido Graxos Insaturados

MN - Matéria Natural

MS – Matéria Seca

FDN - Fibra em Detergente Neutro

FDA – Fibra em Detergente Ácido

NIDIN – Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro

NIDA – Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido

EE - Extrato Etéreo

NT - Nitrogênio Total

CNFs - Carboidratos Não Fibrosos

LISTA DE SÍMBOLOS

Y - Produção de gases acumulada (ml)

t - Tempo de incubação (horas)

A - Total de gases produzidos (ml)

T - Tempo de colonização (horas)

M - Taxa de degradação fracional (h^{-1})

DE - Degradabilidade Efetiva

k - Taxa de passagem

S₀ - Frações inicialmente fermentáveis

U₀ - Frações não fermentáveis

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	Justificativa	13
3	Objetivos	13
3.1	Objetivo geral.....	13
3.2	Objetivos específicos.....	13
4	Revisão de literatura	13
5	Material e métodos	15
5.1	Local, período experimental	15
5.2	Análises Bromatológicas.....	18
5.3	Ensaio de produção de gases.....	18
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
7	CONCLUSÃO	25
8	Referências bibliográficas	26

1 INTRODUÇÃO

A agropecuária Brasileira tem crescido satisfatoriamente nos últimos anos, e um dos fatores que contribuem para esse fato são as condições climáticas e a extensão territorial. No entanto, as novas exigências de mercado apontam para o consumo de produtos obtidos em sistemas de produção que imprimem pela eficiência e a não degradação dos recursos naturais dos ecossistemas (IBGE, 2017; EMBRAPA, 2017).

Nesse cenário, a pecuária brasileira vem passando por grandes mudanças com a incorporação de novas tecnologias, uma delas é o crescimento do sistema de criação de ruminantes em confinamento, onde teve um aumento no número de animais abatidos que eram criados nesses sistemas quando comparados os anos de 2018 e 2020, com valores de 5,58 para 6,48 milhões de animais abatidos, respectivamente. (ABIEC 2019; ABIEC 2020).

A busca por maior produtividade e por alternativas que diminuam os custos de produção tem sido a maiores preocupações do setor agropecuário, como consequência da grande competitividade e da queda nas margens de lucro. A pecuária de corte brasileira vem passando por um processo de intensificação, em busca do crescimento da taxa de desfrute do rebanho, em função disso, a prática de terminação de animais confinados vem crescendo consideravelmente nos últimos anos (OBEID *et al.*, 2006).

Essas mudanças são acompanhadas da crescente necessidade de informações a respeito das questões nutricionais dos alimentos, e suas relações com o aproveitamento do alimento pelo animal, com o intuito de elevar a produtividade e diminuir as perdas por distúrbios metabólicos (NETO *et al.*, 2014).

Na busca por eficiência produtiva e econômica a utilização de grãos na dieta para ruminantes é uma possibilidade, pois segundo a estimativa para a produção de grãos na safra de 2020/2021 foi de aproximadamente 135,9 e 93,4 milhões de toneladas, respectivamente de soja e milho, sendo esses os principais ingredientes utilizados nas dietas com grãos (CONAB, 2021).

No que se refere ao desempenho animal consumindo dietas de alto grão, tem apresentado ganho de peso por animal satisfatório, possibilitando a produção de animais precoces, padronização dos lotes e maior aproveitamento dos animais. Outro

benefício da utilização de dietas sem volumoso é a redução de custos com redução no manejo e diminuição de funcionários (DIAS *et al.*, 2016).

A utilização do grão de soja e milho inteiro nas rações e alimentação de ruminantes pode elevar a densidade nutricional, sem a utilização de fibras provenientes das forragens. Assim, é apontado como vantagens de dietas sem volumoso, a redução do consumo, por tratar de uma dieta de alta concentração energética, aliando ao alto desempenho em ganho de peso, resultando em menores conversões alimentares (ARRIGONI *et al.*, 2013).

Na dieta de bovinos, o grão de soja inteiro e cru pode ser utilizado, pois os microrganismos do rúmen neutralizam parte dos componentes anti-nutricionais como anti-tripsina. Dentre as diferentes sementes oleaginosas disponíveis, o grão de soja destaca-se pela alta disponibilidade no mercado e alto valor nutricional, utilizada como fonte proteica e energética (McDONALD, 1981).

O teor de lipídeos presente no interior da semente é envolvido por uma matriz proteica, que ajuda a prevenir a rápida liberação do conteúdo lipídico da semente no ambiente ruminal e diminui os efeitos negativos sobre a degradação ruminal da fibra (BARLETTA *et al.*, 2012; RENNÓ *et al.*, 2015).

Nesse sentido, os estudos da microbiota e das atividades ruminais tem por objetivo atingir níveis nutricionais satisfatórios que possam manter a saúde e o bom funcionamento do rúmen. Além disso, vale ressaltar que, para que haja melhor aproveitamento dos alimentos fibrosos e maior eficiência dos microrganismos ruminais, faz se necessárias condições fisiológicas adequadas como pH, temperatura e substrato (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Ao estudarem a inclusão de 4,7%; 2,8% e 2,8 de casca de soja, farelo de soja, e grão de soja, respectivamente Arakaki *et al.* (2007), observaram que houve aumento na população microbiana (bactérias e protozoários), e na fermentação, melhorando a saúde ruminal quando utilizados os subprodutos da soja.

