

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

RAYANE FERNANDES DA SILVA

**INCLUSÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DE *Capsicum* spp. (PIMENTA) EM RAÇÕES
BALANCEADAS PARA OVINOS SOBRE COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE
*IN VITRO***

PONTES E LACERDA-MT
NOVEMBRO/2019

RAYANE FERNANDES DA SILVA

**INCLUSÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DE *Capsicum* spp. (PIMENTA) EM RAÇÕES
BALANCEADAS PARA OVINOS SOBRE COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE
*IN VITRO***

“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

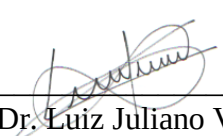
PONTES E LACERDA-MT
NOVEMBRO/2019

RAYANE FERNANDES DA SILVA

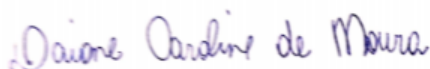
**INCLUSÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DE *Capsicum* spp. (PIMENTA) EM RAÇÕES
BALANCEADAS PARA OVINOS SOBRE COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE
IN VITRO**

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. Pós 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 – UNIOESTE - Marechal Cândido Rondon-PR

Primeiramente a Deus pelas bênçãos recebidas;

A minha mãe, Sirlei José Fernandes Melo

Ao meu pai, Saulo Emiliano da Silva;

A minha irmã, Râine-Kelle Fernandes da Silva

Ao meu sobrinho Gustavo Henrique

A minha avó Maria Emiliana minha luz.

Dedico-lhes de coração

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelas bênçãos recebidas até aqui, por me conceder entendimento e a oportunidade de concluir esta graduação.

Aos meus pais que eu amo de todo meu coração agradeço imensamente a confiança em mim e por estarem sempre ao meu lado durante todo este período, agradeço a Deus por suas vidas. A minha irmã que mesmo de longe sempre se fez presente me apoiando e me ajudando. Ao meu Sobrinho que amo incondicionalmente e agradeço a Deus por sua vida. A toda minha família Silva e Fernandes que me apoiaram agradeço de coração tudo que fizeram por mim.

A UNEMAT Universidade do Estado do Mato Grosso pela possibilidade da realização do projeto, e a todos os professores e funcionários que fazem parte da minha formação.

Ao Professor Pós-Dr. Luiz Juliano Valério Geron pela oportunidade de fazer parte de suas pesquisas e ser bolsista, obrigada pela confiança depositada em mim e por fazer parte da minha vida acadêmica transmitindo seu conhecimento, sou imensamente grata por tudo, pelos puxões de orelha que hoje eu sei que foram necessários para meu crescimento e amadurecimento, e também pelos elogios, obrigada por acreditar em mim.

A turma 2015/1 pelos anos de convivência, pelo companheirismo. Ao grupo, Anderson Terebinto, Andressa Andrade, Fabiane Rodrigues Ferreira, Joice Carra Machado, Karollayne Cardoso e Tatielle Paula Pricinote que se tornaram minha segunda família no decorrer dos anos. A Joice Carra que desde o início se mostrou uma verdadeira amiga e se tornou uma irmã, obrigada pela confiança e por sempre estar presente em minha vida me ajudando e me encorajando. A Poliangé Natalina minha amiga que sempre esteve presente mesmo que de longe, me apoiando e me incentivando, obrigada pela irmandade. Ao Leomar Custódio Diniz pela amizade e confiança e por todos os ensinamentos, ao qual tenho muita admiração. A Joilma e Camila que me receberam na casa 11 'Campex' me acolhendo como família, serei eternamente grata pelos ensinamentos e por todos os momentos compartilhados.

A professora Daiane Caroline pela sua total atenção e inteira confiança em meu trabalho. A todos meus amigos que estiveram presente durante este período, sou grata a Deus pelas pessoas que passaram em minha vida e que fazem parte desta conquista, a Carla, Gisele, Thais. R. B, Flaviana, Ilda, Jayne, Nilton (Junin), Suelen Zanin, Glenda, Eduardo, Jhon, Ronderson. Ana Carolina.

