

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

VINICIUS GARCIA BASTOS

**PARÂMETROS FERMENTATIVOS DE RAÇÕES COM DIFERENTES NÍVEIS DE
INCLUSÃO DE (*Morinda citrifolia*) NONI EM DIFERENTES INÓCULOS**

PONTES E LACERDA – MT
NOVEMBRO/2019

VINICIUS GARCIA BASTOS

**PARÂMETROS FERMENTATIVOS DE RAÇÕES COM DIFERENTES NÍVEIS DE
INCLUSÃO DE (*Morinda citrifolia*) NONI EM DIFERENTES INÓCULOS.**

"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. Dr. Luiz Juliano Valério Geron

PONTES E LACERDA – MT
NOVEMBRO/2019

VINICIUS GARCIA BASTOS

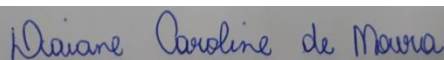
PARÂMETROS FERMENTATIVOS DE RAÇÕES COM DIFERENTES NÍVEIS DE INCLUSÃO DE (*Morinda citrifolia*) NONI EM DIFERENTES INÓCULOS.

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.

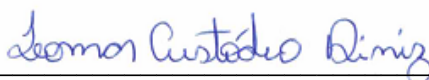
APROVADO EM: 26/11/2019



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



Prof. Dra. Daiane Caroline de Moura
Membro/UNEMAT– Pontes e Lacerda.



Zootecnista Leomar Custódio Diniz
Membro/UNEMAT– Pontes e Lacerda

A minha família, que sempre me incentivou;
Ao Ademir do Amparo Bastos, meu pai;
A “Eliana Justino Ferreira Garcia Bastos” *in memorin*, minha mãe;
Dedico-lhes de coração.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS por ter me proporcionada o ingresso na faculdade e poder estar concluindo o curso.

Aos meus Pais que sempre me incentivaram e me deram todo o amparo, “Eliana Justino Ferreira Garcia Bastos” *in memorin* e Ademir do Amparo Bastos.

À minha vó materna que me deu um enorme apoio após o falecimento da minha mãe, e por tudo que me faz até hoje.

À Universidade do Estado de Mato Grosso, por ter possibilitado a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Luiz Juliano Valério Geron por ter participado de minha formação acadêmica, orientando e por auxiliar no desenvolvimento do meu conhecimento científico, profissional e como ser humano e pela confiança em mim depositada durante o período de convívio.

Ao departamento de Zootecnia e aos professores do curso de Zootecnia pelos valiosos ensinamentos.

Aos meus colegas de turma em especial “Os que não colam” Ademir, Amanda, Fagner, Gladiston, Paulo e Tiago.

A todos os colegas e amigos que me ajudaram e me proporcionaram concluir minha graduação.

A todos esses citados agradeço de coração.

*“Motivação é a arte de fazer as pessoas
fazerem o que você quer que elas façam
porque elas o querem fazer!”*

(Dwight Eisenhower)

RESUMO

O uso de alimentos alternativos na alimentação ruminantes vem sendo cada vez mais existente na atualidade, esses alimentos são geralmente utilizados para baratear os custos da alimentação ou por possuir características fitoterápicas e curativas. A *Morinda citrifolia* (Noni) possui em sua composição antioxidantes, atividade anticarcinômicas, anti-inflamatórias e estimulantes do sistema imunológico. Assim torna-se importante a avaliação da inclusão do Noni em rações balanceadas para ruminantes, uma vez que este é um alimento relativamente desconhecido na nutrição animal. Diante do exposto, objetivou-se avaliar a inclusão de diferentes dos teores de 0%; 8%; 16% e 24% de Noni sobre parâmetros fermentativos *in vitro* em rações para ruminantes (ovinos) com dois tipos de inóculos (líquido ruminal e fezes de ovinos). Os níveis de inclusão de Noni e os diferentes inóculos propiciaram alterações ($P < 0,05$) no valor de pH do conteúdo fermentado após a incubação *in vitro* de 24 horas, expressando resultados diferentes entre os inóculos. As análises da concentração do nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$), obtiveram resposta diferentes entre os níveis de inclusão do Noni nas rações e propiciaram alterações ($P < 0,05$) no conteúdo fermentado após 24 horas, obtendo um comportamento quadrático com os pontos máximo diferentes entre os inóculos. Diante do exposto o Noni atua como um alimento funcional que altera o ambiente de fermentação. A atividade bacteriana das fezes utilizadas como inóculo da fermentação *in vitro*, apresenta uma menor atividade em relação ao líquido ruminal de ovinos, o que gerou menor concentração de nitrogênio amoniacal e valor maior do pH do conteúdo fermentado. Desta maneira, conclui-se que a utilização de líquido ruminal apresenta-se como um inóculo melhor que as fezes de ovinos, para avaliação dos parâmetros de fermentação *in vitro*, como pH e concentração de $N-NH_3$.

Palavras-chave: Digestão. Líquido ruminal. Ruminantes

ABSTRACT

The use of alternative feeds in ruminant feeds is becoming more and more prevalent nowadays, these foods are generally used to reduce the cost of feeding or to have herbal and healing characteristics. *Morinda citrifolia* (Noni) has in its composition antioxidants, anticarcinomic activity, anti-inflammatory and immune system stimulants. Thus, it is important to evaluate the inclusion of Noni in balanced ruminant feeds, since it is a relatively unknown feed in animal nutrition. Given the above, the objective was to evaluate the inclusion of different levels of 0%; 8%; 16% and 24% Noni on in vitro fermentative parameters in ruminant (sheep) diets with two types of inoculum (ruminal fluid and sheep feces). Noni inclusion levels and different inocula provided changes ($P < 0.05$) in the pH value of the fermented content after 24 hour in vitro incubation, expressing different results between inocula. Ammonia nitrogen ($N-NH_3$) concentration analyzes showed different responses among Noni inclusion levels in the diets and provided changes ($P < 0.05$) in the fermented content after 24 hours, obtaining a quadratic behavior with the maximum points. different between inocula. Given the above Noni acts as a functional food that alters the fermentation environment. The bacterial activity of feces used as inoculum of fermentation in vitro, presents a lower activity in relation to ruminal fluid of sheep, which generated lower ammonia nitrogen concentration and higher pH value of fermented content. Thus, it is concluded that the use of ruminal fluid is a better inoculum than sheep feces for the evaluation of in vitro fermentation parameters, such as pH and $N-NH_3$ concentration.

Key words: Digestion. Rumen fluid. Ruminants.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 ALIMENTAÇÃO ANIMAL	12
2.2 ALIMENTO ALTERNATIVO	12
2.3 ALIMENTOS FUNCIONAIS	13
2.4 ORIGEM DO NONI.....	13
2.5 COMPOSIÇÃO DO NONI	14
2.6 PROPRIEDADES BENÉFICAS DO NONI.....	15
2.7 FATORES ANTINUTRICIONAIS	16
2.8 DIGESTÃO EM RUMINANTES	16
2.9 FATORES QUE AFETAM A DIGESTÃO	17
2.10 FERMENTAÇÃO RUMINAL.....	18
3.11 pH RUMINAL	19
3.12 NITROGÊNIO AMONÍACAL	19
3.13 DIGESTÃO <i>IN-VITRO</i>	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5. CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

Os vegetais sempre estiveram presentes como elemento essencial na dieta alimentar e seu uso no combate a doenças acompanha o processo evolutivo da humanidade. Desde a pré-história que raízes, folhas e outras partes das plantas vêm sendo utilizadas, mesmo que empiricamente, na cura ou controle de algumas infecções, e as informações sobre seu poder curativo são passadas às gerações posteriores (NASCIMENTO, 2012).

A alimentação animal é um fator fundamental para o sucesso ou fracasso da criação, na perspectiva de que é um expressivo componente dos custos, constitui-se em uma dificuldade de qualquer sistema de produção animal (RODRIGUES; VIEIRA, 2011).

