

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE LINGUAGEM, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E SOCIAIS APLICADAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ZOOTECNIA

PRISCILA LIMA SALES

**UTILIZAÇÃO DE GENGIBRE NA RAÇÃO DE OVINOS: PARÂMETROS
RUMINAIS**

PONTES E LACERDA-MT
DEZEMBRO/2022

PRISCILA LIMA SALES

**UTILIZAÇÃO DE GENGIBRE NA RAÇÃO DE OVINOS: PARÂMETROS
RUMINAIS**

“Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências para obtenção do Título de Bacharel em Zootecnia”.

Orientador: Prof. Pós Dr. Luiz Juliano Valério Geron

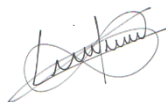
PONTES E LACERDA-MT
DEZEMBRO/2022

PRISCILA LIMA SALES

UTILIZAÇÃO DE GENGIBRE NA RAÇÃO DE OVINOS: PARÂMETROS RUMINAIS

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a Coordenação do Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

APROVADO EM: 08/12/2022



Prof. Dr. Luiz Juliano Valério Geron
Orientador/UNEMAT- Pontes e Lacerda



Profa. Dra. Jocilaine Garcia
Membro/UNEMAT- Pontes e Lacerda



Profa. Dra. Sílvia Cristina de Aguiar
Membro/UNEMAT – Pontes e Lacerda

Aos meus pais, Silvia e Wanks.

Minha irmã Luiza.

Dedico-lhes com muito amor e gratidão.

AGRADECIMENTOS

A Deus por até aqui me dar forças e chegar até aqui. Aos meus pais Silva e Wanks por nunca ter deixado faltar o pão e ensino dentro de casa. Por me ensinarem que educação, dedicação e seu nome podem te fazer chegar a lugares inimagináveis.

A minha irmã Luiza que sempre esteve comigo em todos os momentos difíceis que passamos, e em todas as vezes que quis desistir de tudo e todos, ela sempre me estendeu a mão.

A minha avó Iolanda, que todos os dias ora por mim e desde criança me defende de tudo que queira me derrubar.

A minha Tia Júlia que a tenho como Mãe e amiga desde quando me entendo por ser humano. Minha prima e comadre Jéssica que me amparou sempre que precisei.

A minha afilhada Cecília, que me despertou um amor que jamais achei que pudesse sentir.

Ao meu orientador Prof. Dr. Luiz Juliano Valério Geron, que compartilhou todo seu conhecimento e paciência, com ética e muito amor pela área que alimenta o mundo.

Aos meus professores que fizeram parte dessa longa jornada, desde contratados a efetivos. Todos merecem o reconhecimento por tudo que fazem a esta universidade.

Aos meus amigos, em especial a Mariana Perete, Fabíola Aneli, Andressa Santos, Diego Padilha, Eliane Querino, Patrícia Rafaella, Nayhany Salles e Mayron Amaral.

Aos meus colegas de trabalho, Unemat, Hot Dog do Salsicha, que ao longo da caminhada me deram apoio e suporte.

Espero poder retribuir a todos tudo o que fizeram por mim. Não tenho palavras que possam descrever o tamanho do meu agradecimento, amor e carinho por vocês. Trabalharei arduamente para que possa oferecer de alguma forma um futuro melhor a vocês e a minha profissão.

*“Ó SENHOR Deus, os teus feitos poderosos me tornam feliz! Eu canto de alegria pelas coisas
que fazes.*

Que grandes coisas tens feito, ó SENHOR! Como é difícil entender os teus pensamentos!

Aqui está uma coisa que o tolo não entende, e o ignorante não pode compreender”.

Salmos 92

RESUMO

Objetivou-se avaliar a inclusão do gengibre (*Zingiber officinale*) 0,0%, 0,2%, 0,4% e 0,6% na ração de ovinos confinados sobre o valor de pH e concentração de nitrogênio amoniacal do líquido ruminal. Foram utilizados 4 ovinos sem raça definida com peso corporal inicial de 25 kg, distribuídos em delineamento experimental em quadrado latino (4x4) para a determinação das variáveis estudadas. Foram balanceadas quatro rações experimentais contendo 0,0%; 0,2%; 0,4% e 0,6% de gengibre na matéria seca (MS), as quais apresentaram valor médio de 13,0% de PB (isoprotéicas) e de 69,5% de nutrientes digestíveis totais – NDT (isoenergéticas). As variáveis estudadas (parâmetros ruminais) foram submetidas a análise de variância e diferenças observadas a níveis de inclusão de gengibre na alimentação de ovinos determinadas por análise de regressão considerando 5% de significância. Para obtenção dos valores de pH e concentração de nitrogênio amoniacal - N-NH₃ do líquido ruminal (parâmetros ruminais), as rações experimentais foram dispostas em esquema de parcelas subdivididas, e os tempos de amostragem, como subparcelas. A inclusão dos níveis de 0,0%; 0,2%; 0,4% e 0,6% de gengibre na alimentação de ovinos não alterou ($p>0,05$) os valores de pH observados do líquido ruminal. Contudo, o valor de pH do líquido ruminal diferiu ($p<0,05$) em relação ao tempo, para todas as rações experimentais contendo gengibre. Para os diferentes níveis de gengibre nas rações de ovinos a concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) do líquido ruminal diferiu ($p<0,05$) de maneira significativa. Desta maneira, houve a necessidade de realizar o desdobramento das equações de regressão para cada nível de gengibre para observar aonde foram as maiores concentrações de N-NH₃ em função dos tratamentos. Assim, podemos concluir que a inclusão de até 0,6% de gengibre nas rações de ovinos não altera o valor de pH. Contudo, a inclusão de 0,4% de gengibre possibilita a maior concentração do nitrogênio amoniacal do líquido ruminal.

Palavras-chave: Aditivo fitogênico. Amônia. Fermentação ruminal. pH.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the inclusion of ginger (*Zingiber officinale*) 0.0%, 0.2%, 0.4% and 0.6% in the feed of sheep confined under ammoniacal and pH. Four mixed-breed sheep with an initial body weight of 25 kg were used, distributed in a Latin square experimental design (4x4) to determine the variables studied. Four experimental diets containing 0.0%; 0.2%; 0.4% and 0.6% of ginger in the dry matter (DM), which will present an average value of 13.0% of CP (isoproteic) and 69.5% of total digestible nutrients - TDN (isoenergetic). The variables studied were subjected to analysis of variance and differences observed at levels of inclusion of ginger in sheep feed determined by regression analysis considering 5% significance. To obtain pH values and concentration of ammoniacal nitrogen - N-NH₃ in the ruminal fluid (ruminal parameters), the experimental diets were arranged in a split-plot scheme, and the sampling times, as subplots. The inclusion of levels of 0.0%; 0.2%; 0.4% and 0.6% of ginger in sheep feed did not alter ($p>0.05$) the observed pH values of the ruminal fluid. However, the pH value of the ruminal fluid differed ($p<0.05$) in relation to time, for all experimental diets containing ginger. For the different levels of ginger in sheep diets, the concentration of ammoniacal nitrogen (N-NH₃) differed significantly ($p<0.05$). Thus, it was necessary to unfold the regression equations for each level of ginger to observe where the highest concentrations of N-NH₃ were as a function of the treatments. Thus, we can conclude that the inclusion of up to 0.6% of ginger in sheep diets does not change the pH value. However, the inclusion of 0.4% ginger enables the highest concentration of ammoniacal nitrogen in the ruminal fluid.

Keywords: Amonium. pH. Phytogenic additive. Ruminal fermentation.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 GENGIBRE – <i>Zingiber officinale</i>	12
2.2 ADITIVOS FITOGÊNICOS	14
2.3 CARACTERÍSTICAS DO RÚMEN	14
2.3.1 Parâmetros de fermentação ruminal	15
2.3.2 Valores de pH do líquido ruminal.....	18
2.3.3 Nitrogênio Amoniacal.....	21
3 MATERIAL E MÉTODOS	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5 CONCLUSÃO.....	35
REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Moreira (2018), o uso de antibióticos na alimentação animal tem sido alvo de discussões acirradas. O grande questionamento está na possível deposição de resíduos dos antibióticos nos produtos de origem animal (carne e leite) e a preocupação quanto ao surgimento de bactérias resistentes que poderiam atingir a cadeia alimentar e gerar impactos sobre saúde humana.

Segundo Silva (2019), a sociedade de maneira geral, técnicos e produtores vem buscando alternativas para melhorar a qualidade de alimento, e consequentemente melhorar o desempenho desses animais, utilizando alimentos mais digestíveis, com poder de melhorar o ambiente ruminal e contribuir para uma melhor absorção e aproveitamento dos alimentos. O uso de aditivos fitoterápicos na alimentação animal pode ser uma alternativa viável, por ser um recurso natural e de baixo custo, além de ser mais saudável para os consumidores de produtos de origem animal. São compostos derivados de plantas que, quando incorporados às dietas animais, podem promover melhor performance e melhor qualidade dos produtos finais.

De acordo com Koiyama (2012), o termo fitogênico é relativo à fitogenia, que por sua vez refere-se à origem, ou formação das plantas. Portanto, aditivos fitogênicos são produtos originados das plantas, também conhecidos por fitobióticos ou nutracêuticos. Compreendem uma ampla variedade de ervas, especiarias, e produtos derivados tais como os óleos essenciais, óleo-resinas e extratos. Adicionados à dieta dos animais são capazes de aumentar a produtividade, melhorar a qualidade da ração e as condições de higiene, além de melhorar a qualidade dos alimentos derivados desses animais.

Segundo Pasquale e Pimenta (2014), os aditivos fitogênicos podem apresentar ação antimicrobiana e compreendem uma vasta gama de substâncias. A ação antimicrobiana dos extratos de plantas pode ser atribuída ao seu caráter lipofílico, tornando-os capazes de penetrar na célula bacteriana e desintegrar sua membrana celular.