Aos bolsistas e voluntários do Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal – LAANA. Aos meus amigos da moradia estudantil “CAMPEX”

*“Seja forte e corajoso!
Não fique desanimado, nem tenha medo, porque eu, o Senhor, seu Deus, estarei com você em
qualquer lugar pra onde você for!”*
JOSUÉ 1:9

RESUMO

Foi avaliada a inclusão de *Capsicum* spp. (pimenta) em rações balanceadas para ovinos sobre os coeficientes de digestibilidade *in vitro* – CDIV dos nutrientes. Os tratamentos foram resultados da inclusão de quatro níveis de pimenta desidratada (0,0%; 0,2%; 0,4% e 0,6% da MS) e dois tipos de inóculos (líquido ruminal e fezes de ovinos) dispostos em arranjo fatorial 4 x 2 em um delineamento inteiramente casualizado. Para a determinação dos coeficientes de digestibilidade *in vitro* (CDIV) dos nutrientes foram utilizados dois ovinos com peso corporal médio de $27,6 \pm 1,6$ kg, como doadores de inóculos (líquido ruminal e fezes de ovinos). As variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância e para os níveis de inclusão de pimenta procedeu-se a análise de regressão a 5% de probabilidade e para os diferentes inóculos foi realizado teste de Tukey a 5% de significância. A inclusão de 0,0%; 0,2%; 0,4% e 0,6% de pimenta (*Capsicum* spp) nas rações balanceadas dos ovinos não alteraram ($P>0,05$) os CDIV da MS; MO; PB e FDN para ambos os inóculos (líquido ruminal e fezes de ovinos). Contudo, a utilização dos diferentes inóculos propiciou alteração ($P<0,05$) no valor do CDIV da MS, MO, PB e FDN, no qual foi observado que o inóculo líquido ruminal apresentou maiores ($P<0,05$) valores de CDIV em relação ao inóculo obtido das fezes de ovinos. Desta maneira, a inclusão de até 0,6% de pimenta em rações balanceadas para ruminantes não altera o coeficiente de digestibilidade *in vitro* da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro. Porém, a utilização do líquido ruminal como inóculo da fermentação *in vitro* apresenta valores com maior grau de confiança em relação as fezes para determinação do coeficiente de digestibilidade *in vitro* dos nutrientes.

Palavras chave: Aditivo. Fermentação. Líquido ruminal. Pimenta.

ABSTRACT

The inclusion of *Capsicum* spp (pepper) in balanced diets for sheep on the *in vitro* digestibility coefficients - IVCD of nutrients was evaluated. The treatments resulted from the inclusion of four levels of dehydrated pepper (0.0%; 0.2%; 0.4% and 0.6% of DM). and two types of inoculum (ruminal fluid and sheep feces) arranged in a 4 x 2 factorial arrangement in a completely randomized design. To determine the *in vitro* digestibility coefficients (IVDC) of the nutrients, two sheep with average body weight of 27.6 + 1.6 kg were used, as inoculum donors (ruminal fluid and sheep droppings). The studied variables were subjected to analysis of variance and for the inclusion levels of pepper the regression analysis was performed at 5% of probability and for the different inocula was performed Tukey test at 5% of significance. The inclusion of 0.0%; 0.2%; 0.4% and 0.6% pepper (*Capsicum* spp) in the balanced diets of sheep did not change ($P > 0.05$) the IVCD of DM; MO; CP and NDF for both inocula (ruminal fluid and sheep feces). However, the use of different inoculums led to a change ($P < 0.05$) in the IVCD value of DM, OM, CP and NDF, in which it was observed that the ruminal fluid inoculum presented higher ($P < 0.05$) CDIV values. in relation to inoculum obtained from sheep feces. Thus, the inclusion of up to 0.6% pepper in balanced ruminant diets does not change the *in vitro* digestibility coefficient of dry matter, organic matter, crude protein and neutral detergent fiber. However, the use of ruminal fluid as an inoculum of *in vitro* fermentation presents values with greater confidence in relation to feces to determine the *in vitro* digestibility coefficient of nutrients.