Utilizando grão de soja cru e tostados a temperaturas de 125 °C, 115 °C e 145 °C, em diferentes tempos de 1; 3; 4 e 5 minutos, Vasconcelos *et al.* (2016) observaram que a proteína dos grãos de soja crua foi mais sensível à degradação ruminal do que a proteína do grão submetido ao tratamento térmico. Comparando a degradação da proteína bruta (PB) da soja crua com a tratada em diferentes temperaturas e

procedimentos de tostagem, os mesmos autores verificaram-se que os grãos tostados, independente do tratamento, a fração solúvel “a” e taxa de degradação foram menores.

Dietas de alto grão contém níveis baixos ou ausentes de alimentos volumosos em sua formulação, geralmente compostas de grão de milho inteiro associado a uma fonte proteica, utilizados aproximadamente nas proporções 85% e 15%, respectivamente. Desta forma, é importante avaliar o efeito da substituição do pellet proteico por soja grão integral, sobre a fermentação ruminal de dietas de alto grão com e sem volumosos.

2 JUSTIFICATIVA

O projeto se justifica pelo fato das dietas de alto grão e do uso de alimentos menos processados poderem contribuir para uma melhor nutrição de ruminantes e conseqüentemente, contribuir para uma produção mais eficiente, gerando maior competitividade para nossa produção de ruminantes domésticos que é um importante setor do agronegócio brasileiro.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Objetiva-se com o estudo avaliar a fermentação ruminal de dietas de alto grão contendo soja grão inteiro, em substituição ao núcleo peletizado com e sem volumoso.

3.2 Objetivos específicos

Avaliar a fermentação ruminal de dietas de alto grão contendo soja grão inteiro em substituição ao núcleo peletizado com e sem volumosos, via ensaios *in vitro* de produção de gases com inóculos de bovinos (Modelo experimental).

4 REVISÃO DE LITERATURA

Conrad *et al.* (1964) indicaram que a ingestão alimentar é dependente das características do animal e da dieta, se for limitada pela capacidade física do animal,

quando a dieta contém altas proporções de fibra em detergente neutro (FDN), a ingestão torna-se uma função das características da dieta. Dessa forma, o animal consome alimento até atingir a capacidade máxima de ingestão de FDN, que passa a inibir a ingestão, havendo, assim, limite de distensão ruminal, que determina a interrupção da ingestão voluntária (MERTENS, 1987; MERTENS, 1988).

O custo de fontes tradicionais de alimentos é um fator limitante dos sistemas de produção, e a inclusão de fontes proteicas alternativas na alimentação de vacas tem como principal objetivo baixar os custos e manter o desempenho animal (IMAIZUMI *et al.*, 2010).

A capacidade de um alimento ser ingerido pelo animal depende da ação de vários fatores que interagem em diferentes situações de alimentação, comportamento animal e meio ambiente (THIAGO e GILL, 1990).

A predição da ingestão em ruminantes é extremamente importante e difícil, devido às interações que ocorrem entre o animal e a dieta, existindo poucos dados disponíveis para subsidiar o uso de equações (FORBES, 2007).

Estudos realizados por Resende *et al.* (2001) apontaram que os níveis de concentrado na dieta afetaram a ingestão dos nutrientes, observando-se resposta quadrática, em função do aumento dos níveis de concentrado na dieta. Este tipo de resposta indica a existência de níveis ótimos de inclusão de concentrados ou volumoso para a máxima eficiência de utilização dos nutrientes. Ainda de acordo com Resende *et al.* (2001), a maximização da ingestão de nutrientes digestíveis ocorreu com níveis de ingestão de FDN, variando de 1,25 a 1,02 %PV, portanto, para bovinos de corte, a ingestão ótima de FDN para o máximo desempenho encontra-se na faixa recomendada pelo NRC para bovinos de leite, de $1,2 \pm 0,1\%$ PV.

Ribeiro *et al.* (2007), constataram que a fonte proteica influenciou o ganho de peso corporal, a conversão alimentar e a eficiência proteica. Ao avaliarem dois ingredientes proteicos da dieta (farelo de soja e de algodão) e de dois processamentos físicos do concentrado (farelado e extrusado), como componente proteico da dieta de tourinhos jovens confinados, o farelo de soja obteve melhores resultados quando comparado o farelo de algodão.

De acordo com Rodriguez *et al.* (2003) o farelo de soja é a fonte proteica com a maior degradabilidade ruminal quando comparado com farelo de algodão, farelo de

mamona, farelo de palmiste e glúten de milho, farinhas de carne e ossos, farinha de sangue, farinha de penas e vísceras e farinha de peixe e a taxa de passagem sendo de 5%/h.