Estudo realizado por Moreira (2018) ressaltou que a eficácia dos aditivos fitogênicos está relacionada ao tipo de dieta fornecida aos animais, a concentração do composto na dieta, a quantidade consumida, a ação no trato gastrointestinal e ao estado fisiológico do animal.

Segundo Oliveira (2018), o gengibre é considerado também uma das especiarias mais importantes e valorizadas ao redor do mundo, possuindo ainda alto potencial terapêutico em diversas patologias, como náuseas, dores estomacais, resfriados, hiperglicemias. Várias propriedades do gengibre vêm sendo estudadas em experimentos científicos, tendo sido

descritas atividades anti-inflamatória, antiemético e antináusea, antimutagênica, anti-úlceras, hipoglicêmica, antibacteriana, entre outras.

Desta forma, o presente estudo pretendeu desenvolver e fomentar o uso do aditivo fitogênico a base de gengibre (*Zingiber officinale Roscoe*) e sua influência nos valores de pH e concentração de nitrogênio amoniacal – N-NH_3 do líquido ruminal de ovinos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Trindade (2019), a demanda quantitativa e qualitativa para a produção de proteína animal, as exigências dos novos nichos de mercado (qualidade, segurança e sustentabilidade) e o impacto que os diferentes sistemas de produção exercem no meio ambiente são assuntos amplamente discutidos no âmbito da produção animal atualmente.

A busca por nutrientes saudáveis e mais naturais que atendam todas as exigências de manutenção e sanidade é cada vez maior.

Segundo revisão realizada por Oliveira (2018) foi observado que dentre os alimentos de origem vegetal que apresentam propriedades promotoras da saúde, o gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) se destacou. Além disso, tem sido investigado por suas propriedades anti-inflamatória, antiemética e antináusea, hipoglicêmica, antibacteriana e outras.

De acordo com Oliveira (2018), o Brasil é considerado um dos grandes fornecedores mundiais de gengibre, sua produção é pequena comparada à de outros países, e envolve um conjunto relativamente restrito de agricultores. As zonas brasileiras produtoras de gengibre abrangem as regiões litorâneas de São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Espírito Santo, litoral nordestino e algumas regiões de Minas Gêrias, Goiás e Rio de Janeiro.

2.1 GENGIBRE – *Zingiber officinale*

O gengibre foi introduzido no Brasil por volta do ano de 1.500, sendo componente comum da alimentação em diversos países do mundo e popularmente reconhecido pelo uso medicinal. Várias propriedades do gengibre foram comprovadas em experimentos científicos, citando-se as atividades anti-inflamatória, antiemético e antináusea, antimutagênica, antiúlcera, hipoglicêmica, antibacteriana, entre outras. Além de propriedades terapêuticas, o gengibre é de uso corrente na culinária, como condimento (ZAMBRANO BLANCO, 2015).

A planta gengibre possui hábito herbáceo, é perene, produz rizoma articulado, possui raízes adventícias e folhas dísticas, sendo as brasileiras reduzidas, brácteas florais obovadas, cada uma envolvendo uma só flor (CUTRIN, 2017). O rizoma do gengibre apresenta corpo

alongado, um pouco achatado, com uma coloração que vai do amarelo couro à marrom brilhantes (Figura 1), é estriado na longitudinal, algumas vezes fibroso, com terminações conhecidas como “dedos” que surgem obliquamente dos rizomas. Internamente de cor marrom-amarelada, apresenta uma endoderme amarela, com números feixes fibrovasculares e abundantes células oleaginosas.



Figura 1. Rizoma Gengibre.

Disponível em: <https://br.depositphotos.com/stock-photos/gengibre-rizoma.html>

O gengibre apresenta odor agradável e aromático e sabor fortemente pungente. O gengibre é comercializado sob três formas básicas: gengibre *in natura*, cristalizado e seco, além dos produtos derivados do gengibre, como o óleo essencial e 29 oleoresina. Este rizoma é muito utilizado como condimento e matéria-prima para fabricação de bebidas, perfumes e produtos de confeitaria como pães, bolos, biscoitos e geleias, além do preparo de bebidas, como o *ginger ale*, *ginger beer*, quentão e chás (OLIVEIRA, 2018).

De acordo com revisão realizada por Bonavigo (2021) é no rizoma que se encontram os óleos essenciais, cumarinas e alguns de seus derivados como resinas, amido, substâncias terpenóides e sais minerais, além de uma substância denominada metoxicinamato de etila que apresenta um grande poder fungicida. O óleo essencial de gengibre, encontrado em maior quantidade no rizoma, possui alto teor de α -zingibereno, hidrocarbonetos sesquiterpênicos, β sesquifiselandreno, α -curcumeno e β -bisaboleno.

Os compostos 6-gingerol, 8-gingerol e 10-gingerol, são os mais representativos e responsáveis por várias ações biológicas como exemplo: ser anti-inflamatório (TOZETTO, 2017).

Pasquale e Pimenta (2014) comentaram que os óleos essenciais, também conhecidos como óleos voláteis, são óleos provenientes de parte de plantas aromáticas, como flores, caules, sementes, folhas, galhos, casca, raízes, frutos, etc. São considerados óleos essenciais os princípios ativos botânicos obtidos por destilação ou pressão que tem ação flavorizante. De um

modo geral, denominam-se botânicos as substâncias extraídas da planta ou de suas partes. Todos os óleos essenciais são botânicos e constituem-se, em sua maioria, de uma mistura de terpenóides, diterpenóides, fenilpropanóides, ácidos graxos, entre outros.

2.2 ADITIVOS FITOGÊNICOS

Os aditivos fitogênicos, segundo Pasquale e Pimenta (2014) são substâncias derivadas de plantas medicinais e compreendem uma ampla variedade de especiarias, ervas e produtos derivados tais como os óleos essenciais, extratos e óleo-resina, entre outros, que têm efeito positivo sobre a produção e a saúde dos animais, em algumas localidades são utilizados o próprio condimento desidratado como fonte de aditivo.

De acordo com Soares (2019), os aditivos à base de plantas ou especiarias são os chamados aditivos fitogênicos. Estes exercem funções semelhantes à dos antibióticos e por beneficiar o desenvolvimento de bactérias benéficas no trato gastrointestinal, melhoram a digestão e absorção dos nutrientes ingeridos. As funções dos aditivos fitogênicos estão ligadas aos compostos químicos presentes nas plantas. Esses compostos podem ser saponinas, óleos essenciais, substâncias picantes e amargas, flavonoides dentre outros. Por exemplo, os flavonoides possuem efeito antioxidante, assim como, o carvacrol e o timol.

Camargo (2021) destacou que os efeitos dos aditivos fitogênicos variam muito de acordo com o princípio ativo e com os métodos utilizados para sua obtenção. Por isto, é importante conhecer detalhadamente os efeitos dos aditivos utilizados e seus respectivos princípios ativos, sem que haja influência do ambiente sobre o desempenho animal.

2.3 CARACTERÍSTICAS DO RÚMEN

De acordo com Filho et al. (2010), o grupo microbiano presente no rúmen é caracterizado pela sua alta densidade populacional, contendo uma heterogeneidade (bactérias, protozoários, fungos) e ampla complexidade das interações, essa comunidade microbiana pode ser considerada um “reator de fermentação” que mantém um ambiente propício em relação ao pH, a disponibilidade de nutrientes e a temperatura, resultando numa elevada capacidade de degradar polímeros naturais (celulose, hemicelulose) e compostos orgânicos complexos de outras origens.

De acordo com a literatura (BANKS, 1991; DOBSON et al., 1956 e SANTOS, 2008), as características típicas do rúmen são as papilas cônicas que se projetam para a luz a partir da membrana mucosa. De maneira geral, estas papilas são formadas por um tecido conjuntivo coberto por epitélio. Embora essas papilas possuam a mesma função de expansão da área que as vilosidades do intestino delgado, são muito maiores (Figura 2).

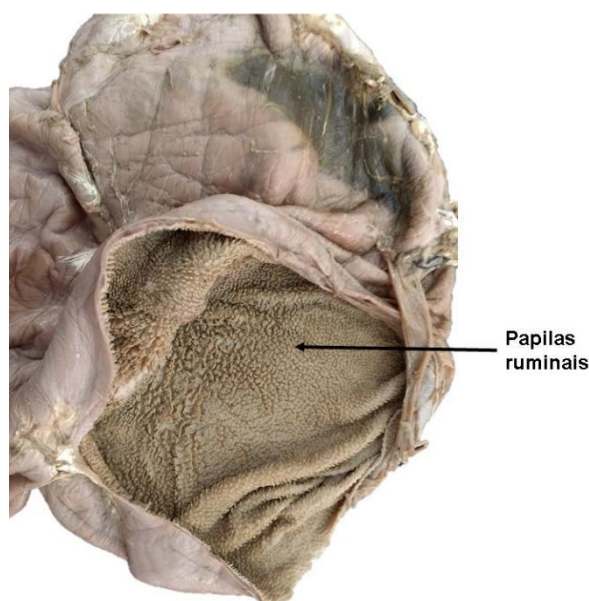


Figura 2 Rúmen e papilas ruminais.

Disponível em: <http://www.atlaspatologia.fafra.com.br/view/atlas.php?a=2&p=279>

Silva (2019) comentou que existe uma grande importância de se conhecer o ambiente ruminal, para que possamos ter uma melhor precisão da utilização de dietas e um manejo adequado da mesma na nutrição de animais ruminantes, levando em conta a grande quantidade de microrganismos na microbiota ruminal e sua adaptabilidade a ambiente, dieta e oscilação durante o dia, o que gera um grande desafio aos pesquisadores e técnicos da área. O rúmen tem se um ecossistema microbiano estável e dinâmico ao mesmo tempo, dinâmico por sofrer mudanças na dieta e consequentemente nas populações de microrganismos.

2.3.1 Parâmetros de fermentação ruminal

Para a manutenção e o bom desenvolvimento de uma população microbiana ruminal ativa, os animais devem manter o ambiente ruminal com condições adequadas. O pH ruminal pode variar de 5,5 a 7,2, com valores baixos de pH sendo detectados em intervalos de tempos

curtos, após a alimentação dos animais com dietas ricas em concentrado. Valores com pH abaixo de 6,0 podem inibir as bactérias fermentadoras de celulose e diminuir significativamente a eficiência da síntese de proteína bruta microbiana (PINA, 2006).