A alimentação dos animais representa um dos maiores custos da atividade pecuária, principalmente quando se utilizam fontes alimentares como o milho, que, apesar das elevadas qualidades nutricionais, apresentam em geral custo elevado. Assim, a utilização de fontes alimentares alternativas de menor custo pode proporcionar diminuição nos custos de produção, acarretando aumento na lucratividade (CALDAS NETO, et al. 2000)

A preocupação com a produção animal está cada vez mais direcionada para a quantidade e a qualidade do produto final, e a sua implicação com a segurança alimentar, meio ambiente e bem-estar animal (CATALAN et al. 2012).

Tem-se a necessidade de ingredientes alternativos com intuito de melhorar o crescimento, a eficiência na produção e a imunidade do animal têm estimulado o desenvolvimento de pesquisas baseadas em nutrientes que melhorem a função imune e digestiva dos animais (ZAVARIZE et al. 2010).

Os trabalhos com produtos naturais em animais ainda são pouco explorado, com isso, os estudos que comprovam a eficácia dos mesmos são escassos, porém esse setor vem crescendo e os trabalhos são os mais variados, principalmente no aumento da resistência do organismo animal contra doenças, intoxicações ou problemas ambientais, de modo que a ação antimicrobiana destes fármacos atuem de forma eficiente, evitando a imunossupressão, estresse e, consequentemente redução no desempenho dos animais (CATALAN et al. 2012).

A Morinda citrifolia Linn. é um vegetal pertencente à família Rubiaceae, conhecido popularmente como noni. Esta planta é originária do sudoeste da Ásia e seu cultivo e consumo tem se expandido rapidamente em todas as regiões brasileiras não apenas por ser uma rica fonte de nutrientes, mas principalmente devido às propriedades fitoterápicas a ele atribuídas e à sua facilidade de adaptação (NASCIMENTO, 2012).

A utilização do suco, extratos, ou compostos biológicos isolados, apresentaram resultados que o noni pode atribuir benefícios à saúde na forma de eliminação dos radicais livres, devido a sua propriedade antioxidante (vitamina C), possuem atividades anticarcinomas, atividades anti-inflamatórias, estimulam o sistema imunológico, atuam na regulação das funções celulares e do colesterol (WANG et al. 2002).

Segundo Costa (2011) o noni, possui atividade relevante na inibição do crescimento de certas bactérias *in vitro*. Este efeito antibacteriano pode estar relacionado à presença de compostos fenólicos presentes na planta, entretanto alguns estudos encontraram resultados controversos quanto às reais propriedades benéficas do consumo de noni. Alguns estudos sugerem que o uso indiscriminado e em altas doses do noni poderá ter efeitos deletérios e tóxicos ao animal.

Assim torna-se importante a avaliação da inclusão do Noni em rações balanceadas para ruminantes, uma vez que este é um alimento relativamente desconhecido na nutrição animal. Diante do exposto, objetivou-se avaliar a inclusão de diferentes dos teores de 0%; 8%; 16% e 24% de Noni (*Morinda citrifolia*) sobre parâmetros fermentativos *in vitro* em rações para ruminantes (ovinos) com dois tipos de inóculos (líquido ruminal e fezes de ovinos).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ALIMENTAÇÃO ANIMAL

A alimentação animal é um fator fundamental para o sucesso ou fracasso da criação, na perspectiva de que é um expressivo componente dos custos, constitui-se em uma dificuldade de qualquer sistema de produção animal (RODRIGUES; VIEIRA, 2011).

Os custos com a alimentação dos animais de produção são responsáveis pela maior parte dos custos totais de produção. Portanto, a necessidade de ingredientes alternativos com intuito de melhorar o crescimento, a eficiência na produção e a imunidade do animal têm estimulado o desenvolvimento de pesquisas baseadas em nutrientes que melhorem a função imune e digestiva dos animais (ZAVARIZE et al. 2010).

Um dos pontos importantes que podem limitar o nível de produtividade dos ruminantes, isto é, maiores ganhos de peso em um intervalo mais curto, é o consumo (MACEDO JÚNIOR et al. 2007)

A capacidade dos animais de consumir alimentos em quantidades suficientes, para alcançar suas exigências de manutenção e produção é um dos fatores mais importantes em sistemas de produção, principalmente se esses forem em grande parte dependentes de alimentos fibrosos (MACEDO JÚNIOR et al. 2007).

2.2 ALIMENTO ALTERNATIVO

O custo é, atualmente, um dos fatores mais limitantes para a suplementação ou confinamento de ovinos no Brasil, por isso, existe a necessidade de utilização de alimentos alternativos, objetivando minimizar custos de produção e maximizar a produção de carnes. Diante dessa realidade, os resíduos agroindustriais apresentam características nutricionais favoráveis para a sua utilização na alimentação animal, além de um destino socioeconômico e ambiental interessante para as milhares de toneladas desses resíduos (NUNES et al. 2007).

Existe uma diversidade de subprodutos que podem ser alternativas para a redução de custos na produção de ovinos, e que levam a ganhos satisfatórios de peso, mantendo um padrão considerável na qualidade da carcaça dos animais (NUNES et al. 2007).

2.3 ALIMENTOS FUNCIONAIS

Um alimento pode ser considerado funcional se demonstrar de maneira satisfatória que o mesmo pode afetar benéficamente uma ou mais funções alvo no corpo, além de possuir efeitos nutricionais adequados, de maneira que seja tanto relevante para o bem estar e a saúde quanto para a redução do risco de uma doença (ROBERFROID, 2002).

Anjo (2004) ressaltou que, os alimentos funcionais contêm em sua composição alguma substância biologicamente ativa que ao ser adicionada a uma dieta usual desencadeia processos metabólicos ou fisiológicos, resultando em redução do risco de doenças e manutenção da saúde.

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2019) as plantas medicinais são aquelas capazes de aliviar ou curar enfermidades e têm tradição de uso como remédio em uma população ou comunidade e, quando essas plantas são industrializadas para se obter um medicamento, tem-se como resultado o fitoterápico.

O noni por possuir propriedades fitoterápicas tem despertado interesse científico devido aos benefícios relacionados ao seu consumo (FARIA et al. 2014).

2.4 ORIGEM DO NONI

A *Morinda citrifolia* é conhecida como noni, sendo uma planta da família Rubiaceae que se originou do Sudoeste da Ásia, que vem sendo utilizada há mais de 2000 anos como medicamento pelos habitantes da Polinésia (WANG et al. 2002).

A família *Rubiaceae* é a quarta maior família botânica entre as angiospermas e possui distribuição pelo mundo todo com 550 gêneros e 9000 espécies, dessas, 2000 são encontradas no Brasil. A maior parte das rubiáceas é própria de regiões com clima tropical. A família é conhecida devido a sua importância econômica do café (*Coffea rábica*), e terapêutica do noni (*Morinda citrifolia*), sendo amplamente utilizada na medicina popular e na fabricação de fitofármacos (OLIVEIRA, 2009).

A classificação taxonômica do noni proposta por Carolus Linnaeu é expressa da seguinte forma:

Reino: Plantae

Filo: Magnoliophyta

Classe: Magnoliopsida

Ordem: Gentianales

Família: *Rubiaceae*

Gênero: *Morinda*

Espécie: *citrifolia*

Nome Botânico: *Morinda citrifolia*

Segundo Acosta (2003), o noni apresenta característica como um crescimento ereto, composto de uma ou mais hastes principais, possui lenho de coloração amarelada de onde se destacam ramos angulares e tetragonais são comuns em plantas do fruto do noni. Ramos secundários com nós separados de onde brotam os racimos florais e raiz pivotante onde se desprendem as raízes secundárias

O fruto do Noni tem formato oval, apresentando várias sementes em cada fruto. A casca do fruto é composta por uma película fina, essa película é facilmente capaz de ser retirada quando o fruto está maduro. Ao estar próximo do ponto de amadurecimento, apresenta a coloração da casca amarela clara, a polpa passa da cor branca para amarela à medida que o fruto amadurece, sendo notado um forte aroma peculiar nos frutos maduros (VEIGA et al. 2005).