Key words: Additive. Fermentation. Pepper. Ruminal fluid.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 DIVERSIDADE DAS PIMENTAS (<i>CAPSICUM</i> spp.)	12
2.3 ADITIVOS TRADICIONAIS	14
2.4 ADITIVOS FITOGÊNICOS	15
2.5 PRINCÍPIOS ATIVOS DA PIMENTA E MECANISMO DE AÇÃO	16
2.6 Ambiente ruminal.....	17
2.6. 1 FERMENTAÇÃO RUMINAL	19
2.6.2 Bactérias	20
2.6.3 Protozoários	21
2.7 Digestibilidade ruminal.....	21
2.7.1 Método <i>in vivo</i>	21
2.7.2 Método <i>in situ</i>	22
2.7.3 MÉTODO <i>IN VITRO</i>	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5 CONCLUSÃO.....	36
REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

Há uma constante busca no mercado por produtos de baixo custo e de qualidade, com isso faz-se necessário realizar pesquisas com alimentos de fontes alternativas e novos produtos que possam ser usados como aditivos fitogênicos e zootécnicos na alimentação de animais ruminantes. O cultivo da pimenta no mercado (*Capsicum spp.*) vem se tornando uma opção de comercialização bastante rentável com um mercado promissor, que visa crescer cada vez mais no setor de condimentos de mesa e de produtos alimentícios industrializados, sendo explorado em agroindústrias familiares ou de pequeno porte (GAIOTO; PINTO; PINTO, 1999).

A redução do custo de produção em produtos de origem animal tem sido direcionada para a utilização racional de todos os recursos alimentares disponíveis. Levando em conta que a atividade pecuária é de custo elevado, o setor produtivo vem buscando alternativas de fontes alimentares de menor custo (MURTA et al., 2011). A avaliação de alimentos tem importância nutricional, econômica e social, podendo contribuir para a redução de impactos sobre o ambiente (LEMOS, 2011).

Na produção animal o uso de ingredientes fitogênicos (plantas) é tido como um importante aliado, já que direciona a utilização de aditivos naturais como substitutos aos antimicrobianos melhoradores de desempenho (LAGANÁ, 2014). Segundo Catalan et al. (2012), os aditivos fitogênicos estão cada vez mais sendo utilizados na nutrição animal, com intuito de melhorar o desempenho animal e garantir um maior bem-estar aos animais.

Um importante componente exclusivo do gênero, chamado de capsaicina é o que confere a principal característica das pimentas, a pungência, além disso, possui ação antimicrobiana, anticarcinogênica e antiinflamatória.

Assim torna-se importante a avaliação da inclusão do aditivo fitogênico (*Capsicum spp.* - Pimenta) em rações balanceadas para ovinos, uma vez que este é um alimento funcional amplamente utilizado na alimentação humana.

Hipotetizamos que a inclusão até 0,6% de *Capsicum spp.* (pimenta) pode melhorar o coeficiente de digestibilidade *in vitro*.

Assim objetivou-se avaliar a inclusão de pimenta nos níveis de 0,0%; 0,2%; 0,4% e 0,6% de *Capsicum spp.* (pimenta) sobre o coeficiente de digestibilidade *in vitro* dos nutrientes de rações balanceadas para ovinos com dois tipos de inóculos, líquido ruminal e fezes de ovinos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A eficiência na produção animal é o principal objetivo de estudos relacionados a fontes alternativas de alimentos que melhore o desempenho e atenda as exigências nutricionais dos animais ruminantes, diante disto os aditivos naturais estão sendo estudados e analisados como uma fonte alternativa na substituição dos antimicrobianos (STIVARI et al., 2014).

Assim a pimenta do gênero *Capsicum* tona-se uma alternativa de aditivo natural à mesma pertence à família botânica Solanaceae (REIFSCHNEIDER et al., 2014). No Brasil a pimenta é cultivada praticamente em todos os estados, sendo os principais de maior produção, Minas Gerais, Goiás, Ceará e Rio Grande do Sul, chegando a um cultivo por área anual de aproximadamente setenta e cinco mil toneladas de produção (RIBEIRO et al., 2008).