Segundo Mouro et al. (2002), a síntese de proteína microbiana no rúmen está em função da disponibilidade de carboidratos e de amônia no rúmen. A amônia ruminal é produzida a partir da degradação dos compostos nitrogenados no rúmen e altos níveis indicam excesso de proteína dietética ou degradada, ou, ainda, falta de sincronização entre as fontes de carboidratos e nitrogênio.

De acordo com Dórea (2010), os principais nutrientes necessários para o crescimento microbiano ruminal são a proteína bruta e os carboidratos, os quais podem ser fermentados para proporcionar nitrogênio amoniacal, aminoácidos, esqueletos de carbono e energia na forma de ATP, para síntese microbiana.

De acordo com a revisão feita por Laura (2021), a possibilidade de controlar alguns dos processos metabólicos no rúmen, com o objetivo de alcançar a utilização mais eficiente de nutrientes, tem sido um conceito atraente para nutricionistas e microbiologistas do rúmen. Os objetivos gerais da manipulação da fermentação ruminal podem ser resumidos da seguinte forma: melhorar os processos benéficos, e minimizar, alterar ou eliminar processos ineficientes ou processos prejudiciais ao hospedeiro.

O trabalho de Okoruwa e Aidelomon (2020), no qual utilizou pó de gengibre e casca de limão como aditivos fitogênicos ração de ovinos, com adições de 0% de gengibre em pó e 0% de casca de limão que serviu como grupo controle ou dieta experimental DE1; 0% de gengibre em pó e 3% de casca de limão – DE2; 1,5% de gengibre em pó e 1,5% de casca de limão -DE3 e 3% de gengibre pó e 0% casca de limão DE4. O uso de aditivos alimentares naturais no estudo não mostrou efeitos significativos ($P > 0,05$) nos valores registrados para isobutirato, valerato e isovalerato entre as dietas. No entanto, diferenças notáveis foram observadas na taxa de nitrogênio amoniacal, ácidos graxos voláteis totais e produção de acetato com butirato no fluido ruminal de ovinos. Os autores observaram avidamente que dietas sem aditivos tiveram valores significativamente ($P < 0,05$) maiores do que aquelas com aditivos em suas dietas. O pH ruminal e a proporção molar de propionato foram significativamente ($P < 0,05$) maiores nas dietas com mistura de gengibre e limão ou apenas inclusão de gengibre ou limão do que a dieta controle conforme demonstrado na Tabela 1 do presente trabalho.

Tabela 1. Valores médios para perfil de fermentação ruminal de ovinos alimentados com dietas experimentais.

Parâmetros	Dietas experimentais				Desvio padrão
	DE ¹	DE ²	DE ³	DE ⁴	
pH do rúmen	6,12 ^b	6,77 ^a	6,79 ^a	6,81 ^a	0,32
N-NH ₃ (mg/dl)	9,06 ^a	5,72 ^b	4,95 ^c	5,68 ^b	0,21
Total VFAs (mM)	86,75 ^a	68,04 ^b	60,49 ^c	64,03 ^c	0,82
Acetato (mol/100ml)	64,07 ^a	50,92 ^b	46,94 ^c	48,78 ^c	0,75
Propionato (mol/100ml)	16,72 ^c	24,78 ^b	28,27 ^a	26,94 ^a	0,37
Butirato (mol/100ml)	5,21 ^a	2,62 ^b	2,15 ^b	2,43 ^b	0,10
Iso-Butirato (mol/100ml)	2,16	2,14	2,09	2,07	0,02
Valerato (mol/100ml)	1,71	1,57	1,50	1,39	0,04
Iso-Valerato (mol/100ml)	0,98	0,93	0,95	0,94	0,06

^{a b c} As médias na mesma linha com variação do sobrescrito diferem significativamente ($P < 0.05$).

NH₃-N = Nitrogênio Amoniacal, VFAs = Ácido Graxos Voláteis.

De acordo com a pesquisa desenvolvida Okoruwa e Aidelomon (2020), os protozoários ciliados são importantes nos ruminantes, mas não são essenciais para o ecossistema ruminal e para o bem-estar dos animais hospedeiros. Eles representam cerca de metade da biomassa microbiana total no rúmen com 50% dos produtos totais da fermentação, o que os torna um produtor significativo de hidrogênio que incentiva as emissões de metano. Suas presenças no rúmen degradam a proteína da dieta para a produção de concentração de nitrogênio amoniacal. Eles também fagocitam bactérias para sua necessidade de aminoácidos no ecossistema do rúmen. Não obstante, a redução de protozoários (defaunação) no rúmen de ovinos em dietas com aditivos a base de gengibre e limão podem contribuir na diminuição da metanogênios endossimbióticos com baixa disponibilidade de hidrogênio, que pode levar à redução no desperdício de energia da digestão das paredes celulares das gramíneas.

Segundo Kim, et. al. (2016) ao realizarem um experimento em vitro para avaliar os efeitos de extratos vegetais na metanogênese e na diversidade microbiana do rúmen em uma vaca holandesa fistulada. Com utilização de extratos vegetais como: *Artemisia princeps* var. *Orientalis*; Absinto, *Allium sativum* for. *Pekinense*; Alho, *Allium*; cepa, Cebola; *Zingiber officinale*, Gengibre; Citrus, unshiu; Tangerina, *Lonicera japonica*; Honeysuckle. A produção total de gases em todos os extratos vegetais foi maior ($p < 0,05$) que a do controle, e a produção total de gases da dieta com extrato de gengibre foi maior ($p < 0,05$). A emissão de metano foi maior ($p < 0,05$) no controle, mas menor ($p < 0,05$) no extrato de alho, que foi reduzido para cerca de 20% da emissão de metano (40,2 vs 32,5 ml/g MS). Outros extratos de plantas também resultaram em uma diminuição no metano (absinto; 8%, cebola; 16%, gengibre; 16,7%,

tangerina; 12%, madressilva; 12,2%). Concentração total de AGV e pH não foram influenciados pela adição de extratos vegetais. Os autores concluíram que os extratos vegetais usados no estudo podem ser aditivos promissores para diminuir a emissão de gás metano de animais ruminantes enquanto melhora a fermentação ruminal.

2.3.2 Valores de pH do líquido ruminal

De acordo com Silva (2019), a população de microrganismos é composta por bactérias e protozoários (Figura 3), sendo que as bactérias possuem predominância no ambiente ruminal, com uma concentração em média de 10^{10} /g de conteúdo ruminal. A fermentação é anaeróbica, com formação do ácido acético, ácido propiônico e butírico, e a concentração de oxigênio é baixa em geral. O rúmen possui as características morfológicas que fornecem condições necessárias à fermentação de nutrientes que é realizada pela microbiota ruminal, pelas bactérias, fungos e protozoários flagelados e ciliados.

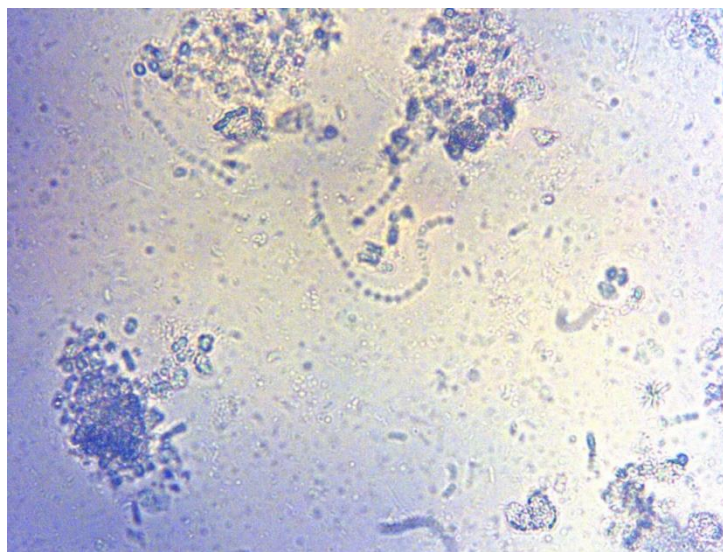


Figura 3 Protozoários e bactérias em ambiente ruminal.

Disponível em: <https://www.educapoint.com.br/blog/pecuaria-geral/rumen-microrganismos-importam-nutricao/>

Zeoula et al. (2002) observaram alterações significativas com o pH abaixo de 6,2, prejudicando a digestão de fibra em bovinos. Assim, o excesso de fermentação de amido e açúcares promove a diminuição do pH ruminal devido a maior produção total de ácidos graxos voláteis.

Estudo conduzido na região tropical do Brasil utilizando ureia de liberação lenta por Geron et al. (2016), em ovinos alimentados com rações contendo 14% de PB e 69,5% de NDT

e com relação volumoso concentrado de 65:35, os autores não observaram efeito do nível de inclusão de ureia sobre o valor de pH do líquido ruminal (Tabela 2). Contudo, os autores observaram que o pH do líquido ruminal diferiu ($p < 0,05$) em relação ao tempo (T), para todas as rações experimentais.

Tabela 2. Valores de pH do líquido ruminal de ovinos alimentados com rações contendo diferentes níveis de inclusão de ureia de liberação lenta (ULL) em função dos tempos de coleta após a alimentação da manhã.

Tempo de coleta - horas	Níveis de inclusão de ureia de lenta degradação (ULL) nas rações experimentais				Média
	0%	0,4%	0,8%	1,2%	
0	7,10	7,08	7,06	7,07	7,08
2	6,41	6,70	6,83	6,83	6,69
4	6,66	6,87	6,75	6,69	6,74
6	6,71	6,92	6,88	6,72	6,81
8	6,91	7,00	6,90	6,77	6,90
Média	6,76	6,91	6,88	6,82	6,84

Fonte: adaptado de Geron et al. (2016).