2.5 COMPOSIÇÃO DO NONI

Palioto et al. (2015) avaliaram a composição centesimal, compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de *Morinda citrifolia* Linn (noni) cultivados no estado do Paraná, encontraram valores médios para umidade, cinzas, proteínas, lipídios e carboidratos de 89,16%; 0,75%; 2,10%; 2,19% e 5,81%, respectivamente.

O fruto do Noni é composto por apenas 10% de matéria seca, e muitos dos seus componentes sólidos são solúveis, fibras dietéticas e proteínas. A composição proteica no suco de noni corresponde a 11,3% da matéria seca. Minerais como potássio, cálcio, fósforo e traços de selênio correspondem a 8,4% da matéria seca (NASCIMENTO, 2012).

Cunha et al. (2012) explicaram que a polpa do fruto do noni apresenta um baixo teor de lipídeos e proteínas, sendo composta predominantemente por carboidratos e demais nutrientes. Outros componentes do fruto do noni é a vitamina C presente em grande quantidade, e outras substanciais de niacina (vitamina B3), potássio e ferro. Além disso o fruto do Noni apresenta um teor moderado de vitamina A cálcio e sódio. Assim o fruto do Noni apresenta-se como uma alternativa na alimentação animal, uma vez que esse, está se expandido e possui a capacidade de adaptação a qualquer solo Brasileiro. O noni apresenta características produtivas e nutritivas compatíveis com sua exploração na alimentação de ruminantes.

De acordo com Faria et al. (2014) em uma análise fitoquímica preliminar das amostras do fruto noni cultivados no município de Cuiabá – MT detectou a presença de diferentes classes fitoquímicas, como, taninos, flavonóides, antraquinonas conjugadas, saponinas, cumarinas e alcalóides. O autor ainda ressalta que na análise físico-química devido à alta umidade do fruto foi observada uma pequena concentração de lipídios.

Segundo Nascimento (2012), o suco do noni é uma rica fonte de proxeronina, um alcalóide usado para revitalizar as células, através da xeronina que provoca reações no núcleo celular, fazendo com que os nutrientes sejam absorvidos mais facilmente, melhorando a capacidade dos órgãos do corpo humano.

2.6 PROPRIEDADES BENÉFICAS DO NONI

O noni (*Morinda citrifolia* L.) é uma planta que tem despertado o interesse da comunidade científica por suas propriedades nutricionais e terapêuticas. O suco da fruta tem grande demanda na medicina alternativa para o tratamento de diversas doenças e existem muitos trabalhos que comprovam suas propriedades farmacológicas (BARROS, 2009)

De acordo com Wang et al. (2002) a utilização do suco, extratos, ou compostos biológicos isolados, apresentaram resultados que o noni pode atribuir benefícios à saúde na forma de eliminação dos radicais livres, devido a sua propriedade antioxidante (vitamina C), possuem atividades anticarcinomas, atividades anti-inflamatórias, estimulam o sistema imunológico, atuam na regulação das funções celulares e do colesterol.

2.7 FATORES ANTINUTRICIONAIS

Os fatores antinutricionais presentes em alimentos podem provocar efeitos fisiológicos adversos ou diminuir a biodisponibilidade de nutrientes (SILVA; SILVA, 2000).

Barcelos et al. (2001) ressaltaram que determinadas substâncias dos alimentos podem interferir no processo de digestão, reduzindo a capacidade dos microrganismos em transformar material fibroso, em nutrientes aproveitáveis.

Os compostos bioativos mais comumente encontrados em vegetais, frutas e hortaliças são as substâncias fenólicas, que são formadas no metabolismo secundário dos vegetais, podendo ser encontradas na forma livre ou ligadas a açúcares e proteínas, possuindo várias funções como: crescimento da planta, propriedades sensoriais, processos germinativos da semente, defesa contra pragas e danos oxidativos (COSTA et al. 2013)

Taninos e saponinas são substâncias conhecidas por algumas de suas características marcantes, como a adstringência e fator antinutricional dos taninos e a função emulsificante das saponinas. Porém, as características de conhecimento comum são poucas frente a diversidade de mecanismos de ação e possíveis usos ainda desconhecidos na indústria em geral (CASTEJON, 2011).

Em ruminantes, os taninos podem produzir efeitos positivos reduzindo a quantidade de proteína digerida no rúmen e, aumentar a quantidade de proteína disponível no intestino delgado, eliminar parasitas e diminuir o timpanismo espumoso (CASTEJON, 2011).

Costa et al. (2013), descreve que o Noni exibe uma atividade relevante na inibição do crescimento de certas bactérias in vitro, como *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus morgani*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Helicobacter pylori*, *Salmonella* e *Shigella*. Este efeito antibacteriano pode estar relacionado à presença de compostos fenólicos presentes na planta, como alizarina, escopoletina e outras antraquinonas.

2.8 DIGESTÃO EM RUMINANTES

Os ruminantes, em virtude de sua capacidade digestiva, são capazes de fazer um melhor uso de alimentos ricos em celulose e hemicelulose. Portanto, é importante aproveitar

esta habilidade na alimentação de ruminantes com resíduos ricos em fibra (ZAMBOM et al. 2001).

A digestão dos ruminantes acontece por um mecanismo particular, onde ocorre processos durante a digestão que os diferenciam dos demais animais. Os ruminantes se alimentam basicamente de vegetais (pastagens), portanto são considerados herbívoros (consumidores de primeira ordem). Por isso, a extensão do aparelho digestório (estômago) dos animais ruminantes é formada por um conjunto contendo quatro cavidades, assim caracterizada: rúmen, retículo, omaso e abomaso (VALADARES FILHO; PINA, 2006).

A digestão nos ruminantes é um processo complexo, que envolve interações entre a dieta, os microrganismos e o animal. Contudo, a fração do alimento ingerido que é absorvida depende da velocidade em que é fermentada no rúmen e do tempo que permanece susceptível ao ataque microbiano (OLIVEIRA; ZANINE; SANTOS, 2007).

Segundo Oliveira, Zanine e Santos (2007), o rúmen fornece o ambiente propício e fonte alimentar para o crescimento e reprodução dos microrganismos. A ausência de oxigênio no rúmen favorece o crescimento de algumas bactérias em particular, e algumas delas conseguem degradar a parede celular das plantas (celulose) em simples açúcares (glicose). Os microrganismos fermentam a glucose para obter energia para crescer e durante o processo de fermentação eles produzem ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). Os AGCCs atravessam a parede rúminal os quais são a principal fonte de energia os ruminantes

De acordo com Barcelos et al. (2001), os microrganismos presentes no rúmen fermentam alimentos fibrosos e sintetizam nutrientes, principalmente proteína e algumas vitaminas.

2.9 FATORES QUE AFETAM A DIGESTÃO

A digestão anaeróbica é um processo fermentativo a que são submetidos diversos tipos de resíduos (SOUZA, 1984).

A fibra constitui-se da parede celular dos vegetais, sendo formada principalmente por celulose, hemicelulose, lignina, proteína e por outros compostos minoritários. A fibra vegetal tem uma função prioritária na nutrição dos ruminantes, pois, é uma fonte de energia e potencializadora dos processos fermentativos. A digestibilidade da fibra de forragens não é constante para todos os animais ou para todas as condições de alimentação, mas a principal

fonte de variação decorre das diferenças na sua estrutura, composição química e estágio de maturidade (MACEDO JÚNIOR et al. 2007).