Moreira *et al.* (2003) obtiveram resultados positivos na degradabilidade efetiva ruminal para o farelo de soja, quando observaram a degradação ruminal *in situ* da matéria seca (MS) e da proteína bruta (PB) de 10 concentrados proteicos. Indicando que a utilização de farelo de soja apresenta uma maior degradabilidade ruminal efetiva, quando comparado aos farelos de algodão, mamona, palmiste, glúten de milho e as farinhas de carne e ossos, penas, vísceras, sangue e peixe.

De acordo com Souza *et al.* (2009), quando compararam dietas a base grão de soja moída com baixo teor de gordura (3,15% de extrato etéreo) e alto teor de gordura (7,28% de extrato etéreo), foi observado que a dieta com 7,28% de extrato etéreo foi eficiente para redução da ingestão de matéria seca sem que ocorresse o prejuízo no ganho de massa corporal dos taurinos no confinamento.

Bassi *et al.* (2012) quando avaliaram o consumo, desempenho e digestibilidade de dietas com diferentes grãos de oleaginosas (grão de soja, caroço de algodão ou semente de linhaça) em novilhos zebuínos em confinamento, observaram que o grão de soja e a semente de linhaça obtiveram resultados satisfatórios, promovendo um desempenho semelhante com a dos animais que foram oferecidos dietas sem lipídeo adicional.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Local, período experimental

O experimento foi desenvolvido na Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus de Araguaína, que está localizado nas coordenadas 6°34'52", de latitude sul, e 48°38'40" de longitude oeste e 152,0 m de altitude na Amazônia Oriental Brasileira.

O ensaio foi realizado nas dependências da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus Araguaína da Universidade Federal do Tocantins.

Os ruminantes doadores de inóculo foram no total de três animais de 750 ± 115 kg, e o quarto inóculo foi obtido a partir da mistura dos três inóculos coletados, foram obtidos nos setores bovinocultura de leite e bovinocultura de corte da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins.

Foi realizado o ensaio de fermentação ruminal *in vitro*. A preparação e o ensaio experimental *in vitro* teve duração de aproximadamente 75 dias, nos meses de setembro a dezembro de 2020, sendo testadas no ensaio as seguintes dietas (Tabela 1 e 2):

Tratamento 1 – Núcleo peletizado + milho grão inteiro (proporção 15 e 85%, respectivamente), dieta 100% concentrado;

Tratamento 2 – Núcleo peletizado + milho grão inteiro (proporção 15 e 85%, respectivamente) +silagem, dieta 85% concentrado e 15% volumoso;

Tratamento 3 – Soja grão inteiro + milho grão inteiro (proporção 15 e 85%, respectivamente), dieta 100% concentrado;

Tratamento 4 – Soja grão inteiro + milho grão inteiro (proporção 15 e 85%, respectivamente) +silagem, dieta 85% concentrado e 15% volumoso;

Tratamento 5 – Concentrado comercial + silagem, dieta 50% concentrado e 50% de volumoso.

Os tratamentos foram testados em delineamento experimental de blocos casualizados (DBC) com arranjo fatorial (2 x 2), com tratamento adicional, sendo os fatores a inclusão ou não do grão de soja substituindo o núcleo peletizado com 38 % de PB e a presença ou não de 15% de volumoso (Silagem de capim Mombaça) na dieta, além do tratamento adicional 50/50 % (Concentrado Comercial / Volumoso), perfazendo 5 tratamentos e com 5 blocos (animais doadores).

Tabela 1: Composição bromatológica dos ingredientes experimentais

Variável	Milho	Núcleo	Soja Grão	Silagem	Con. Comer
MS, (g kg ⁻¹ MN)	898,9	851,4	943,9	310,8	883,0
PB (g kg ⁻¹ MS)	86,3	385,0	431,2	30,3	95,9
FDN (g kg ⁻¹ MS)	162,2	306,3	193,8	826,8	82,7
FDA (g kg ⁻¹ MS)	25,2	64,4	42,6	477,2	21,9
NIDIN/NT (g kg ⁻¹ NT)	107,9	46,5	168,3	404,3	51,7
NIDA/NT (g kg ⁻¹ NT)	27,6	11,9	21,8	234,0	11,3
EE (g kg ⁻¹ MS)	65,4	6,8	246,2	21,0	27,2
Cinza (g kg ⁻¹ MS)	24,2	370,6	58,6	380,3	69,3

¹MN- Matéria natural. MS – Matéria Seca; PB – Proteína Bruta; FDN - Fibra em Detergente Neutro; FDA – Fibra em Detergente Ácido; NIDIN – Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro; NIDA – Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido; EE - Extrato Etéreo; NT Nitrogênio Total (Análises feitas no laboratório de nutrição animal da universidade).