Estudo conduzido por Geron et al. (2017), para avaliar a inclusão de grão seco de destilaria com solúveis (GSDS) na alimentação de ovinos contendo 13,5%PB e aproximadamente 68,5% de NDT com uma relação volumoso concentrado de 65:35, os autores observaram que a inclusão de 0,0%; 8,0%; 16,0% e 24,0% de GSDS na alimentação de ovinos não alterou ($p > 0,05$) os valores de pH do líquido ruminal (Tabela 3).

Tabela 3. Valores de pH do líquido ruminal de ovinos alimentados com rações contendo níveis de inclusão de grão seco de destilaria com solúveis (GSDS) em função dos tempos de coleta após a alimentação da manhã.

Tempo de coleta – horas Após alimentação	Níveis de inclusão de grão seco de destilaria com solúveis (GSDS) nas rações experimentais (%)				Média
	0,0	8,0	16,0	24,0	
0	6,71	6,60	6,91	6,57	6,70
2	6,24	6,47	6,14	6,51	6,34
4	6,29	6,17	6,09	6,39	6,23
6	6,46	6,50	6,57	6,70	6,56
8	6,51	6,84	6,73	6,72	6,70
Média (valor de p)	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	6,50

Fonte: adaptado de Geron et al. (2017).

Contudo Geron et al. (2017) observaram que o valor de pH do líquido ruminal diferiu ($p < 0,05$) em relação ao tempo (T), para todas as rações experimentais (Figuras 4A e 4B). A equação de regressão média (Figura 4B) para o valor de pH do líquido ruminal foi $\text{pH} = 6,6649 - 0,1919T + 0,0252T^2$, para as diferentes rações experimentais.

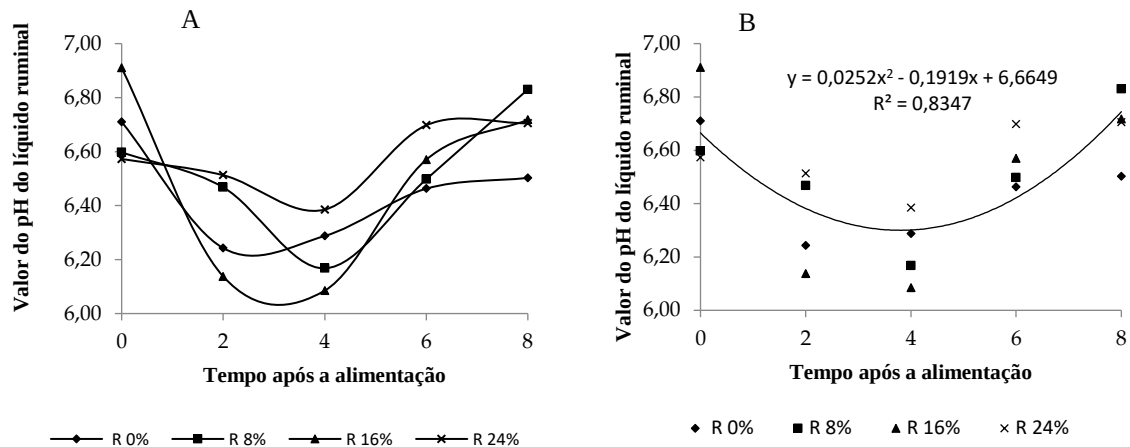


Figura 4. Valor do pH observado (A) e estimado médio (B) do líquido ruminal em relação ao tempo (horas) para os ovinos alimentados com rações (R) contendo os diferentes níveis de inclusão do grão seco de destilaria com solúveis (GSDS)

Fonte: Adaptado de Geron et al (2017).

Segundo Telma et al. (2006), o pH do rúmen pode oscilar de 5,5 a 7,2, com variações de temperatura entre 38°C e 41°C. A taxa de crescimento de microrganismos e a ação digestiva podem variar com as condições ruminiais. Mudanças de pH ocorrem logo após a alimentação por causa da variedade de substratos e tamanhos de partículas, refletindo na habilidade dos microrganismos.

Contudo, estudo realizado por Geron et al. (2013) para avaliar os níveis crescentes de concentrado (20; 40; 60 e 80%) na alimentação de ovinos produzidos na região tropical do Brasil, demonstrou que os diferentes níveis de concentrado na dieta de cordeiros não influenciaram ($P > 0,05$) o valor de pH do líquido ruminal. Porém, o pH do líquido ruminal diferiu em relação ao tempo após a alimentação de forma quadrática para todas as rações experimentais (Figura 5), em que $pH = 6,978 - 0,158X + 0,019X^2$, ($r^2 = 45,01\%$). O estudo de Geron et al. (2013), indicou que mesmo ocorrendo mudanças no ambiente de fermentação devido ao maior fornecimento de amido, o comportamento das diferentes rações contendo os níveis crescentes de concentrado se mantiveram semelhantes, indicando uma certa estabilidade no comportamento do pH ruminal.

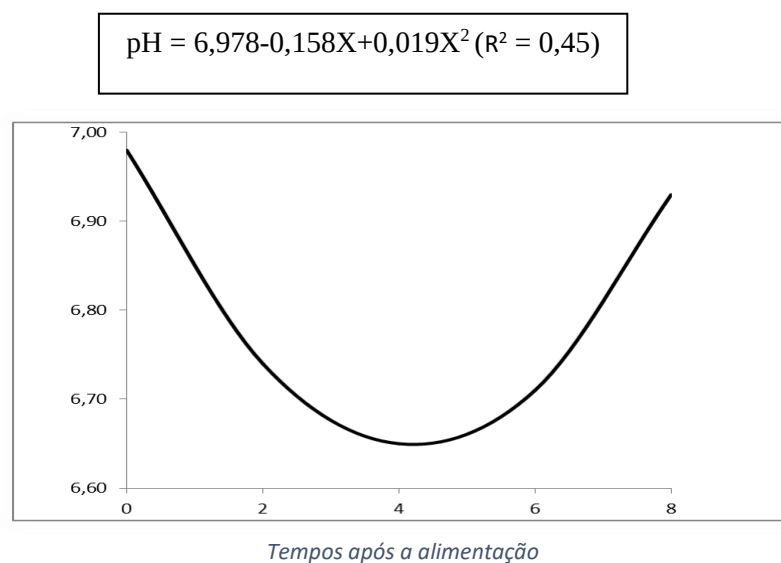


Figura 5. Estimativa do valor médio do pH do líquido ruminal dos cordeiros em função do tempo após a alimentação para os diferentes níveis de concentrado na dieta total.

Fonte: adaptado de Geron et al (2013).

2.3.3 Nitrogênio Amoniacal

Segundo Dutra et al. (2004), a concentração de amônia no rúmen está em função da produção e remoção da mesma. A amônia entra no rúmen por diversas fontes, como a fermentação de alimentos, os fragmentos de células lisadas, as proteínas endógenas, os micelâneos de compostos de nitrogênio (N) solúveis (como uréia endógena, ácidos nucleicos, ácido úrico e nitratos) e a excreção protozoal. O N-NH_3 é removido do rúmen por diversos caminhos, como a incorporação na matéria microbiana, que sai do rúmen, absorção por intermédio da parede ruminal e no fluido, escoando para os próximos segmentos do trato digestivo.

Gomes (2013) comentou que a determinação da concentração de amônia é uma ferramenta para avaliar o balanceamento energético e proteico da dieta. Altas concentrações de amônia indicam o excesso de proteína degradada no rúmen e/ou baixas concentrações de carboidratos degradados no rúmen.

Christine (2010) ressaltou que a concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH_3) não deve ser considerada como um número fixo, uma vez que a capacidade das bactérias

sintetizarem proteína e utilizarem a amônia está correlacionada a taxa de fermentação dos carboidratos.

A utilização de polpa de tamarindo na alimentação de ovinos sobre os parâmetros ruminais foi estudado por Geron et al. (2015), nos quais avaliaram a inclusão de 0,0; 5,0; 10,0 e 15,0% de resíduo da polpa de tamarindo - REPT nas rações de ovinos e observaram que não houve alteração ($p>0,05$) na concentração do $N-NH_3$ do líquido ruminal, com um valor médio de $19,01 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ do líquido ruminal. Entretanto, Geron et al (2015) observaram que a concentração de $N-NH_3$ do líquido ruminal apresentou um efeito quadrático ($p<0,05$) em relação ao tempo após a alimentação da manhã para todos os níveis de inclusão do REPT (Figura 6), em que $N-NH_3 = 19,0644 + 1,04094X - 0,17578X^2$ ($r^2=20,87\%$). O valor máximo médio estimado para a concentração de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) do líquido ruminal foi de $20,61 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ obtido as 3h00 após a alimentação da manhã para os ovinos alimentados com as rações contendo os diferentes níveis de REPT.

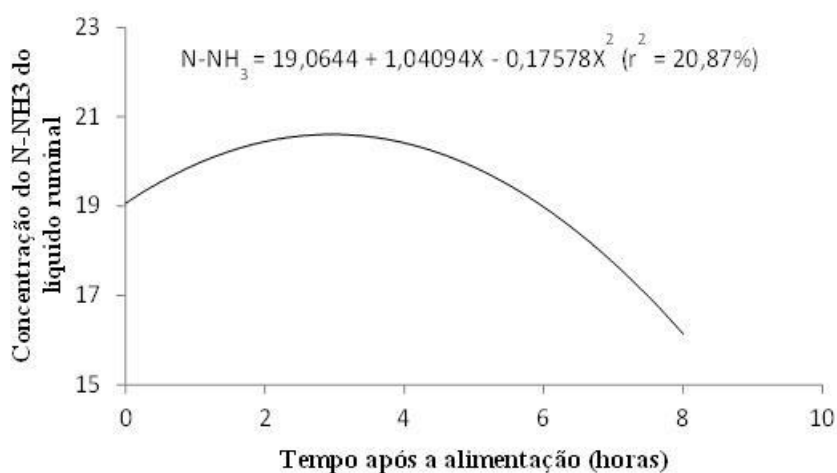


Figura 6 – Concentração do nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) do líquido ruminal dos ovinos alimentados com os diferentes níveis de resíduo da extração da polpa de tamarindo em relação ao tempo (horas) após a primeira alimentação do dia.