A fibra e a proteína consumidas pelos ruminantes, obtidas de diferentes fontes e variadas composições, têm influência na atividade microbiana no rúmen (SOUZA et al. 2000)

A estimação dos parâmetros de digestibilidade de um alimento constitui aspecto preponderante ao acesso ao seu teor energético, notadamente via nutrientes digestíveis totais, permitindo o balanceamento adequado de dietas que propiciem o atendimento das demandas para manutenção e produção dos animais (DETMANN et al. 2006)

2.10 FERMENTAÇÃO RUMINAL

Os mamíferos não possuem capacidade de digerir carboidratos estruturais complexos (celulose, hemicelulose e lignina) por não possuir enzimas específicas para quebra destes compostos, com isso os ruminantes (mamíferos herbívoros) desenvolveram uma simbiose com microrganismos onde eles conseguem aproveitar a fibra dietética através de processos fermentativos, onde o principal produto de interesse dos ruminantes são os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e também produtos indesejáveis como a formação de metano (SANTANA NETO et al. 2012).

Os ruminantes possuem estômago pluricavitário, onde primeiramente ocorre a digestão fermentativa e em seguida digestão enzimática. O trato digestivo pode ser dividido em duas partes de acordo com a produção de enzimas pelo animal: uma parte aglandular (proventrículo), e uma e outra glandular semelhante ao estômago dos monogástricos. O proventrículo é dividido em três partes: retículo, rúmen e omaso. Nos dois primeiros ocorre a fermentação microbiana (bactérias, protozoários e fungos) onde são hidrolisadas as proteínas, lipídios e carboidratos. A separação de partículas maiores é realizada pelo orifício retículo-omasal, propiciando um tempo de permanência maior da mesma no rúmen-retículo e melhorando a sua fermentação. A parte do glandular do estômago dos ruminantes correspondem ao abomaso onde ocorre a digestão do conteúdo ruminal pela secreção do suco gástrico (MARTINS, 2012).

A taxa de passagem e a extensão da digestão no rúmen dependem, entre outros fatores, da natureza e do teor dos constituintes da parede celular e da disponibilidade ruminal de nitrogênio. Desse modo, a avaliação dos componentes da parede celular e do conteúdo

proteico, juntamente com a determinação da taxa e da extensão de fermentação no rúmen, constituem parâmetros importantes nos estudos do valor nutritivo dos alimentos (OLIVEIRA; ZANINE; SANTOS, 2007).

Os fatores antinutricionais comentados no tópico sobre os mesmos são sintetizados pelas plantas para proteger da invasão microbiana. Desta maneira de acordo com Oliveira, Zanine e Santos (2007), estes compostos, juntamente com outros compostos antinutricionais quando consumidos por animais inibe o crescimento de diferentes tipos de microrganismos ruminais.

2.11 pH RUMINAL

O valor do pH estará diretamente relacionado com o tipo de alimentação e de suas respectivas produções de AGCC, o pH ruminal está diretamente relacionado com os produtos finais da fermentação e também com a taxa de crescimento dos microrganismos ruminais (HOMEM JUNIOR et al. 2010).

O pH do rúmen pode oscilar de 5,5 a 7,2, com valores inferiores de pH detectados em intervalos de tempo curtos, após os animais receberem uma dieta rica em concentrado (VALADARES FILHO; PINA, 2006).

Como os ruminantes não sintetizam celulase, a sua digestão é realizada exclusivamente pelas bactérias ruminais celulolíticas, as quais são muito sensíveis ao declínio do pH, logo, a digestão da celulose pode ser aumentada pelo decréscimo na concentração de lactato e aumento no pH ruminal (SILVA, 2012).

Os substratos disponíveis para fermentação em parceria com o pH ruminal são os fatores essenciais determinantes da prevalência dos microrganismos no ecossistema ruminal, destacando-se a redução do pH ruminal como a principal forma isolada de efeitos assimilados negativos de vários componentes da ração sobre a digestibilidade da ração (Ørskov & Tyle, 1990 *apud* CANTÃO VELOSO, 2016).

2.12 NITROGÊNIO AMONÍACAL

A atividade dos microrganismos ruminais permite que os ruminantes utilizem carboidratos estruturais como fonte energética e nitrogênio não-proteico como fonte proteica (ZEOULA et al. 2002).

Os microrganismos ruminais são capazes de sintetizar proteína microbiana a partir de amônia e esqueleto carbônico, podendo as fontes de nitrogênio não proteico (amiréia e uréia) serem fornecedoras de amônia.

A concentração de amônia pode ser usada como indicador da eficiência de sua utilização no rúmen. Altas concentrações de amônia ruminal resultam em maior absorção líquida de nitrogênio amoniacal (N-NH_3) pelas paredes do rúmen, conversão em ureia e consequentes perdas através da excreção urinária (ASSIS et al. 2004).

Segundo Zeoula et al. (2002), a sincronização entre as fontes de carboidratos (que fornecem energia e esqueletos carbônicos para os microrganismos) e de nitrogênio, pode acarretar uma maximização da eficiência microbiana e uma diminuição da perda de nitrogênio na forma de N-NH_3 . O aumento na eficiência microbiana permitiria um aumento na disponibilidade de proteína microbiana para ser absorvida no intestino e utilizada pelos animais.

A ureia alimentar, assim que atinge o rúmen do bovino, é convertida em amônia pela ação da urease microbiana no rúmen. Havendo energia disponível, a amônia então produzida é utilizada pelos microrganismos do rúmen para a sua multiplicação. Arrastados pelos alimentos, os microrganismos passam do rúmen para o abomaso, onde são digeridos, produzindo os aminoácidos que serão posteriormente absorvidos no intestino delgado e utilizados pelo animal na síntese de tecido corporal e produção de leite (RODRIGUES, 2003).

2.13 DIGESTÃO *IN-VITRO*

Os sistemas *in vitro*, apesar de proporcionarem a avaliação da digestibilidade com baixo custo e em curto prazo, não reproduzem perfeitamente o processo de digestão *in vivo*. A capacidade preditiva e a aplicabilidade de técnicas *in vitro* podem resultar do grau de similaridade entre a técnica e o processo digestivo do ruminante (ZAMBOM et al. 2001).

Os ensaios *in vivo*, apesar da relevância fisiológica que têm, nem sempre podem ser realizados devido a questões éticas, custo e à grande variabilidade inter-individual, a fim de

contornar estas dificuldades, uma forma alternativa de realizar estes estudos é recorrer aos sistemas *in vitro* (PEREIRA, 2018).

Segundo Alcalde et al. (2001) as vantagens da utilização da técnica *in vitro* para determinação da digestibilidade dos alimentos estão na sua rapidez, na uniformidade físico-química do local de fermentação e na conveniência de se manter poucos animais fistulados.

Segundo Silva et al. (2003) capacidade de predição e a aplicabilidade de técnicas *in vitro* podem resultar do grau de similaridade entre a técnica e o processo digestivo do ruminante. Sistemas *in vitro*, utilizando fluido ruminal e meio de cultura, tentam simular o processo anaeróbico de fermentação ruminal.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Metabolismo Animal (SeMA) e no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal (LAANA), pertencentes ao *Campus* Universitário de Pontes e Lacerda da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT.

Os alimentos que foram utilizados para a confecção das rações experimentais contendo a inclusão de Noni foram a silagem de milho, grão de milho moído e farelo de soja e Noni desidratado – Noni (Tabela 1). As rações apresentaram os seguintes teores de inclusão do Noni 0%; 8%; 16% e 24% na MS.

Tabela 1 - Composição bromatológica dos alimentos experimentais.

Alimentos	% de nutrientes expressos na MS						¹ Fenólicos totais g de EAG 100 ⁻¹ g
	% MS	MO	PB	EE	FDN	¹ NDT	
SM	24,00	95,05	8,42	3,02	54,99	63,04	-
GM	89,95	97,83	10,14	4,23	15,46	85,30	-
FS	90,73	92,36	49,76	1,30	16,91	84,22	-
Noni	86,92	92,76	7,00	1,02	25,43	78,50	0,267
Ureia	100,00	0,00	280,00	0,00	0,00	0,00	-

SM: silagem de milho; GM: grão de milho moído; FS: farelo de soja; MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido. EAG: equivalente ácido gálico.¹ Valadares Filho et al. (2006) e Correia et al. (2011).