Tabela 2: Proporção de ingredientes e composição bromatológica das dietas experimentais

	Variável				
	MilhoNucl	MilhoNuSil	MilhoSoja	MilhoSojaSil	CComerSil
Milho grão	850,00	725,00	850,00	725,00	-
Soja grão	-	-	150,00	125,00	-
Núcleo	150,00	125,00	-	-	-
Silagem	-	150,00	-	150,00	500,00
Concen. Comercial					500,00
Composição química					
MS, (g kg ⁻¹ MS)	913,1	914,6	922,1	927,9	914,4
PB (g kg ⁻¹ MS)	148,3	115,7	122,5	98,2	88,7
FDN (g kg ⁻¹ MS)	122,4	232,3	120,2	218,1	446,4
FDA (g kg ⁻¹ MS)	21,0	86,7	23,6	87,7	242,4
NIDIN/NT (g kg ⁻¹ NT)	68,0	74,4	107,1	83,6	131,5
NIDA/NT (g kg ⁻¹ NT)	15,8	37,3	48,4	29,8	75,3
EE (g kg ⁻¹ MS)	23,8	31,1	70,5	65,7	23,6
Cinza (g kg ⁻¹ MS)	53,4	63,5	27,1	40,9	103,4

MilhoNucl – Milho + Núcleo; MilhoNuSil - Milho + Núcleo + Silagem; MilhoSoja - Milho + Soja; MilhoSojaSil - Milho + Soja + Silagem; CComerSil – Concentrado Comercial + Silagem. ¹MN- Matéria natural. MS – Matéria Seca; PB – Proteína Bruta; FDN - Fibra em Detergente Neutro; FDA – Fibra em Detergente Ácido; NIDIN – Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro; NIDA – Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido; EE - Extrato Etéreo; NT Nitrogênio Total (Análises feitas no laboratório de nutrição animal da universidade).

5.2 Análises Bromatológicas

Os ingredientes foram secos a 55° C por 72 horas e moídas a 1 mm em moinho tipo willey, e após esses procedimentos as dietas experimentais foram formuladas e submetidas a análises para determinação dos teores de: matéria seca (MS) (método 967.03), proteína bruta (PB) (método 981.10) e extrato etéreo (EE) (método 920.39), segundo AOAC (2016), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), com o aparelho “Ankon” pelo método sequencial (VAN SOEST; ROBERTSON; LEWIS, 1991).

O nitrogênio insolúvel em detergente neutro e ácido (NIDN e NIDA, respectivamente) foram determinados segundo Licitra *et al.* (1996).

5.3 Ensaio de produção de gases

Os ingredientes foram secos a 55° C por 72 horas e moídas a 1 mm em moinho tipo willey, e misturados de acordo com as proporções estabelecidas para cada tratamento.

Após formuladas as dietas experimentais foram submetidas a um ensaio de produção de gases *in vitro* utilizando-se a metodologia da técnica semi-automática de produção de gases, proposta por Maurício *et al.* (1999).

Em frascos com capacidade para 150 ml, foram adicionados aproximadamente 1,0 g de amostra previamente moída sob aspersão de CO₂, com 3 réplicas para cada dieta (Tratamento) e cada inóculo (Bloco), 10 ml de inóculo, 90 ml de meio de cultura proposto por Theodorou *et al.* (1994).

Para os ajustes de variação, foram incubados frascos considerados brancos, contendo as soluções de incubação sem substrato. Os frascos foram vedados com tampa de silicone e incubados em estufa a 39 °C, sob controle rigoroso de temperatura.

As medidas de pressão de gases foram tomadas utilizando-se um transdutor de pressão modelo DPI800-P, conectado a uma válvula de três saídas, sendo a primeira acoplada a uma agulha(0,8 x 25,0 mm), a segunda ao transdutor e a terceira ficou vedada. As leituras foram realizadas nos tempos 2; 4; 6; 8; 10; 12; 15; 19; 24; 30; 36; 48; 72 e 96 horas após o início do processo de fermentação *in vitro*. O modelo

de France et al. (1993) foi ajustado aos dados da cinética de produção de gases, como expresso abaixo:

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

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 (h⁻¹) “μ”. 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).

A degradabilidade efetiva foi obtida segundo metodologia de France *et al.* (1993), onde:

$$DE = S_0 E^{-kT} (1 - KI) / (S_0 + U_0)$$

em que: DE = Degradabilidade efetiva

k = taxa de passagem; sendo calculado para k=0,05; 0,06; 0,07 e 0,08.

S₀ e U₀ = frações inicialmente fermentáveis e frações não fermentáveis, respectivamente,

sendo:

$$I = \int_0^{\infty} \exp [-(b + k) (t - T) + c(\sqrt{t} - \sqrt{T})] dt.$$

Tabela 3: Dados para análise de variação

Fontes de variação	Graus de liberdade
Total	24
Blocos (Inóculos de diferentes animais)	4
Fator1 (Inclusão ou não do grão de soja)	1
Fator2 (Presença ou não de volumoso)	1
Interação (Fator1 x Fator2)	1
Fator adicional	1
Adicional X Fatorial	3
Erro	13

O modelo estatístico adotado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + F_{1j} + F_{2l} + F_{1j} \cdot F_{2l} + Ad + Ad \cdot Fat + e_{ijk}$$

em que,

μ = média geral.

B_i = efeito do Bloco i , $i = 1, 2, 3, 4$ e 5 .

F_{1j} = efeito da Inclusão ou não do grão de soja j , $j =$ Com soja grão, sem soja grão.

F_{2l} = efeito da Presença ou não de volumoso j , $j =$ Com volumoso, Sem Volumoso.