Fonte: Geron et al. (2015).

De acordo com Geron et al. (2016), a inclusão de níveis de ureia de lenta liberação – ULL (Ooptigem® – nome comercial) na alimentação dos ovinos não influenciou ($p>0,05$) a concentração de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) do líquido ruminal, contudo houve efeito com relação ao tempo expresso em horas (Tabela 4).

Tabela 4. Valores de concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) do líquido ruminal de ovinos alimentados com rações contendo diferentes níveis de inclusão de ureia de liberação lenta (ULL nome comercial optigem) em função dos tempos (horas) de coleta após a alimentação da manhã.

Tempo de coleta - horas	Níveis de inclusão de ureia de lenta degradação (ULL) nas rações experimentais				Média
	0%	0,4%	0,8%	1,2%	
0	17,59	20,39	24,24	17,90	20,03
2	24,59	24,00	27,39	21,61	24,40
4	29,05	31,0	27,48	28,75	29,07
6	28,70	22,51	24,41	28,06	25,92
8	16,45	21,38	20,21	22,09	20,03
Média	17,59	20,39	24,24	17,90	20,03

Fonte: adaptado de Geron et al. (2016).

Contudo Geron et al. (2016), observaram que a concentração do N-NH₃ do líquido ruminal, para as diferentes rações experimentais apresentou valor médio de N-NH₃ de 19,01 mg 100 mL⁻¹ do líquido ruminal (Figura 7A), o qual manteve-se acima da faixa ótima de 15 mg 100 mL⁻¹ para a máxima atividade fermentativa ruminal (GERON et al., 2013; GERON et al., 2015b; PEREIRA et al., 2009) e acima da concentração de 5,0 mg 100 mL⁻¹ estabelecida pela literatura para não limitar o crescimento microbiano (PEREIRA et al., 2009).

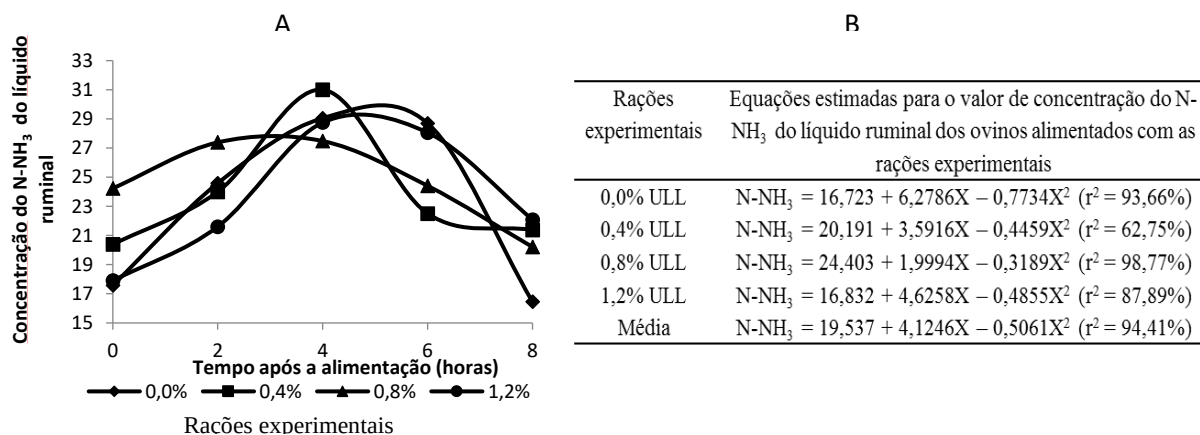


Figura 7. Concentração observada (A) e equações de regressão (B) do nitrogênio (N-NH₃) amoniacal do líquido ruminal de ovinos alimentados com rações contendo a inclusão de diferentes níveis de ureia de liberação lenta em função do tempo após a alimentação da manhã.

Fonte: Geron et al. (2016).

De maneira semelhante ao valor de pH do líquido ruminal, as concentrações de N-NH₃ do líquido ruminal para todas as rações experimentais comportaram-se de forma quadrática ($p < 0,05$) em função do tempo (horas) após a primeira alimentação (Figura 7B). Contudo para a concentração do N-NH₃ pode ser observado uma curva convexa com ponto de máximo, diferente do valor de pH o qual apresenta uma curva côncava com ponto de mínimo em função do tempo após a alimentação

3 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi conduzido no *Campus* Universitário de Pontes e Lacerda no Setor de Metabolismo Animal (SeMA) pertencente à Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) e no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal (LAANA) da UNEMAT. Foram utilizados 4 ovinos sem raça definida com peso corporal (PC) inicial médio de 20 kg, em um ensaio de digestibilidade total. Os ovinos foram alojados em baias individuais (gaiolas de metabolismo).

Utilizou-se um delineamento experimental em quadrado latino (4X4) com quatro animais, quatro períodos e quatro rações experimentais com diferentes níveis de inclusão de gengibre desidratado.

Os alimentos utilizados foram a silagem de cana de açúcar (volumoso), milho grão moído e farelo de soja (Tabela 5). Os tratamentos consistiram nos níveis de inclusão de gengibre desidratado nas rações (% da MS) de: 0,0%; 0,2%, 0,4% e 0,6% de gengibre.

Tabela 5. Composição bromatológica dos alimentos experimentais.

Alimentos	% MS	% de nutrientes expressos na MS							
		MO	PB	EE	FDN	FDA	CHT	CNF	NDT
S. Cana	30,95	91,85	4,27	0,84	66,52	46,96	86,74	20,22	58,70
GM	89,29	98,36	9,24	3,30	15,90	10,93	85,82	69,92	86,00
FS	90,29	93,21	51,52	0,93	16,55	11,95	40,77	24,22	81,00
Gengibre	90,41	91,73	6,04	0,30	13,56	4,54	85,40	71,84	75,00

SC: silagem de Capim; GM: grão de milho moído; FS: farelo de soja; MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CHT: carboidratos totais; CNF: carboidratos não fibrosos e NDT: nutrientes digestíveis totais.

Fonte: elaborado pelo autor.

As rações experimentais foram compostas de 60% de silagem de cana de açúcar e 40% de concentrado. As rações foram balanceadas para apresentarem aproximadamente 12,0% de proteína bruta - PB e 69,0% de nutrientes digestível totais – NDT (NRC, 2007) conforme a Tabela 6.

Os ovinos tiveram acesso à água e sal mineral disponibilizados em chocos individuais. O fornecimento de MS das rações experimentais foi *ad libitum* (à vontade) de maneira que houvesse aproximadamente 10,0% de sobras diariamente, ao qual foi fornecida duas vezes ao dia.

O experimento a campo (ensaio de digestibilidade) teve duração de 60 dias, divididos em quatro períodos experimentais com duração de 15 dias, sendo 10 dias para adaptação dos animais e 5 dias para coleta das sobras, fezes, urina e líquido ruminal, além de ser mensurado o total de alimento fornecido diariamente por animal (ovino).

Tabela 6. Composição percentual e bromatológica das rações experimentais contendo a inclusão de gengibre (*Zingiber officinale Roscoe*)

Alimentos	Níveis de inclusão de gengibre nas rações experimentais %			
	0,0%	0,2%	0,4 %	0,6%
Silagem de cana de açúcar	60,0	60,0	60,0	60,0
Grão de milho moído	26,5	26,3	26,1	25,9
Farelo de soja	13,5	13,5	13,5	13,5
Gengibre (<i>Zingiber officinale Roscoe</i>)	0,0	0,2	0,4	0,6
Total	100,0	100,0	100,0	100,0
<i>Composição bromatológica das rações experimentais</i>				
Matéria seca (MS)	54,42	54,42	54,42	54,43
Materia orgânica (MO) %	93,76	93,75	93,73	93,72
Proteína bruta (PB) %	11,97	11,96	11,95	11,95
Extrato etéreo (EE) %	1,51	1,50	1,49	1,49
Fibra em detergente neutro (FDN) %	46,36	46,36	46,35	46,35
Fibra em detergente neutro (FDA) %	32,68	32,67	32,66	32,64
Carboidratos totais (CHT) %	80,29	80,29	80,29	80,29
Carboidratos não fibroso (CNF) %	33,93	33,93	33,94	33,94
Nutriente digestíveis totais (NDT) %	68,95	68,92	68,90	68,88

Fonte: elaborado pelo autor.

No último dia de cada período de coleta foi realizada a coleta de líquido ruminal. Foram realizadas cinco coletas de líquido ruminal por animal, nos tempos de 0 (antes da alimentação), 2, 4, 6 e 8 horas após a primeira alimentação. Para melhor compreensão dos gráficos para determinação do valor de pH e concentração de nitrogênio amoniacal do líquido ruminal, para cada valor 0,1 no eixo x (tempo) este corresponde a 6 minutos. Uma vez que a escala de tempo é de 60 minutos por hora e a escala no eixo x é decimal.

Para a coleta de líquido ruminal dos ovinos foi utilizada uma sonda de 12 mm de diâmetro, constituída de silicone própria para esta atividade, o comprimento total da sonda é de 100 cm, porém apenas 25 a 30 cm foram introduzidos na boca do animal até a mesma alcançar o rúmen e o seu conteúdo (líquido ruminal). O tempo estimado para a realização deste procedimento foi menor que 3 minutos. Foi utilizada uma bomba de vácuo com pressão de 40 mm Hg, marca Tecnal TE3, apropriada para este tipo de coleta. Desta maneira, como a sonda de silicone apresenta diâmetro delgado (12 mm) e o tempo utilizado para a coleta foi curto (menor que 3

minutos) foi utilizado um anestésico local “Neodexa Spray”, o qual permitiu que a sonda se passe pelo canal inicial do esôfago sem causar dor ao animal. Lembrando que o animal não passou por nenhuma incisão cirúrgica (corte), ou qualquer outro tipo de corte (incisão), apenas a introdução da sonda de silicone na boca até o rúmen. Antes da introdução da sonda esofágica na boca do animal, a mesma foi lubrificada com óleo mineral (tipo Nujol), para facilitar o deslocamento durante o procedimento de coleta de líquido ruminal. O presente projeto teve parecer aprovado na Comissão de ética no uso animal número 007/2019 CEUA/UNEMAT.