O fruto do Noni foi obtido por meio de coleta em plantações não comerciais na região sudoeste do Estado de Mato Grosso, no município de Pontes e Lacerda. Os frutos do Noni *in natura* foram processados por meio de triturador com peneira de 10 mm, e na sequência foram colocados para secar ao sol por aproximadamente 96h00 em camada de aproximadamente 5 cm de altura sobre uma lona plástica.

O delineamento experimental utilizado foi um fatorial (4X2), com quatro rações experimentais contendo diferentes teores de inclusão de Noni e dois tipos de inóculos diferentes (líquido ruminal e fezes de ovinos).

Foram utilizados no experimento dois ovinos sem raça definida (SRD), mantidos em gaiola de metabolismo, com peso corporal médio de $25 \pm 2,0$ kg, como doadores de inóculo (bactérias ruminais). Quinze dias antes do início do período experimental os ovinos foram everminados com o produto a base de ivermectina. As coletas de líquido ruminal foram realizadas por meio de sonda esofágica e bomba de vácuo conforme Zeoula et al. (2003).

As rações experimentais foram balanceadas para apresentarem 0%; 8%; 16% e 24% de Noni (Tabela 2) com teor de 13,5% de proteína bruta e 70,0% de nutrientes digestíveis totais conforme NRC (2007), para apresentar ganho moderado de 100 a 150 g animal⁻¹ dia⁻¹. A ração fornecida aos animais doadores de inóculo será de ração basal contendo 0% de Noni, a qual foi utilizada 60% de volumoso (silagem de milho) e 40% de concentrado.

Tabela 2 - Composição percentual e bromatológica das rações experimentais avaliadas para a obtenção do coeficiente de digestibilidade *in vitro* (CDIV) da matéria seca (MS).

Alimentos	Níveis de inclusão do noni nas rações experimentais			
	0%	8%	16%	24%
Silagem de milho	60,0	60,0	60,0	60,0
Grão de milho moído	32,0	23,5	14,5	5,5
Farelo de soja	7,5	8,0	9,0	10,0
Noni	0,0	8,0	16,0	24,0
Ureia	0,5	0,5	0,5	0,5
Total	100,0	100,0	100,0	100,0
<i>Composição bromatológica das rações experimentais avaliada na digestão in vitro</i>				
Matéria seca (MS)	50,38	50,53	50,68	50,83
Matéria orgânica (MO) %	95,26	94,83	94,37	93,91
Proteína bruta (PB) %	13,43	13,38	13,52	13,67
Extrato etéreo (EE) %	3,26	2,99	2,71	2,42
Fibra em detergente neutro (FDN) %	39,21	40,02	40,83	41,64
Fenólicos totais g de EAG 100 ⁻¹ g	0,00	0,02	0,04	0,06
Nutrientes digestíveis totais (NDT) %	71,44	70,89	70,33	69,80

EAG: equivalente ácido gálico

O consumo da ração basal dos ovinos foi controlado de maneira que haja 10% de sobras e fornecida em duas refeições diárias às 7 horas e às 17 horas, respectivamente. Os ovinos foram adaptados às condições experimentais por 15 dias.

Os ovinos tiveram acesso à vontade à água por meio de bebedouros individuais. Foram fornecidos 5 g de mistura mineral por animal por refeição, a qual será adicionada diretamente sobre os concentrados experimentais.

No dia da coleta do inóculo (líquido ruminal) os ovinos foram alimentados às 7 horas, e após duas horas do fornecimento da refeição foi realizada a coleta de líquido ruminal conforme Zeoula et al. (2003). Foram coletados aproximadamente 0,6 L de líquido ruminal de cada animal, para formar uma mistura composta. O líquido ruminal após a coleta foi filtrado em filtro de algodão (tipo café) e acondicionado em uma garrafa térmica contendo CO₂. Foi utilizado 0,5 L do líquido ruminal filtrado por animal para formar o inóculo que será utilizado

no processo de incubação *in vitro* das rações contendo Noni. A coleta de fezes (inóculo) ocorreu diretamente do reto e será utilizada uma diluição de 200/200 (tampão/fezes) segundo recomendação de Alcalde et al. (2001), a coleta de fezes foi realizada 30 minutos antes da coleta de líquido ruminal, devido as fezes se acumularem na ampola retal dos animais.

Em cada incubação (bateria) do ensaio de digestibilidade, foi utilizada a saliva artificial, a qual foi preparada inicialmente com a solução tampão de McDougall (NaHCO_3 , $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, KCl , NaCl , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, CaCl_2) e mais duas soluções, sendo uma de uréia ($5,5 \text{ g } 100 \text{ mL}^{-1}$ de H_2O destilada) e outra de glicose ($5,5 \text{ g } 100 \text{ mL}^{-1}$ H_2O destilada). No dia que antecedeu à incubação *in vitro*, foram adicionados a cada 300 mL da solução de McDougall, 5 mL da solução tampão de uréia e 5 mL da solução tampão de glicose, permanecendo em uma estufa a 39°C até a sua utilização. Antes da utilização da saliva artificial foi realizada a mensuração do valor de pH da mesma e com a adição de CO_2 o pH da saliva artificial foi estabilizado próximo de 6,8 a 7,0.

Nos tubos, foram adicionados 0,5 g das rações experimentais (0%; 8%; 16% e 24% de Noni), e no momento da incubação, será adicionado 37,5 mL de solução de saliva artificial de McDougall (McDougall, 1948) e 12,5 mL de inóculo (líquido ruminal) ou (fezes de ovinos) segundo Smith et al. (2010). Em seguida, foi acrescentado CO_2 sobre a superfície dos tubos e fechados imediatamente com rolhas de borracha equipadas com válvula de Bünsen.

Após este procedimento os tubos foram alocados por um período de 24 horas em banho-maria tipo Dubnoff (digital microprocessado, com aquecedor automático, mod. Q226 M1 – Quimis®), com água a uma temperatura de $39,2^\circ\text{C}$, com agitação constante.

Após 24 horas de incubação, a fermentação foi interrompida, colocando os tubos em recipiente contendo gelo moído durante 10 minutos. O conteúdo dos tubos foi filtrado em papel filtro quantitativo (faixa preta, com diâmetro 15 cm para filtração rápida para precipitados grossos e gelatinosos), o conteúdo fermentado *in vitro* retido nos filtros foram colocados em estufa, a 105°C , onde permaneceram por 24 horas. Após este período, os filtros foram colocados em um dessecador para posterior pesagem e o líquido que passou pelo filtro (material filtrante) foi armazenado para posterior análise do teor de nitrogênio amoniacal (N-NH_3).

Logo após a filtragem do conteúdo dos tubos, foi mensurado o valor de pH do conteúdo fermentado, após 24 horas de incubação *in vitro*, utilizando-se um pHmetro digital de bancada.

Uma alíquota (20 mL) do conteúdo fermentado após a filtragem receberam uma quantidade de 0,2 mL de ácido sulfúrico 1:1 para acidificação do meio e conseqüentemente

cessar a fermentação, estas amostras foram utilizadas para determinar a concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH_3) do conteúdo fermentado após 24 horas de incubação *in vitro*. As concentrações de N-NH_3 nas amostras do conteúdo fermentado (filtrado) foram determinadas mediante destilação com hidróxido de potássio $\text{KOH } 2 \text{ mol L}^{-1}$, conforme técnica descrita por Preston (1995).

As amostras do alimento volumoso (silagem de milho) foram secas em estufa a $55 \pm 5^\circ\text{C}$ por 72 horas, após este período serão processadas em moinho dotados de facas e peneira com crivos de 1 mm de diâmetros.

Para as amostras dos alimentos experimentais foram determinado o teor de nitrogênio pelo método semi-micro Kjeldahl, matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO) e extrato etéreo (EE) serão determinados segundo citações de Silva e Queiroz (2002), e a fibra em detergente neutro conforme preconizado por Van Soest et al. (1991), sem a utilização de sulfito e sem corrigir os valores de FDN e FDA com relação ao teor de matéria mineral da fibra.