De acordo com literatura de Reifschneider et al. (2014), os navegadores portugueses possuem uma contribuição direta pela distribuição das pimentas no mundo, feita pelos povos que eram embarcados e assim levavam as espécies picantes e doces originalmente da Ásia para África, Europa e conseqüentemente depois para o Brasil, com isso as pimentas ganharam território e se expandiram cada vez mais no segmento de especiarias, na credence popular, artesanatos e até mesmo na medicina alopática ganhando assim espaço no comércio

Antes do descobrimento das Américas e do Brasil, os povos indígenas faziam o uso da pimenta *Capsicum* para realçar o sabor dos alimentos e preservá-los, uma vez que ainda não conheciam o sal. Entretanto o uso da pimenta não se restringia apenas a alimentação, como também eram usadas como remédio para vários males, em rituais, e ainda como defesa contra os inimigos (REIFSCHNEIDER et al., 2014).

O gênero *Capsicum* é representado por pimentas e pimentões, o nome *Capsicum* de origem grega kapto, está associado ao ardor que é provocado pelo consumo de grande parte desse gênero (COSTA, 2018), Divisão: *Spermatophyta*; Filo: *Angiospermae*; Classe: *Dicotyledonea*; Ramo: *Malvales-Tubiflorae*; Ordem: *Solanales (Personatae)*; Família: *Solanaceae*; Gênero: *Capsicum* (WAGNER, 2003). De acordo com o mesmo autor a capsaicina composta por 8-metil-N-vanilil-6-nonenamida (Figura 1) é um alcalóide fenólico de carácter lipofílico encontrado em pimentas vermelhas (*Capsicum spp.*), também conhecida como capsaicinóide. A presença do ardor da pimenta é devido à NH na

molécula, tipos de pimenta que possuem oxigênio no lugar de NH não apresentam essa característica e são chamadas pimentas doces ou não pungentes (IWAI et al., 2003).

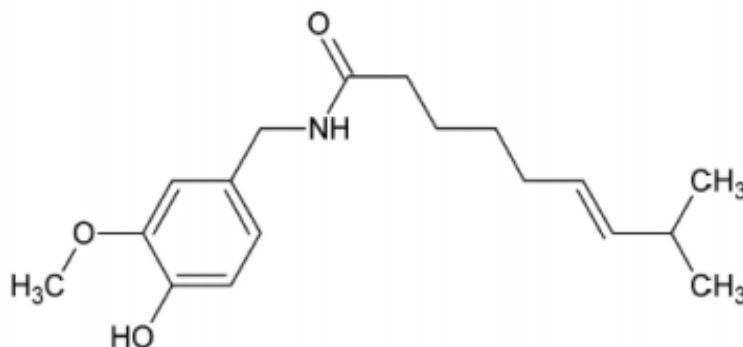


Figura 1 - Fórmula estrutural da capsaicina.

Fonte: Iwai et al. (2003)

2.1 DIVERSIDADE DAS PIMENTAS (*CAPSICUM* spp.)

O Brasil é um grande centro de diversidade genética do gênero *Capsicum* spp. e assim possui uma ampla variabilidade de pimentas. Esta hortaliça está difundida em todas as regiões do Brasil, sendo que as principais áreas de cultivo estão localizadas nas regiões sudeste e centro-oeste. O seu cultivo é realizado por pequenos, médios e grandes produtores individuais ou integrados a agroindústrias (FURTADO; DUTRA; DELIZA, 2006).

As pimentas apresentam-se dentro de cada espécie uma grande variedade ou cultivares que variam no tamanho, na cor e na forma das folhas e dos frutos, e também a intensidade da atividade picante de cada fruto, sendo que os frutos são os que mais possuem diferentes variedades, todas contendo sementes presas a placenta central que contêm o princípio ativo que dá a sensação picante (LORENZI; MATOS, 2008).

A produção cultivada da pimenta possui uma área anual com cerca de cinco mil hectares, com uma produção aproximada de setenta e cinco mil toneladas, a produtividade da pimenta depende de qual o tipo de espécie cultivada, tendo uma variação na produção de 10 t/ha a 30 t/há (RIBEIRO et al., 2008).

Rodrigues (2016) relatou que as pimentas do gênero *Capsicum* se dividem em trinta espécies, entre silvestres e domesticadas. As pimentas domesticadas cultivadas se dividem em cinco espécies sendo elas, *C. annum* (Figura 1), *C. baccatum*, *C. frutescens*, *C. chinense* e *C. pubescens* (REIFSCHNEIDER et al., 2014).