$F_{1j}.F_{2l}$ = efeito da interação ($F_1 \times F_2$)

Ad = efeito do Tratamento adicional

Ad . Fatorial = efeito da interação adicional vs combinação fatorial

e_{ijk} = erro.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando observado os parâmetros da cinética de fermentação ruminal (Tabela 3), a produção total de gases (A), teve variação quando alterado a fonte proteica e quando houve a inclusão de volumoso na dieta.

Em dietas que foi substituído o núcleo peletizado por soja grão houve uma redução na produção total de gases, com valores de 229,0 e 215,8 mL, respectivamente. Independente da adição de silagem, foi observado esse mesmo comportamento, demonstrando que a inclusão de soja aumentou os teores de EE (Tabela 2) na dieta e reduziu a fermentação total.

O fornecimento de lipídeos para ruminantes geralmente provoca redução na digestibilidade da fibra, decréscimo na concentração de protozoários, aumento no conteúdo de ácidos graxos voláteis e redução na produção de metano no rúmen, sendo esse comportamento dependente da quantidade e da fonte de lipídeo. (BERCHIELLI *et al.*, 2006).

Segundo Galbraith e Miller (1981, apud Berchielli *et al.*, 2006) a adsorção dos ácidos graxos livres à partícula de alimento inibe o contato direto das células microbianas ao substrato ou a ligação das celulas bacterianas a celulose, diminuindo a captação de aminoácidos e a produção de ATP pela bactéria. O contato físico direto do microrganismo às partículas de alimento é fundamental para a degradação, principalmente da celulose no rúmen.

Villaça *et al.* (1999) quando compararam os efeitos da adição de sementes inteiras de soja, algodão e de óleo de soja sobre os padrões ruminais e a digestibilidade *in vitro*, em bezerros Holandeses fistulados, encontraram que a adição dessas fontes causou efeitos depressivos sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca, da proteína bruta e da FDN.

Independentemente da inclusão de silagem maiores valores de produção de gases foi obtido em dietas contendo Núcleo, de 229,0 mL sem Silagem e 206,0 mL com Silagem, e menores valores com a inclusão de soja independente da adição de silagem 215,8 e 198,2 mL, respectivamente, indicando que a Silagem não alterou o comportamento cinético de produção de gases, porém reduziu a produção total de gases, quando comparados dietas sem Silagem e dietas com Silagem. O que pode explicar esse fator de fermentação são os maiores valores de FDN (tabela 2), de 232,3 e 218,1 (g kg⁻¹ MS), para as dietas MilhoNuSil e MilhoSojaSil respectivamente.

A FDN é menos digestível que os CNFs (Carboidratos não fibrosos), portanto, a proporção de FDN na dieta está negativamente correlacionada com a concentração de energia. Quanto maior o FDN, menor o conteúdo celular, assim tem menor digestibilidade. (MEDEIROS *et al.*, 2015).

Santos *et al.* (2003) com o objetivo de validar a técnica de produção de gás na avaliação de alimentos concentrados e volumosos, encontraram que os menores volumes acumulados de produção de gás dentre os volumosos testados, a silagem de capim e o feno de coast cross obtiveram os menores valores, esses mesmos tratamentos foram encontrados os maiores valores de FDN 67,4 e 72,6, respectivamente.

Neiva Júnior *et al.* (2010) observaram maiores produção de gás que quando se adicionou torta de Tremoço na dieta, tendo também uma melhor fermentação ruminal, tendo esse tratamento menores teores de fibras, quando comparados as tortas de nabo forrageiro e de pinhão manso, alimentos esses com maiores proporções de carboidratos estruturais.

A taxa de degradação fracional (μ) aumentou quando adicionado soja na dieta, com maiores valores no tratamento sem silagem, de 0,0511 (h⁻¹) e menores quando incluído a silagem, de 0,0509 (h⁻¹). Fato que pode ter ocorrido devido ao maior percentual de EE (Tabela 2) nas dietas de MilhoSoja (sem silagem) e MilhoSojaSil

(com silagem), de 70,5 e 65,7 (g kg⁻¹ MS) respectivamente. Podendo ocorrer a alteração da população microbiana, favorecendo as bactérias amilolíticas, que degradam mais rapidamente a fração não fibrosa da dieta, assim a fibra da dieta terá uma degradação.

Nem todos os tipos de bactérias, são modificadas da mesma forma. O crescimento de bactérias celulolíticas é mais reduzido do que as amilolíticas, assim como bactérias Gram-positivas são mais sensíveis que as Gram-negativas (Galbraith *et al.*, 1971; Maczulak *et al.*, 1981., apud Berchielli *et al.*, 2006).

O menor resultado de produção total de gás foi encontrado na dieta de concentrado comercial, de 128,4 ml. Isso pode ser explicado pelo fato da proporção de 50/50% concentrado comercial mais silagem. Que elevou os teores de fibra neste tratamento, em função da inclusão de 50% de Silagem, aumentando assim a proporção de FDN da dieta (tabela 2), de 446,4 (g kg⁻¹ MS). Segundo Sousa *et al.* (2014) ao testarem níveis de fermentação com diferentes produtos do babaçu notaram que a produção de gases foi menor quando utilizado alimentos mais fibrosos.