As variáveis estudadas, valor de pH e concentração do N-NH_3 do conteúdo fermentado após 24 horas de incubação para as rações com 0%; 8%; 16% e 24% de Noni foram submetidas à análise de variância por intermédio do software SAEG (UFV, 1997), considerando valor de “p” de 0,05. Quando verificada significância para os diferentes inóculos (líquido ruminal ou fezes de ovinos) utilizados para a determinação dos parâmetros de fermentação *in vitro* das rações experimentais procedeu o teste de Tukey a 5% de significância. Para os diferentes teores de Noni foi realizado análise de regressão a 5% de significância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de 0%; 8%; 16% e 24% de Noni nas rações para ruminantes e os diferentes inóculos (líquido ruminal e fezes de ovinos) propiciaram alterações ($P<0,05$) no valor de pH do conteúdo fermentado após a incubação *in vitro* de 24 horas (Tabela3).

Tabela 3 – Valores pH e concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) mg 100 mL⁻¹ do conteúdo fermentado após 24 horas de incubação *in vitro* com líquido ruminal de diferentes alimentos experimentais e de rações contendo diferentes teores de Noni.

Variável	Inóculo	Teores de Noni nas rações experimentais				Regressão	%CV
		0%	8%	16%	24%		
pH	LR	7,49	7,50	7,53	7,21	¹ *	4,74
pH	Fezes	7,52	7,65	7,67	7,71	² *	4,89
N-NH ₃ mg 100 mL ⁻¹	LR	60,73	66,33	79,63	64,05	³ *	27,02
N-NH ₃ mg 100 mL ⁻¹	Fezes	62,30	62,65	81,20	54,60	⁴ *	29,34

¹ $Y = 7,4678 + 0,0208X - 0,013X^2$ ($r^2 = 89,78\%$); ² $Y = 7,5494 + 0,0074X$ ($r^2 = 87,39\%$); ³ $Y = 58,896 + 2,2761X - 0,087X^2$ ($r^2 = 67,54\%$); ⁴ $Y = 59,132 + 2,4697X - 0,1053X^2$ ($r^2 = 47,65\%$).

LR: líquido ruminal – inóculo, CV: coeficiente de variação.

Para o inóculo líquido ruminal foi observado que o comportamento do pH do conteúdo fermentado *in vitro* para as rações contendo Noni apresentou comportamento quadrático (Figura 1 A). Desta forma, foi estimado que o valor de pH para as rações contendo Noni após a incubação *in vitro* de 24 horas com o líquido ruminal foi de 7,50 para inclusão de 8,0% de Noni. Contudo o valor máximo observado do pH das rações para o inóculo líquido ruminal foi de 7,53 para a ração com 16% de Noni (Tabela 3). Porém, a utilização das fezes de ovinos como inóculo da fermentação *in vitro* de rações contendo Noni apresentou equação linear crescente ($P<0,05$) para o valor de pH do conteúdo fermentado (Figura 1 B). Cardoso et al. (2010) avaliaram fezes de diferentes espécies como inóculo para a determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca de alimentos para ruminantes observou que o uso de fezes (bovinas e equinas), como alternativa ao líquido ruminal, não foram eficientes como inóculos para a determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Alcalde et al. (2001), Avaliaram a digestibilidade *in vitro* de alimentos com inóculos de líquido de rúmen ou de fezes de bovinos, relataram que, o uso de fezes de bovinos como fonte de inóculo na diluição 100/300 para avaliar a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi eficiente, exceto para o farelo de canola e feno de Tifton 85. Estes fatos indicaram que a utilização do Noni nas rações de ruminantes gerou alteração no ambiente ruminal propiciando redução na atividade fermentativa do rúmen e consequentemente um pH do conteúdo fermentado mais

elevado que a ração sem a presença de Noni. Além disso, o valor de pH do conteúdo fermentado *in vitro* com o inóculo fezes de ovinos das rações contendo Noni demonstrou que a utilização deste inóculo propiciou redução da atividade microbiana no rúmen e consequentemente não houve redução ou manutenção do valor de pH com a inclusão do Noni, provavelmente devido a menor quantidade de bactérias ativas neste inóculo.

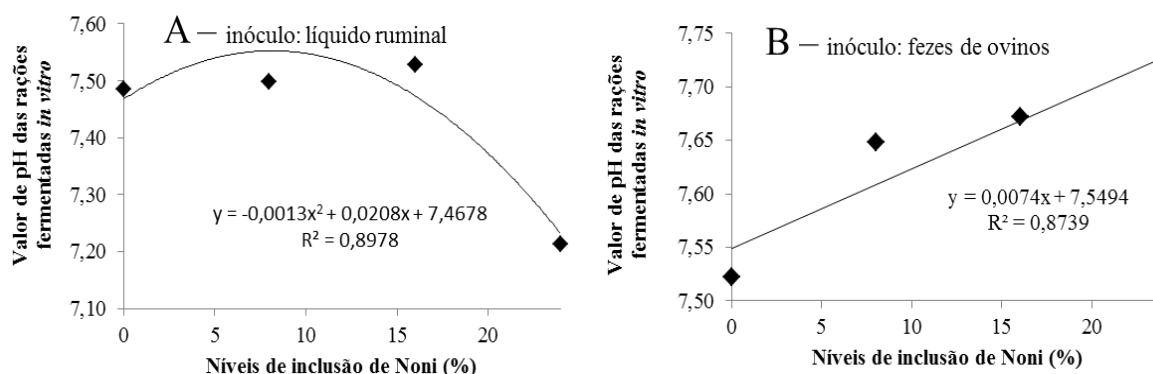


Figura 1 – Valores de pH das rações contendo diferentes teores de Noni fermentadas com líquido ruminal – LR (A) e fezes de ovinos (B) durante 24 horas de incubação *in vitro*.

A inclusão de 0%, 8%; 16% e 24% de Noni nas rações de ruminantes e a utilização de inóculo a base de líquido ruminal ou fezes de ovinos propiciaram alterações ($P < 0,05$) na concentração do nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) do conteúdo fermentado das rações após incubação *in vitro* de 24 horas (Tabela 3).

A utilização de inóculo líquido ruminal no processo de fermentação *in vitro* de rações contendo Noni ($P < 0,05$) propiciou comportamento quadrático na concentração de $N-NH_3$ do conteúdo fermentado *in vitro*. O ponto de máximo obtido pela equação (Figura 2 A) do $N-NH_3$ com a utilização de líquido ruminal para as rações experimentais foi de $74,35 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ do conteúdo fermentado para 13,7% de inclusão de Noni. Contudo, a utilização de fezes de ovinos como inóculo de fermentação de rações contendo Noni propiciou um comportamento quadrático ($P < 0,05$) para as rações experimentais com ponto de máximo (Figura 2 B) diferente da fermentação com líquido ruminal (Figura 2 A). O ponto de máximo obtido para a concentração de $N-NH_3$ do conteúdo fermentado das rações contendo Noni com o uso de fezes de ovinos foi de $73,61 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ do conteúdo fermentado para 11,7% de Noni. A menor concentração do $N-NH_3$ do conteúdo fermentado *in vitro* das rações contendo Noni para o inóculo fezes de ovinos foi de $54,60 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ do conteúdo fermentado para 24% de Noni.