Figura: 2

Fonte: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/16802808/pesquisa-desenvolve-pimentas-mais-picantes-para-fabricacao-de-molhos>

. A pimenta do gênero *Capsicum* passou por muitas mudanças desde sua domesticação pelos povos indígenas das Américas, com isso aumentou-se o número dessa espécie a partir da seleção natural feita pelas comunidades (ALVES, 2015).

Segundo Wagner (2003), o mercado consumidor da pimenta *capsicum* é diversificado, tanto para frutos com alta pungência, como para frutos com ausência de pungência.

No mercado agrícola brasileiro a pimenta tem se destacado, por sua variedade e formas de uso, podendo ser consumidas de forma *in natura*, em conservas e molhos líquidos, como também sendo utilizada na indústria farmacêutica e cosmética, o uso da pimenta torna se especial para produção de condimentos pois suas características como cor e seus princípios ativos são atrativos principais da culinária além do sabor e aroma que possui, a importância está ligada diretamente em função de requerer mão de obra durante a colheita desta espécie (CARVALHO; BIANCHETTI; RIBEIRO, 2006)

Segundo Zancanaro (2008) a pimenta possui nutrientes e componentes que são capazes de promover e preservar a saúde. Sendo usadas para diversos remédios orais e locais como emplastos que aliviam dores musculares. Há uma gama de remédios farmacêuticos que tem a pimenta e seus princípios ativos em uso, agindo como antioxidante, antiinflamatórios e desintoxicantes (ZANCANARO, 2008)

Segundo estudo realizado por Wagner (2003), quando se compara a produção da pimenta com outras culturas como trigo, soja e milho, há poucos estudos sobre a produtividade e caracteres primários e secundários relacionado a produção da pimenta.

A determinação dos teores de capsaicina e classificação de frutos de pimentas de acordo com a pungência dos frutos, é uma base para o direcionamento do mercado, indústrias de processamento e de pesquisas genéticas que utilizam de sua caracterização para um possível desenvolvimento de cultivares comerciais que atendam às necessidades do mercado em seus diversos setores de produção (MIRANDA, 2014).

2.3 ADITIVOS TRADICIONAIS

Os aditivos alimentares para animais ruminantes de acordo com revisão feita por Ribeiro (2014), são agrupados em cinco categorias conforme a função; aditivos tecnológicos, aditivos sensoriais, aditivos nutricionais, aditivos zootécnicos, equilibradores de flora intestinal, melhoradores de desempenho e aditivos anticoccidianos. De acordo com decreto 76.986 de 06 de janeiro de 1976 essas classificações são detalhadas da seguinte forma:

Aditivos tecnológicos: compreendem substâncias que são adicionadas na alimentação para fins tecnológicos como conservantes, antioxidantes dentre outros.

Aditivos sensoriais: São quaisquer substâncias adicionada ao alimento com intuito de melhorar ou modificar suas propriedades organolépticas ou características visuais, como corantes, aromatizantes e palatabilizantes.

Aditivos zootécnicos: Substâncias capazes de influir positivamente na melhora do desempenho dos animais. Incluindo-se os seguintes grupos funcionais como os digestivos, equilibradores da flora intestinal, nutracêuticos ou alimentos funcionais e melhoradores de desempenho.

Aditivos anticoccidianos: Substâncias medicamentosas utilizadas para prevenção de coccidiose. Sendo muito utilizado na dieta de animais jovens e não-ruminantes

Aditivos nutricionais: São todas as substância utilizada para manter ou incrementar as propriedades nutricionais como as vitaminas, microminerais, aminoácidos e uréia. (MATOS, 2008).

Os aditivos são classificados como microorganismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente aos produtos, que não é utilizada normalmente como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, que melhore o desempenho de animais saudáveis e atenda às necessidades nutricionais ou tenha efeito anticoccidiano (BRASIL, 2009).