Foram retirados aproximadamente 100 mL de líquido do rúmen de cada animal para que ao ser filtrado com um tecido duplo de algodão sobrasse em torno de 80 mL, que foram homogeneizados e com o potenciômetro foi medido o pH imediatamente após a cada coleta de líquido ruminal. Em seguida, aproximadamente 50 mL do líquido ruminal foi transferido para um frasco devidamente etiquetado com 1 mL de H_2SO_4 para cessar a fermentação. Essa amostra do líquido ruminal foi utilizada para determinação da concentração de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$), seguindo recomendações de Fernner (1965) com modificações realizadas por Vieira (1980).

Após o período de coleta, as amostras de alimentos, sobras e fezes foram secas em estufa a 55 °C por 72 horas, e processadas em moinho de faca utilizando-se peneira de crivos de aproximadamente 1 mm, em seguida foram homogeneizadas em quantidades iguais, com base no peso seco, para formar amostras compostas de fezes e sobras animal/período/ração experimental.

O teor de nitrogênio dos alimentos estudados, das sobras e fezes foi obtido pelo método semi-micro-Kjeldahl, usando 6,25 como fator de conversão para PB, a matéria mineral (MM) e matéria orgânica (MO) foi realizada pelo método por incineração em mufla a 600 °C segundo citações de Silva e Queiroz (2002).

A determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e da fibra em detergente ácido (FDA) dos alimentos, sobras e fezes foi realizada de acordo com Van Soest et al. (1991). Os valores de carboidratos totais e carboidratos não fibrosos foram obtidos segundo equações de Sniffen et al. (1992).

A análise das variáveis estudadas foi interpretada por meio de análise de variância no programa Sistema de Análise Estatística e Genética - SAEG (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 1997). As diferenças observadas para os níveis de inclusão de gengibre (0,0%; 0,2%; 0,4% e 0,6% da MS) sobre as variáveis estudadas foram determinadas por análise de regressão considerando 5% de significância. Para os valores observados de pH e $N-NH_3$ do líquido ruminal (parâmetros ruminais), as rações experimentais foram dispostas em esquema

de parcelas subdivididas, e os tempos de amostragem, como subparcelas, o que caracteriza um fatorial de 4 (níveis de inclusão de gengibre) X 5 (tempo em horas após a primeira alimentação sendo 0; 2; 4; 6 e 8 horas).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inclusão dos níveis de 0,0%; 0,2%; 0,4% e 0,6% de gengibre na alimentação de ovinos não alterou ($p>0,05$) os valores de pH observados do líquido ruminal, como demonstrado na Tabela 7. Este resultado pode ser em parte explicado pelo fato das rações experimentais serem isoproteicas e isoenergéticas. Além disso, todas as rações apresentaram uma relação volumoso: concentrado de 60:40, o que pode ter propiciado um ambiente ruminal semelhante para os diferentes níveis de inclusão do gengibre nas rações.

Tabela 7. Valores de pH do líquido ruminal de ovinos alimentados com rações contendo níveis de inclusão de gengibre (*Zingiber officinale Roscoe*) em função dos tempos de coleta após a alimentação da manhã.

Tempo de coleta - horas	Níveis de inclusão de gengibre nas rações experimentais (%)				Média
	0,0	0,2	0,4	0,6	
0	6,94	6,91	6,96	6,96	6,94
2	6,49	6,54	6,57	6,48	6,52
4	6,53	6,39	6,46	6,41	6,45
6	6,51	6,56	6,48	6,58	6,53
8	6,75	6,66	6,78	6,58	6,71
Média (valor de p)	6,64	6,61	6,65	6,68	6,63

Fonte: elaborado pelo autor.

Geron et al. (2016) e Geron et al. (2017) relataram que o método de coleta de líquido ruminal por meio da utilização de sonda esofágica pode interferir nos valores de pH, devido a contaminação por saliva e consequentemente a alcalinização do líquido ruminal, principalmente nos primeiro horário de coleta.

No presente trabalho, foi constatado que a colheita do líquido por meio da sonda esofágica antes da alimentação da manhã no tempo de 0h00 apresentou um valor de pH médio para as diferentes rações experimentais de 6,94, para as diferentes rações experimentais (Tabela 6). Este fato pode ter ocorrido devido a metodologia da coleta de líquido ruminal, e a menor quantidade de alimento no rúmen o que pode ter favorecido a contaminação por saliva (tampão) da amostra de líquido ruminal coletada neste horário.

Além disso, os estímulos sensoriais como a visualização e o odor dos alimentos (ZEOULA et al., 2003) podem ter propiciado aumentos nas concentrações de amônia ruminal (GERON et al., 2016) por meio do aumento da salivação antes do fornecimento das rações, o

que pode ter contribuído para o resultado obtido do pH do líquido ruminal próximo de 7,0 antes da alimentação da manhã.

Outro fator que corrobora com os resultados obtido para o valor de pH do líquido ruminal de ovinos alimentados com diferentes níveis de inclusão do aditivo fitogênico - gengibre, está correlacionado com o elevado teor de FDN (>46% - Tabela 6) e valor constante de aproximadamente 33% de carboidratos não fibrosos (amido principalmente), o que pode ter favorecido uma adequada ruminação e consequentemente a produção de tampão (saliva).

Contudo, o valor de pH do líquido ruminal diferiu ($p < 0,05$) em relação ao tempo, para todas as rações experimentais contendo gengibre (Figura 8). O comportamento das rações experimentais contendo os diferentes níveis de gengibre estão demonstrados na Figura 8.

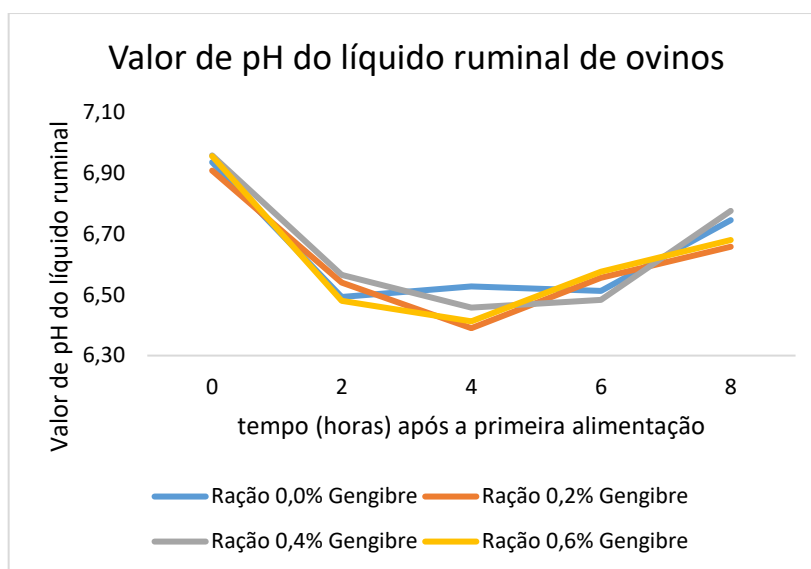


Figura 8 – Valor de pH do líquido ruminal para as diferentes rações experimentais contendo gengibre em função do tempo após a primeira alimentação da manhã.

Fonte: elaborado pelo autor.

A equação de regressão média para o valor de pH do líquido ruminal dos ovinos alimentado com os diferentes níveis de gengibre foi $\text{pH} = 6,912054 - 0,216397x + 0,024319x^2$ ($R^2 = 95,95\%$) (Figura 9). O ponto de mínimo médio estimado para o valor de pH foi de 6,43 para o tempo de 4h24min após a alimentação da manhã e o ponto de máximo observado pela equação foi de 6,91 para o tempo de 0h após a alimentação da manhã (Figura 9).

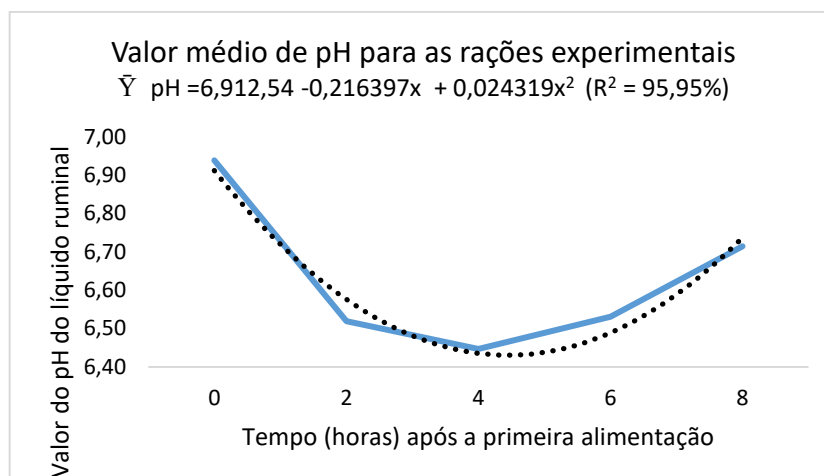


Figura 9 – Valor médio estimado de pH do líquido ruminal de ovinos alimentados com as rações experimentais contendo os diferentes níveis de gengibre.

Fonte: elaborado pelo autor.

Os valores observados de concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) do líquido ruminal dos ovinos alimentados com as rações contendo os diferentes níveis de gengibre estão demonstrados na Tabela 8.

Tabela 8. Valores observados de concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) do líquido ruminal expressos em mg/100 ml de líquido ruminal de ovinos alimentados com rações contendo níveis de inclusão de gengibre (*Zingiber officinale Roscoe*) em função dos tempos de coleta após a alimentação da manhã.