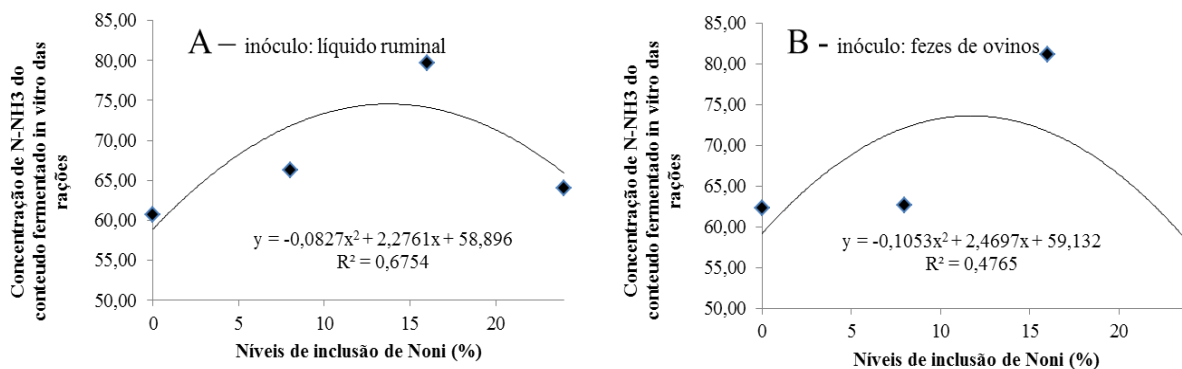


Figura 2 – Concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) do conteúdo fermentado de rações contendo Noni após a incubação de 24 horas *in vitro* com líquido ruminal- LR (A) e fezes de ovinos (B).

Maia et al. (2018) avaliaram a adição de pimenta (*capsicum spp.*) sobre parâmetros fermentativos ruminais *in vitro* com diferentes inóculos adição dos níveis de pimenta de 0%; 0,2%; 0,4% e 0,6% na MS, no inóculo fezes, não obtiveram efeito significativo ($P > 0,05$) no conteúdo fermentado após 24 horas para a variável N-NH₃. No entanto para o inóculo líquido ruminal obtiveram uma resposta linear crescente, que ao aumentar os níveis de inclusão de pimenta houve um aumento de 10,96 o valor de N-NH₃. Os autores ainda explicaram que isso se deve a presença de uma substância existente na pimenta denominada de Capsaicina (C₁₈H₂₇NO₃), que atua sobre a concentração de nitrogênio (N) da alimentação, e consequentemente aumenta o N degradável no rúmen.

Segundo Costa et al. (2013), os teores de fenólicos totais extraídos em meio acetônico são superiores aos encontrados nos extratos aquoso e etanólico, e superiores aos encontrados para muitas frutas típicas do cerrado brasileiro. Acredita-se que o fato do Noni apresentar esses fenólicos em grande quantidade é responsável pela alteração no N-NH₃ do conteúdo fermentado, pelos mesmos apresentarem atividade antibacteriana sobre algumas bactérias presentes no rúmen.

5. CONCLUSÃO

Diante o exposto, o Noni atua como um alimento funcional que altera o ambiente de fermentação. Além disso, a atividade bacteriana das fezes utilizadas como inóculo da fermentação *in vitro*, apresenta uma menor atividade em relação ao líquido ruminal de ovinos, o que gerou menor concentração de nitrogênio amoniacal.

A concentração de nitrogênio amoniacal do conteúdo fermentado das rações após 24 horas de fermentação *in vitro* é alterada pelos diferentes teores de Noni e pelos diferentes inóculos.

Para o valor de pH do conteúdo fermentado após 24 horas de incubação o teor 16% de Noni propicia maior valor com o inóculo líquido ruminal.

REFERÊNCIAS

ALCALDE, C.R.; MACHADO, R.M.; SANTOS, G.T.; PICOLLI, R.; JOBIM, C.C. Digestibilidade in vitro de alimentos com inóculos de líquido de rúmen ou de fezes de bovinos. **Acta Scientiarum. Animal Science**, Maringá, v.24, n.4, p.917-921, 2001.

ANJO, D. F. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**. v. 3, n. 2, p. 145-154, 2004.

ASSIS, A. J.; CAMPOS, J. M. S.; QUEIROZ, A. C.; VALADARES FILHO, S. C.; EUCLYDES, R. F.; LANA, R. de P.; MAGALHÃES, A. L. R.; MENDES NETO, J.; MENDONÇA, S. S. Polpa cítrica em dietas de vacas em lactação. 2. Digestibilidade dos nutrientes em dois períodos de coleta de fezes, pH e nitrogênio amoniacal do líquido ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 251-257, 2004.

BARCELOS, A.F.; PAIVA, P.C.A.; OLALQUIAGA PEREZ, J.R.; SANTOS, V. B. dos; CARDOSO, R. M. Fatores antinutricionais da casca e da polpa desidratada de café (*Coffea arabica* L.) armazenadas em diferentes períodos. **Revista Brasileira Zootecnia**. v. 30, n. 4, p. 1316-1324, 2001.

BARROS S. P. N. **Caracterização química e bioquímica da polpa e produtos de noni (*Morinda citrifolia* L.)**. 2009. 52 p. Dissertação (Ciência e Tecnologia de Alimentos), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa. **Medicamentos fitoterápicos e plantas medicinais**. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/fitoterapicos>>. Acessado em: 25 de junho de 2019.

CALDAS NETO, S. F.; ZEOULA, L. M.; BRANCO, A. F.; PRADO, I. N.; SANTOS, G. T.; FREGADOLLI, F. L.; KASSIES, M. P.; DALPONTE, A. O. Mandioca e Resíduos das Farinheiras na Alimentação de Ruminantes: Digestibilidade Total e Parcial. **Revista Brasileira Zootecnia**. v. 29, n. 6 p. 2099-2108, 2000.

CARDOSO, T. J. L.; GOES, R. H. T. B.; GRESSLER, M. G. M.; BRABES, K. C. S.; GABRIEL, A. M. A.; SILVA, L. H. X.; CAMILO, F. R. Fezes de diferentes espécies como inóculo para a determinação da digestibilidade in vitro da matéria seca de alimentos para ruminantes. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**. Londrina, v. 4, n. 39, ed. 144, art. 968, 2010.

CASTEJON, F. V. **Taninos e saponinas**. 2011. 29 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

CANTÃO VELOSO, L. E. **Morinda citrifolia (noni) na alimentação de ovinos**. 2016. 63 p. Dissertação, (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Mato Grosso, 2016.

CATALAN, A. A. S.; GOPINGER, E.; LOPES, D. C. N.; GONÇALVES, F. M.; ROLL, A. A. P.; XAVIER, E. G.; AVILA, V. S.; ROLL, V. F. B. Aditivos fitogênicos na nutrição animal: *Panax ginseng*. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**. v. 107, n. 581-582, p. 15-21, 2012.

COSTA, A. B. Atividade antioxidante in vitro e antifúngica do noni (*Morinda citrifolia* L.). Universidade Federal do Piauí Centro de Ciências da Saúde Departamento de Nutrição Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição. Teresina 2011.

CUNHA, S. X. S; NASCIMENTO, N. P; SOUZA, J. P. C ; SOUZA, M. R; SOUZA, P. A. Caracterização nutricional de frutos de noni (*Morinda citrifolia* L.) cultivados em Limoeiro do Norte (CE). In: CONNEPI-CONGRESSO NORTE E NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 2, Palmas, TO. 2012. **Anais...** Palmas, TO, 2012.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S.; CAMPOS, J. M. S.; PAULINO, M. F.; OLIVEIRA, A. S.; SILVA, P. A. Estimação da digestibilidade do extrato etéreo em ruminantes a partir dos teores dietéticos: desenvolvimento de um modelo para condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1469-1478, 2006.

FARIA, W. C. S.; BETT, S. C.; SANTOS, C. G. B. dos; BRASIL, A. S.; GAUTO R. F.; BESERRA, A. M. S. e S.; OLIVEIRA A. P de Caracterização físico-química e análise fitoquímica preliminar do fruto Noni (*Morinda citrifolia* L.) produzido na cidade de Cuiabá – mt. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa – PR, v. 08, n. 01, p. 1208-1215, 2014.

HOMEM JÚNIOR, A. C.; EZEQUIEL, J.M.B.; FÁVARO, V.R.; OLIVEIRA, P.S.N.; D'AUREA, A.P.; SANTOS, V.C.; GONÇALVES, J.S. Fermentação ruminal de ovinos alimentados com alto concentrado e grãos de girassol ou gordura protegida. **Arquivos Brasileiro Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v.62, n.1, p.144-153. 2010.