Tabela 4 - Parâmetros da cinética de fermentação ruminal *in vitro* de dietas com inclusão ou não de soja ou silagem em dietas, utilizando o modelo de France e degradabilidade efetiva

Parâmetros de France	Inclusão ou não de soja ou silagem em dietas				
	MilhoNucl	MilhoNuSil	MilhoSoja	MilhoSojaSil	CComerSil
A*	229,00	206,00	215,80	198,20	128,40
T* (Horas:Minutos)	00:39	00:47	00:27	00:45	1:27
μ^*	0,0451	0,0468	0,0511	0,0509	0,0405
DE** (5%)	87,2996	78,1202	87,6038	79,4790	57,8764
DE (6%)	85,8733	76,7387	86,3262	78,0998	56,4779
DE (7%)	84,4619	75,3742	85,0590	76,7369	55,1077
DE (8%)	83,0652	74,0264	83,8018	75,3903	53,7652

A - Total de gases (mL), T - Tempo de colonização (horas) e μ - Taxa de degradação fracional (h⁻¹)

* Parâmetros estimados pelo modelo de France *et al.* (1993). **Degradabilidade Efetiva

As curvas de produção cumulativa de gases dos tratamentos e suas respectivas equações estão representadas nas Figura 1 e na Tabela 5.

No teste de paralelismo, a inclusão de silagem na dieta não mudou o comportamento cinético de produção de gases, segundo o teste de paralelismo de curvas a 5% de probabilidade. Assim os tratamentos MilhoNucl e MilhoSoja apresentaram o mesmo padrão que as dietas MilhoNuSil e MilhoSojaSil, respectivamente.

Quando trocada a fonte proteica da dieta esse comportamento cinético foi alterado, podendo ser observado pelas letras minúsculas da tabela 5.

No teste de identidade de curvas, observou-se que as dietas não foram idênticas ($p < 0,05$) em nenhum tratamento, sendo que as dietas de concentrado obtiveram maiores valores, a dieta de MilhoNucl atingiu o melhor resultado dentre os tratamentos, de 229,00 ml, seguido dos Milhosoja, MilhoNuSil, MilhoSojaSil, CComerSil (Tabela 5).

Quando substituído o núcleo peletizado pela soja grão inteira, apresentou uma redução na degradação total da dieta, porém a fonte de lipídio que foi testada, se fornecida para animais, pode ser que melhore a condição corporal do animal, pelo fato dos lipídios ter muita energia quando comparados a carboidratos. E apesar de ter fermentado menos, se for testada animais, talvez encontre resultados positivos para o desempenho animal.

A inclusão de 15% de silagem também diminuiu ($p < 0,05$) a produção total de gases, pois a inclusão de volumoso reduz a fermentação total do alimento, pela característica da fibra de reduzir o contato dos microrganismos as frações mais solúveis, quando comparado a CNFs, fazendo com que tenha uma fermentação mais lenta da fibra.

O tratamento controle obteve os menores resultados de produção acumulativa de gases, isso se deu pelo fato do maior teor de carboidratos estruturais na dieta, ocorrendo uma menor fermentação, porém esse tratamento não é de dieta de alto grão, tendo assim a intenção de confrontar as dietas de alto grão.

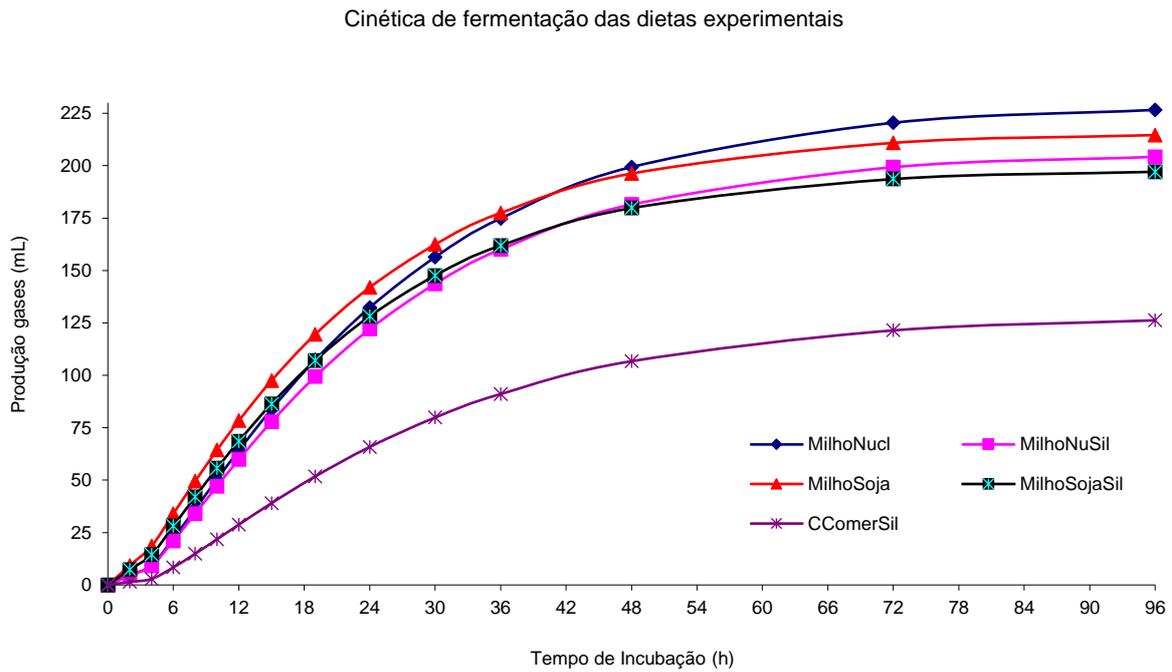


Figura 1. Curvas da produção cumulativa de gases em função dos tempos de incubação