Tempo de coleta - horas	Níveis de inclusão de gengibre nas rações experimentais (%)				Média
	0,0	0,2	0,4	0,6	
0	36,75	38,24	43,66	34,04	38,17
2	43,58	40,69	50,05	37,98	43,07
4	43,05	43,14	44,28	36,93	41,85
6	41,74	38,76	39,73	35,53	38,94
8	30,45	34,30	32,90	29,75	31,85
Equação regressão	1	2	3	4	38,78
¹ N-NH ₃ = 36,7125 + 4,5565625X – 0,66,937X ² (R ² = 96,66%);					
² N-NH ₃ = 38,035 + 2,460X – 0,36875X ² (R ² = 93,84%);					
³ N-NH ₃ = 44,8925 + 2,0075X – 0,450X ² (R ² = 91,38%);					
⁴ N-NH ₃ = 34,2225 + 2,273750X – 0,353125X ² (R ² = 97,31%)					

Fonte: elaborado pelo autor.

A concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) do líquido ruminal foi alterada (p<0,05) com a inclusão dos diferentes níveis de gengibre na alimentação de ovinos, como demonstrado na Figura 10. Além disso, houve efeito com relação ao tempo (horas) após a alimentação da manhã. Assim para cada nível de inclusão de gengibre foi determinada uma equação de

regressão e consequentemente os pontos de máxima para a concentração de N-NH_3 foram estabelecidos em horas diferentes (Figura 11).

De forma geral, a concentração média do N-NH_3 do líquido ruminal (Tabela 7) observado para os ovinos alimentados com os diferentes níveis de gengibre apresentou valor de N-NH_3 de 38,78 mg/ 100 mL do líquido ruminal, o qual manteve-se acima da faixa ótima de 15 a 23 mg 100^{-1} mL para a máxima atividade fermentativa ruminal (GERON et al., 2015; PEREIRA et al., 2009) e acima da concentração de 5,0 mg 100^{-1} mL estabelecida pela literatura para não limitar o crescimento microbiano (ZEOULA et al., 2003; PEREIRA et al., 2009). Entretanto, as concentrações de N-NH_3 do líquido ruminal para todas as rações experimentais comportaram-se de forma quadrática ($p < 0,05$) com comportamento de curva convexas em função do tempo (horas) após a primeira alimentação (Figura 11).

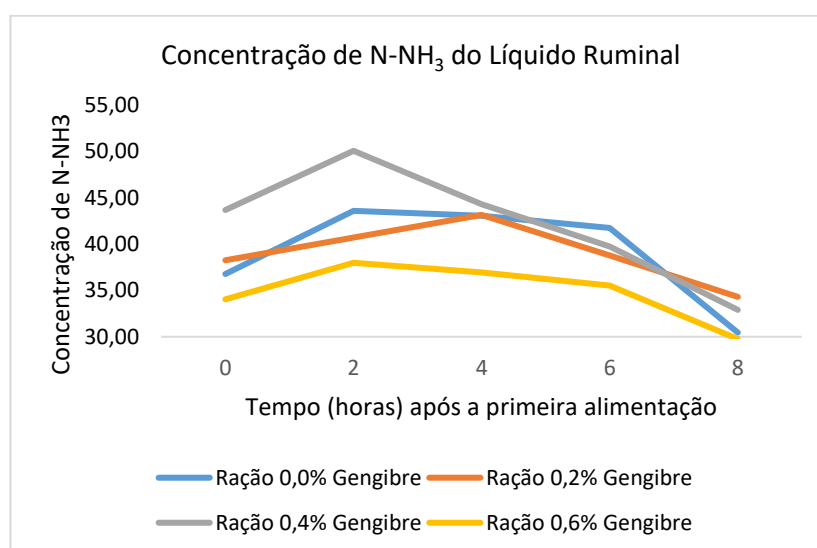


Figura 10. Valores observado para a concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH_3) expresso em mg/100 mL de líquido ruminal de ovinos alimentados com rações contendo 0,0%; 0,2%; 0,4% e 0,6% de gengibre.

Fonte: elaborado pelo autor.

A análise estatística das variáveis indicou que, o comportamento da concentração de N-NH_3 do líquido ruminal apresentou diferença ($P < 0,05$) para os diferentes níveis de gengibre. Desta maneira, a curva média para o valor de concentração de N-NH_3 não representa o comportamento de cada tratamento em função tempo. Portanto como houve efeito ($P < 0,05$) dos diferentes níveis de gengibre sobre a concentração do N-NH_3 do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação dos ovinos, houve a necessidade de realizar o desdobramento das

equações de regressão para cada nível de gengibre para observar quais apresentaram maiores concentrações de N-NH₃ (Figura 11).

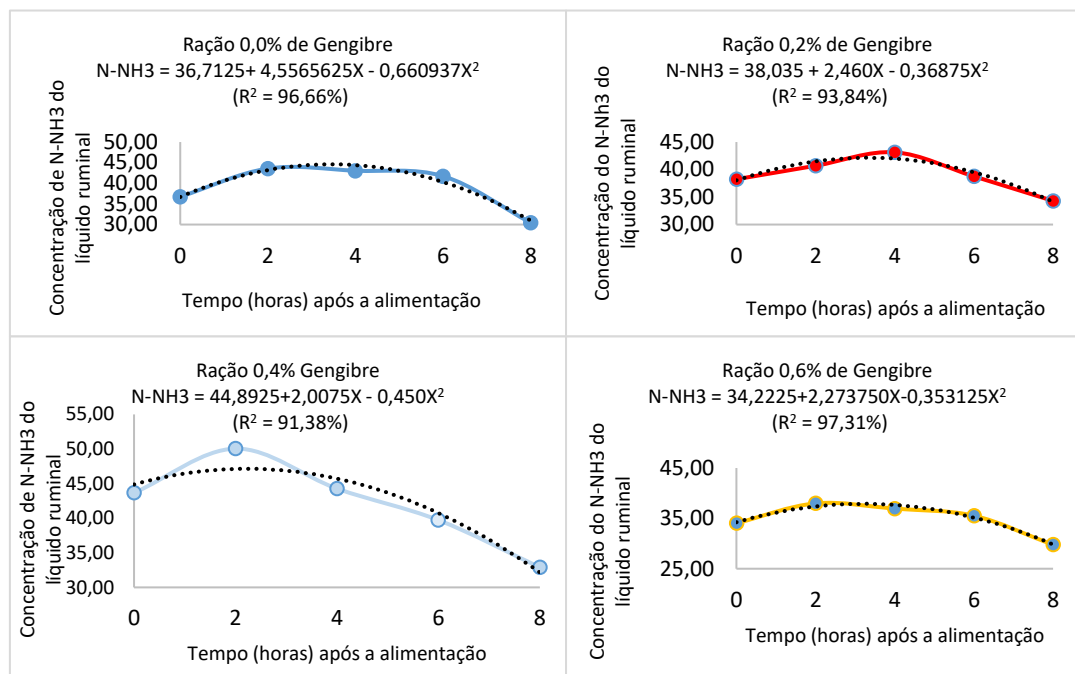


Figura 11 – Linha colorida valor observado e linha pontilhada valor estimado da concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) do líquido ruminal (mg/100 mL de líquido ruminal) de ovinos alimentados com diferentes níveis de gengibre.

Fonte: elaborado pelo autor.

Desta maneira, podemos observar que para cada nível de aditivo gengibre utilizado na alimentação de ovinos, houve ($p < 0,05$) um comportamento distinto. Assim, para a ração com 0,0% de gengibre o ponto de máxima concentração de N-NH₃ do líquido ruminal foi de 44,60 mg/100 mL de líquido ruminal obtido as 3h30min (Figura 11). Para a ração com 0,2% de gengibre foi verificado a máxima concentração de N-NH₃ do líquido ruminal foi de 42,13 mg/10 mL de líquido ruminal no tempo de 3h18min após a alimentação. De acordo com a estimativa matemática a ração com 0,4% de gengibre apresentou ponto de máxima concentração de N-NH₃ de 47,13 mg/100 mL de líquido ruminal as 2h12min após a alimentação. Contudo, a ração com 0,6% de gengibre apresentou ponto de máxima concentração de N-NH₃ de 37,88 mg/ 100 mL de líquido ruminas as 3h:12min após a alimentação (Figura 11).

Estes dados estimados sugerem que o gengibre alterou ($p < 0,05$) o comportamento da concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) do líquido ruminal, indicando que o nível de 0,4% de gengibre possibilitou a maior concentração de amônia no rúmen, em um espaço de tempo (horas) menor em relação ao demais níveis de gengibre. Além disso, foi observado que

o valor de pH do líquido ruminal da ração com 0,4% de gengibre se comportou de maneira semelhante ($p>0,05$) com os demais níveis de gengibre na alimentação de ovinos. Assim, fica evidenciado que a inclusão de 0,4% de gengibre na alimentação de ovinos possibilitou maior disponibilidade N-NH₃ no rúmen para o intervalo de tempo inferior a 2h30min após a alimentação da manhã dos ovinos, o que leva os técnicos, nutricionistas e produtores de ovinos a usarem fontes de rápida disponibilidade de energia quando incluírem o gengibre como aditivo fitogênico para obterem o maior aproveitamento de nitrogênio dietético liberado na forma de amônia (NH₃) e/ou amônio (NH₄) no ambiente ruminal.

De acordo com Geron et al. (2017), o desdobramento individual das equações de pH e N-NH₃ de cada ração possibilita maior confiança e precisão em relação a curva média estimada e valores observados, assim torna-se uma ferramenta importante que auxilia os técnicos e nutricionistas a realizarem formulações de rações contendo ingredientes que possam melhorar o aproveitamento do nitrogênio dietético (NH₃) e assim melhorar a eficiência de fermentação e produção de ácidos graxos de cadeia curta.

5 CONCLUSÃO

A inclusão de até 0,6% de gengibre nas rações de ovinos não altera o valor de pH. Contudo, a inclusão de 0,4% de gengibre possibilita a maior concentração do nitrogênio amoniacal do líquido ruminal no intervalo de tempo de 2h12min após alimentação, sendo necessário a inclusão de carboidratos de rápida fermentação na ração, para que haja um melhor aproveitamento do nitrogênio dietético liberado pela fermentação ruminal por meio da deaminação proteica dos ingredientes contidos na ração.