MACEDO JÚNIOR, G. L; ZANINE, A. M.; BORGES, I. PÉREZ, J. R. O. Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. **Ciência Animal**, Viçosa – MG, v.17, n. 1, p. 7-17,2007.

MAIA, P. V. N.; GERON, L. J. V.; ZANIN, S. F. P.; XAVIER, V.; COSTA, J. R.; SILVA, A. A. S.; SILVA, K. C.; SOUZA, A. L. ADIÇÃO DE PIMENTA (*CAPSICUM SPP.*) SOBRE PARÂMETROS FERMENTATIVOS RUMINAIS IN VITRO COM DIFERENTES

INÓCULOS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 28, Goiânia – GO. 2018. **Anais...** Goiânia – GO, 2018.

MARTINS, M. F. **Efeito de diferentes fontes energéticas da dieta sobre a produção de metano ruminal utilizando a técnica de fermentação ruminal *ex situ* (micro-rúmen) em bovinos.** 2012. 79 p. Dissertação. (Mestrado em Nutrição e Produção Animal), Departamento de Nutrição e Produção Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Pirassununga, 2012.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids.** 1.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 384p.

NASCIMENTO, L. C. S. **Caracterização Centesimal, Composição Química e Atividade Antioxidante do Noni (*Morinda Citrifolia* L.) Cultivado no Município de Zé Doca-MA.** 2012. 83 p. Dissertação (Ciência e Tecnologia de Alimentos), Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2012.

NUNES H.; ZANINE A. de M.; MACHADO T. M. M.; CARVALHO F. C. de Alimentos alternativos na dieta dos ovinos: uma revisão. **Asociación Latinoamericana de Producción Animal.** v. 15, n. 4 p. 147-158, 2007.

OLIVEIRA, J. S. de; ZANINE, A.de M.; SANTOS, E. M. Processo fermentativo, digestivo e fatores antinutricionais denutrientes para ruminantes. **REDVET. Revista electrónica de Veterinaria** v.3 n. 2, 2007. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/636/Resumenes/Resumo_63614239013_5.pdf>

OLIVEIRA, P. L. de. **Contribuição ao estudo de espécies da família Rubiaceae: fitoquímica da espécie *Amaioua guianensis* Aubl.** Dissertação. Instituto de Química Universidade Federal de Goiás,. Goiânia, 2009

PALITO, G.F.; SILVA, C.F.G.; MENDES, M.P.; ALMEIDA, V.V., ROCHA, C.L.M.S.C.; TONIN, L.T.D Composição centesimal, compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de *Morinda citrifolia* Linn (noni) cultivados no Paraná. **Revista Brasileira de Plantas medicinais** Campinas, v.17, n.1, p.59-66, 2015.

PEREIRA, M. E. V. **Avaliação de amido total e resistente de Aveia (*Avena sativa* L.) após diferentes processamentos e digestão *in vitro*.** 2018. 88 p. Dissertação. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, 2018.

PRESTON, T.R. Biological and chemical analytical methods. In: PRESTON, T.R. **Tropical animal feeding: a manual for research workers.** Rome: FAO, 1995. p.191- 64.

ROBERFROID, M. Functional food concept and its application to prebiotics. 2002. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12408452>>

RIBEIRO, K. G.; GARCIA, R.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R. Eficiência Microbiana, Fluxo de Compostos Nitrogenados no Abomaso, Amônia e pH Ruminais, em Bovinos Recebendo Dietas Contendo Feno de Capim-Tifton 85 de Diferentes Idades de Rebrotas. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v. 30 n. 2 p. 581-588, 2001.

RODRIGUES, A. A. Utilização de nitrogênio não proteico em dietas de ruminantes. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE, 5, 2003, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2003, p. 167–196.

RODRIGUES, M. T.; VIEIRA, R. A. M. Metodologias aplicadas ao fracionamento de alimentos. In: BERCHIELLI, T. T. et al. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, p. 29-56, 2011.

SANTANA NETO, J. A.; OLIVEIRA, V. S.; VALENÇA, R. L.; CAVALCANTE, L. A. D. Características da Fermentação Ruminal de Ovinos em Pastejo-Revisão de Literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária.** v. 10, p. 1-21, 2012.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ed. Viçosa Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.

SILVA, K. T.; SILVA, D. C.; SANTOS, G. T.; ALCALDE, C. R.; ZAMBOM, M. A.; MODESTO, E. C.; FURTADO, C. E. Utilização de fezes (equina ou bovina) em substituição ao líquido ruminal como fonte de inóculo para determinação da digestibilidade in vitro de alimentos para ruminantes. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. Maringá, v. 25, n. 2, p. 355-361, 2003.

SILVA, L. F. **Uso da monensina em ovinos: revisão de literatura e descrição de um surto de intoxicação no Distrito Federal**. Monografia (graduação em medicina veterinária) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – FAV, Universidade de Brasília – UnB, Brasília, 58 p., 2012

SILVA, L. L. **Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com casca de mandioca**. 2012. 55p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Programa de Pós graduação em zootecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2013.

SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P. da. FATORES ANTINUTRICIONAIS: INIBIDORES DE PROTEASES E LECTINAS. **Revista de Nutrição** Campinas, v.13, n.1, p. 3-9, 2000.

SMITH, D. R., DILORENZO, N., LEIBOVICH, J.; QUINN, M.J.; HOMM, J.W.; GALYEAN, M.L. Effects of sulfur and monensin concentrations on in vitro dry matter disappearance, hydrogen sulfide production, and volatile fatty acid concentrations in batch culture ruminal fermentations. **Jornal of Animal Science**. Champaign, v. 88, p. 1503–1512, 2010.

SOUZA, N. H. DE; FRANZOLIN, R.; RODRIGUES P. H. M.; DEL CLARO, G. R. Efeitos de Níveis Crescentes de Fibra em Detergente Neutro na Dieta sobre a Digestão Ruminal em Bubalinos e Bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**., v. 29 n. 5 p. 1565-1577, 2000.

SOUZA, M. E. Fatores que influenciam a digestão anaeróbia. **Revista DAE**, v. 44, n. 137 p. 88-94, 1984.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOÇA - UFV. **Manual de utilização do programa SAEG (Sistema de Análise Estatística e Genéticas)**, Viçosa: Universidade Estadual de Viçosa, 1997.

VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S. Fermentação Ruminal. In: BERCHIELLI, T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 523p.

VEIGA, R, F, DE A; BARBOSA¹, WILSON; HIROCE, R; MENDAÇOLLI, S, L, J; TOMBOLATO, A, F, C; COSTA, A, . **Noni: frutífera medicinal em introdução e aclimação no Brasil**, Informações Técnicas; Instituto Agrônômico, Campinas, 2005.

WANG, M. Y. WEST, B. J.; JENSEN, C. J.; NOWICKI, D.; SU, C. H.; PALU, A.; ANDERSON, G. *Morinda citrifolia* (Noni): a literature review and recent advances in Noni research. **Acta Pharmacologica Sinica** v. 23, p. 1127-1141, 2002.

ZAMBOM, M. A.; SANTOS, G. T.; MODESTO, E. C.; ALCALDE, C. R.; GONÇALVES, G. D.; SILVA, D. C.; SILVA, K. T.; FAUSTINO, J. O. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 937-943, 2001.

ZAVARIZE, K. C.; MENTEN, J. F. M.; TRALDI, A. B.; SANTAROSA, J.; SILVA, C. L. S. Utilização de glutamina na nutrição de monogástricos. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 109, p. 573-576, 2010.

ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, S.F.; GERON, L.J.V.; MAEDA, E.M. PRADO, I.N.; DIAN, P.H.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**, Viçosa, v.32, n.2, p.491-502, 2003.

ZEOULA, L. M.; CALDAS NETO, S. F.; 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 Zootecnia**, v.31, n.3, p.1582-1593, 2002.