Tabela 5 - Equações da produção acumulativa de gases (PCG), em mL/g de MS de dietas com inclusão ou não de soja ou silagem em dietas

Tratamento	Equações (Modelo de France)	R ²
MilhoNucl	$Y = 229,0000 \times \{1 - \exp [-(0,0607) \times (t - 0,6548) - (-0,1356) \times (\sqrt{t} - \sqrt{0,6548})]\}$	b A 99,6165
MilhoNuSil	$Y = 206,0000 \times \{1 - \exp [-(0,0632) \times (t - 0,7944) - (-0,1420) \times (\sqrt{t} - \sqrt{0,7944})]\}$	b C 99,4909
MilhoSoja	$Y = 215,8000 \times \{1 - \exp [-(0,0642) \times (t - 0,4802) - (-0,1042) \times (\sqrt{t} - \sqrt{0,4802})]\}$	a B 99,7892
MilhoSojaSil	$Y = 198,2000 \times \{1 - \exp [-(0,0659) \times (t - 0,7635) - (-0,1220) \times (\sqrt{t} - \sqrt{0,7635})]\}$	a D 99,6995
CComerSil	$Y = 128,4000 \times \{1 - \exp [-(0,0573) \times (t - 1,4500) - (-0,1552) \times (\sqrt{t} - \sqrt{1,4500})]\}$	c E 99,0369

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 (Regazi e Silva, 2004).

7 CONCLUSÃO

A inclusão de soja grão como alternativa de fonte proteica para nutrição de ruminantes, reduz a fermentação da dieta, porém melhora a digestão fracional da mesma.

O fornecimento de 15% de silagem também reduz a fermentação da dieta, pelo fato do aumento da fração fibrosa da dieta.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC. BeefREPORT - Perfil da Pecuária no Brasil, **Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes**, v.1, p. 60, 2019.

ABIEC. BeefREPORT - Perfil da Pecuária no Brasil, **Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes**, v.1, p. 49, 2021.

ARAKAKI, L.C.; GAGGIOTTI, M.; GALLARDO, M.; VALTORTA, S.; CONTI, G.; QUAINO, O.; CARRILLO, J.; GREGORET, R.; KUDO, H.; DEHORITY, B. The effects of feeding soybean meal, soybean hulls and raw soybean seed rumen microbial populations and ruminal fermentation in grazing dairy cows. **Japan international research center for agricultural sciences**, v.41, n.4, p.299-305, 2007.

ARRIGONI, M. B.; MARTINS, C.L.; SARTI, L. M. N.; BARDUCCI, R. S.; FRANZÓI, M.C.S.; JÚNIOR, L.C.V.J.; PERDIGÃO, A.; RIBEIRO, F.A.; FACTORI, M.A. Níveis elevados de concentrado na dieta de bovinos em confinamento. **Veterinária e Zootecnia**, v.20, n.4, p.539-551, 2013.

AOAC – Official methods of analysis. **Association of official analytical chemists international**. 16th ed. 1995.

BARLETTA, R.V.; RENNÓ, F.P.; GANDRA, J.R.; FREITAS JÚNIOR, J.É. DE.; VERDURICO, L.C.; MINGOTI, R.D.; VILELA, F.G. Desempenho e parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras alimentadas com grão de soja. **Archivos de zootecnia**, v.61, n.236, p.484, 2012.

BASSI, M. S. et al. Grãos de oleaginosas na alimentação de novilhos zebuínos: consumo, digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.2, p.353-359, 2012.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. de. Nutrição de Ruminantes. Funep, n. 976, p. 583, 2006.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Safra 2020/21 – Décimo levantamento, **Companhia Nacional de Abastecimento**, v.8, n.10, p.110, 2021.

CONRAD, H.R., PRATT, A.D., HIBBS, J.W. Regulation of feed intake in dairy cows. I- Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. **Journal of Dairy Science**, v.47, n.1, p.54-62, 1964.

DIAS, A. M.; OLIVEIRA, L.B.; ÍTAVO, L.C.V.; MATEUS, R.G.; NOGUEIRA, E. Terminação de novilhos Nelore, castrados e não castrados, em confinamento com dieta alto grão. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, v.17, p.45-54, 2016.

EMBRAPA. Evolução e Qualidade da Pecuária Brasileira – Nota técnica. **Empresa Brasileira de Agricultura e Pecuária**, p.4, 2017.

FORBES, J.M. Voluntary food intake and diet selection by farm animals. **Centre for Agriculture and Biosciences International**, p.532, 2007.