REFERÊNCIAS

- BANKS, W. **Histologia Veterinária Aplicada**. 2 ed. São Paulo: Manole, 1997, 656 p., p.451-56.
- BONAVIGO, REGINA. **Ação bioherbicida de óleo essencial de rizoma de gengibre na germinação de nabo e azevém**. 2021. Trabalho de conclusão de curso (GRaduação Em Agronomia) - Universidade Federal Da Fronteira Sul Campus Chapecó, [S. l.], 2021;
- CAMARGO, NATHALIA DE OLIVEIRA TELESKA. **Utilização de aditivos fitogênicos na alimentação de suínos: Uma meta-análise sobre desempenho produtivo**. 2021. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [S. l.], 2021;
- CHRISTINE ALENCAR FOTIUS, ANNA. **Manejo da alimentação de ovinos: Sequência de fornecimento de ingredientes da dieta**. 2010. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, RECIFE, 2010;
- COELHO, KALLYNKA SAMARA MARTINS. **Inclusão de grão seco de destilaria com solúveis (*Zea mays* L.) na alimentação de ovinos sobre os parâmetros ruminais**. 2016. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em zootecnia) - Universidade do Estado de Mato Grosso, [S. l.], 2016;
- DOBSON, J.; BROWN, W.C.B.; DOBSON, A; PHILLIPSON, A.T. A histologia study of the organization of the rumen epithelium of sheep. **Jornal of Physiology**, p. 247-253. 1956.
- DÓREA, J. R. R. **Níveis de suplemento energético para bovinos em pastagem tropical e seus efeitos no consumo de forragem e fermentação ruminal**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, [S. l.], 2010;
- FILHO, D. A. dos S; OLIVEIRA, L. R. G; SANTOS, A. F. de M. S; SOBRINHO, M. A. da M; JUCÁ, J. F. T. Caracterização e avaliação do potencial de metano do rúmen bovino. **XVII SILUBESA**, ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 6 jun. 2016;
- GOMES BEZERRA DA SILVA, FERNANDA. **Extrato de própolis e monensina sódica sobre os parâmetros de fermentação ruminal e hematológicos de ovinos**. 2013. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), PETROLINA - PE, 2013;
- GERON, L. J. V., MEXIA, A. A.; CRISTO, R. L.; GARCIA, J.; CABRAL, L.S.; TRAUTMAN, R. J. MARTINS, O. S.; ZEOULA. L. M. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e características ruminais de cordeiros alimentados com níveis crescentes de concentrado em ambiente tropical no Vale do Alto Guaporé – MT. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 1859-1866, 2013.
- GERON, L. J. V.; GARCIA, J.; COSTA, F. G.; AGUIAR, S. C.; OLIVEIRA, E.B.; SILVA, M. I. L.; CABRAL. L.S.; PIERANGELI, M.A.P.; ZEOULA, L.M.; MEXIA, A.A. Ruminal

parameters and nitrogen balance in sheep fed diets containing residue from the extraction of tamarind Pulp. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 5, p. 3411-3420, 2015.

GERON, L. J. V.; AGUIAR, S. C.; CARVALHO, J. T. H.; JUFFO, G. D.; SILVA, A. P.; SOUSA NETO, E. L.; COELHO, K. S. M.; GARCIA, J.; DINIZ, L. C.; PAULA, E. J. H. Effect of slow release urea in sheep feed on intake, nutrient digestibility, and ruminal parameters. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 37, n. 4, suplemento 1, p. 2781-2794, 2016.

GERON, L. J. V.; GARCIA, J.; ZANINE, A. M.; SOUSA NETO, E. L.; PAULA, E. J. H.; DINIZ, L. C.; ROBERTO, L.S.; COELHO, K.S.M.; SANOTOS, I. S.; CARVALHO, J. T. H.; PALERMO NETO, F. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais em ovinos alimentados com rações contendo grão seco de destilaria com solúveis. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.74, n.3, p.255-268, 2017.

KIM, E. T.; MIN, K. S.; LEE, S.S.; KIM, C.H. **Efeitos de extratos vegetais na população microbiana, emissão de metano e características de fermentação ruminal in vitro**. Associação Asiático-Australásia de Sociedades de Produção Animal, [S. l.], p. 1-6, 25 jun. 2012.

KOIIYAMA, N. **Aditivos fitogênicos na produção de frangos de corte**. 2012. Dissertação (Pós-Graduação em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, [S. l.], 2012;

LAURA, SARA ADRIANA SALINAS. **Isomix e virginiamicina sobre a fermentação ruminal in vitro**. 2021. Dissertação (Pós-graduação em zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, [S. l.], 2021;

MARIA ZEOULA, LUCIA; NETO, S.F.C.; BRANCO, A.F.; PRADO, I. N.; DALPONTE, A. O.; KASSIES, M.; FREGADOLLI, F.L. Mandioca e Resíduos das Farinheiras na Alimentação de Ruminantes: pH, Concentração de N-NH₃ e Eficiência Microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S. l.], v. 31, n. 3, p. 1582-1593, 10 jun. 2002;

MOREIRA, Kiria. Histórico, Importância e Justificativa das Pesquisas com Aditivos Fitogênicos. In: MOREIRA, Kiria. **Aditivos fitogênicos na terminação de tourinhos nelore confinados**. 2018. Tese (Doutor em zootecnia) - Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, [S. l.], 2018;

MOURO, G. F; BRANCO, A. F; MACEDO, F. A. F; GUIMARÃES, K. C; ALCALDE, C. R; FERREIRA, R. A; PROHMANN, E. F. Substituição do Milho pela Farinha de Mandioca de Varredura em Dietas de Cabras em Lactação: Fermentação Ruminal e Concentrações de Uréia Plasmática e no Leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S. l.], p. 1840-1848, 13 maio 2002;

OLIVEIRA, CÍNTIA. **Caracterização físico química, quantificação do 6-gingerol e determinação da atividade antioxidante e anti-inflamatória do gengibre (*Zingiber officinale*)**. 2018. Tese (Pós-Graduação em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, [S. l.], 2018;

OKORUWA, M. I.; AIDELOMON, E. O. **Manipulation of Rumen Fermentation and Microbial Diversity for Live-Weight Gains of Sheep as Influenced by Ginger Powder and Lime Peel**. European Journal of Biology and Biotechnology, [S. l.], p. 1-6, 22 out. 2020.

PASQUALI, G. A. M; PIMENTA, G. E. M. CENTRO CIENTÍFICO CONHECER. **Aditivos Fitogênicos: Uma Alternativa Ao Uso De Antibióticos Promotores De Crescimento Na Alimentação De Aves**, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, Brasil., 1 jul. 2014;

PEREIRA, E. P.; MIZUBUTI, I. Y.; VILLARROEL, A. B. S.; OLIVEIRA, S. M. P.; PIMENTEL, P. G. Variáveis ruminais em novilhos alimentados com feno de tifton 85 com diferentes tamanhos de partículas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 243-250, 2009.

PINA, D. dos S; FILHO, S. de C. V. Fermentação ruminal. In: BERCHIELLI, T. T; PIRES, A. V; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. [S. l.: s. n.], 2006. p. 151-182;

PINTO, Vilson.; LEITE, P. R. de SÁ. da COSTA.; BRAINER, M. M. de A.; SILVA, B. C. R.; SILVA, L. G. **Efeito da adição de gengibre (*zingiber officinale*) em pó sobre o desempenho de frangos de corte na fase inicial**. 2017. 8 p. Artigo (Graduação em zootecnia) - Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, Ceres, 2017;

REGAL DUTRA, A; QUEIROZ, A. C; THIÉBAUT, J. T. L; DUTRA, L. G; WASCHECK, R. de C; MOREIRA, P. C. Efeitos dos Níveis de Fibra e de Fontes de Proteínas sobre a Concentração do Nitrogênio Amoniacal e pH Ruminal em Novilhos. **Revista Brasileira De Zootecnia**, [S. l.], v. 33, n. 3, p. 714-722, 6 jun. 2004.

SANTOS, L.C. Desenvolvimento de papilas ruminais. **Pubvet**, Londrina, V. 2, N. 40, Art. 387, 2008.

SILVA, F. **Ação do óleo essencial de gengibre (*Zingiber officinale*) encapsulado em fibras ultrafinas de proteína isolada de soja, poli (óxido de etileno) e zeína no controle antimicrobiano in situ**. 2018. Dissertação (Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Pelotas, [S. l.], 2018;

SILVA, R. F. DA. **Inclusão de diferentes níveis de capsicum ssp (pimenta) em rações balanceadas na alimentação de ovinos sobre coeficiente de digestibilidade in vitro**. 2019. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em zootecnia) - Universidade do Estado de Mato Grosso, [S. l.], 2019;

SOARES, M. N. **Utilização de aditivos fitogênicos na dieta de poedeiras semipesadas**. 2019. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, [S. l.], 2019;

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J; FOX, D. G; RUSSEL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

TERESINHA BERCHIELLI, TELMA.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **NUTRIÇÃO DE RUMINANTES**. [S. l.: s. n.], 2006.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas** – SAEG. Viçosa: UFV. 150p. 1997. (Manual do usuário).

TOZETTO, L. M. **Produção e caracterização de cerveja artesanal adicionada de gengibre (*Zingiber officinale*)**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, [S. l.], 2017.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber, and nostarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.12, p.3583-3597, 1991.

VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes**. Viçosa, MG: UFV, 1980. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1980.

ZAMBRANO B. E. **Diversidade genética e química em germoplasma de gengibre (*Zingiber officinale*)**. 2015. TESE (DOUTORADO) - Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, PIRACICABA, 2015.

ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, S.F.; GERON, L.J.V.; MAEDA, E.M.; Substituição do milho pela farinha de varredura de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) em rações de ovinos: consumo, digestibilidade, balanços de nitrogênio e energia e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.491-502, 2003.