FRANCE, J.; DHANOA, M. S.; THEODOROU, M. K.; LISTER, S. J.; DAVIES, D. R.; ISAC, D. A model to interpret gas accumulation profiles with in vitro degradation of ruminal feeds. **Journal of Theoretical Biology**, v.163, n.1, p.99-111, 1993.

IBGE. Indicadores Estatísticos da Produção Pecuária, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2017.

IMAIZUMI, H. et al. Diet crude protein content and sources for lactating dairy cattle. **Scientia Agricola [online]**, v.67, p.16-22, 2010.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.

MAURÍCIO, R. M.; MOULD, F.; DHANOA, M. S. et al. A semi-automated in vitro gas production technique for ruminants feedstuff evaluation. **Animal Feed Science and Technology**, v.79, n.4, p.321-330, 1999.

McDONALD, I. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. **Journal of Agriculture Science**, v. 96, n. 1, p. 251-252, 1981.

MEDEIROS, S. R. de; GOMES, R. da C.; BUNGENSTAB, D. J. (ed.). Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, v.1, p.178, 2015.

MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v.64, n.5, p.1548-1558, 1987.

MERTENS, D.R. Balancing carbohydrate in dairy rations. LARGE HERD DAIRY MANAGEMENT CONFERENCE, **Cornell University**, p150-161, 1988.

MOREIRA, J.F.C. et al. Concentrados proteicos para bovinos: 1. Digestibilidade in situ da matéria seca e da proteína bruta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.3, p.315-323, 2003.

NEIVA JÚNIOR, A. P. et al. Avaliação das silagens de capim-elefante aditivadas com nabo forrageiro, pinhão manso e tremoço, pela técnica de produção de gases. **Revista Ciência e Agrotecnologia [online]**, v.34, n.4, p.1024-1030. 2010.

NETO, J.A.S.; OLIVEIRA, V.S.; SANTOS, A.C.P.; VALENÇA, R.L. Distúrbios metabólicos em ruminantes – Uma Revisão. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.8, N.4, p.157-186, 2014.

OBEID, J.A.; PEREIRA, O.G.; PEREIRA, D.H; VALADARES FILHO, S.C.; CARVALHO, I.P.C.; MARTINS, J.M. Níveis de Proteína Bruta em Dietas para Bovinos de corte: consumo, digestibilidade e desempenho produtivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2434-2442, 2006.

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**, n.20. 2013.

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.

RENNÓ, F.P.; CÔNSOLO, N.R.B.; VENTURELI, B.; TAKIYA, C.S. Grão de soja cru e inteiro na alimentação de bovinos: Excreção de grão de soja nas fezes. **Arquivos de Zootecnia**, vol.64, n.248, p.332, 2015.

RESENDE, F. D. de et al. BOVINOS MESTIÇOS ALIMENTADOS COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE VOLUMOSO:CONCENTRADO. 2. EFEITO SOBRE A INGESTÃO DE NUTRIENTES. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.30, n.1, p.270-279, 2001.

RIBEIRO, G. M. et al. Efeito da fonte proteica e do processamento físico do concentrado sobre a terminação de bovinos jovens confinados e o impacto ambiental dos dejetos. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.36, n.6, p.2082-2091, 2007.

RODRIGUES FILHO, M. et al. Características de carcaça e cortes comerciais de tourinhos Red Norte suplementados com óleos de fritura e soja terminados em confinamento. **Revista Brasileira de saúde e produção animal**, v.14, n.1, p.54-66, 2013.

RODRIGUEZ, N.M. et al. Concentrados proteicos para bovinos: 2. Digestão pós-ruminal da matéria seca e da proteína. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.3, p.324-333, 2003.

SANTOS, R. A. dos et al. Estimativa da degradabilidade ruminal de alimentos utilizando a técnica de produção de gás em bovinos, ovinos e caprinos. **Revista Ciência e Agrotecnologia [online]**, v.27, n.3, p. 689-695. 2003.

SOUSA, L. F. et al. Composição bromatológica e cinética da fermentação ruminal de rações contendo resíduos de babaçu. **Revista Ciência Agronômica [online]**, v.45, n.1, p.177-185, 2014.

SOUZA, A. R. D. L. et al. Dieta com alto teor de gordura e desempenho de tourinhos de grupos genéticos diferentes em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.7, p 746-753, 2009.

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**, v.48, n.3-4, p.185-197, 1994.

THIAGO, L.R.L., GILL, M. Consumo voluntário de forragens por ruminantes: Mecanismo físico ou fisiológico? BOVINOCULTURA DE CORTE. **Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz**, p.47- 78, 1990.

VASCONCELOS, A. M. de et al. Degradabilidade ruminal e digestibilidade intestinal dos grãos de soja crus e tostados em bovinos leiteiros. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal [online]**, v.17, n.4, p. 744-752, 2016.

VILLAÇA, M.; EZEQUIEL, J. M. B.; KRONKA, S. DO N. Efeito de sementes oleaginosas inteiras e óleo de soja sobre a digestibilidade in vitro e os padrões ruminais de bezerros holandeses. **Revista Brasileira de Zootecnia [online]**, v.28, n.3, p. 654-659, 1999.