De acordo com Assis et al. (2018), a utilização de aditivos alimentares para animais ruminantes possui como função primordial melhorar o processo fermentativo no rúmen, por meio da alteração da microbiota ruminal responsável pela degradação dos componentes dietéticos, a população microbiana tem grande importância sobretudo na fermentação ruminal como no desempenho animal

Como forma de reduzir o pH ruminal em casos de alta fermentação do amido no rúmen, são utilizados o uso de tamponantes, alcalinizantes ingredientes com bom poder tampão (polpa de citrus, leguminosas entre outras) aditivos (ionóforos, leveduras) e manejo alimentar (oferecimento da dieta em várias refeições) (MEDEIROS; GOMES; BUNGENSTAB, 2015). Os aditivos promotores de crescimento reduzem o aparecimento de acidose, abscessos hepáticos e incidência de rumenites, fazendo com que o animal tenha um melhor desempenho (TOSETI, 2017). Existem aditivos que tem como efeito benéficos secundários, a redução de acidose, coccidioses e timpanismo.

Segundo a Instrução Normativa do Ministério da Agricultura Brasileiro – MAPA, nº 13/04, considerando as respectivas alterações, na data de 16 de agosto de 2018, aprova os óleos e extratos de pimentas para uso na alimentação animal e os classifica como aditivo aromatizador, entretanto, o aditivo fitogênico (pimenta) possui outras propriedades como as observadas neste estudo e demais pesquisas com animais de produção (OH et al., 2015; OSO et al., 2019; ZANIN, 2019).

2.4 ADITIVOS FITOGÊNICOS

Os aditivos naturais estão sendo cada vez mais estudados na alimentação de animais ruminantes, como forma de atenuar os custos na produção e estabelecer uma dieta em que o animal aproveite ao máximo os nutrientes disponíveis, melhorando a fermentação ruminal, que irá refletir em um desempenho satisfatório com menor custo na alimentação (RIVAROLI, 2014).

De acordo com revisão feita por Koiyama (2012), os aditivos fitogênicos são produtos originado das plantas, sendo conhecidos como também como fitobióticos ou nutracêuticos. Compreendendo uma grande variedade de especiarias e produtos derivados como os óleos essenciais e extratos.

Tem se uma gama de compostos com propriedades em potencial para ser utilizados como aditivos na nutrição de ruminantes. Um dos desafios da pesquisa nesta área está em distinguir os compostos que melhorem a fermentação ruminal (diminuição da produção de metano e amônia sem alterar a produção dos ácidos graxos de cadeia curta) e que mantenham os resultados obtidos *in vitro* quando realizados *in vivo* (MARINO, 2015).

Estudos estão sendo realizados com aditivos de fontes naturais como os compostos secundários de plantas e seus componentes bioativos, sendo avaliados como substitutos do uso de antibióticos. Resultados *in vitro* apontam que os óleos essenciais inibem alguns microrganismos (bactérias gram-positivas, metanogênicas e protozoários) fazendo assim redução no acúmulo de amônia e a produção de metano entérico (STELLA et al., 2017).

2.5 PRINCÍPIOS ATIVOS DA PIMENTA E MECANISMO DE AÇÃO

A pimenta tem como princípio ativo a capsaicina, onde a mesma estimula os termos receptores das mucosas e da pele, dependendo da quantidade disponibilizada. A piperina tem ação cáustica direta, irritando a área de contato, que causam efeitos vasodilatadores que se assemelha a ação da capsaicina (BONTEMPO, 2007).

As pimentas apresentam uma diversidade em sua composição química, destacando entre eles os principais componentes como os capsaicinóides, os carotenoides e o ácido ascórbico, podendo ocorrer variação nos níveis de compostos de acordo com o genótipo e grau de maturação da pimenta (VALVERDE, 2011). Além destes compostos Pinto, Pinto e Donzele (2013), descrevem que as pimentas possuem alto valor vitamínico como por

exemplo de vitamina A e tocoferóis tem também atividade provitamina A vitamina E, vitaminas do complexo B além de compostos fenólicos.

Segundo a revisão realizada por Koiyama (2012) foi destacado que muitas plantas aromáticas e especiarias tem demonstrado em sua composição os antioxidantes, que possui grande eficácia em retardar o processo de peroxidação lipídica em óleos e alimentos gordurosos.

Em metanálise realizada por Ludy, Moore e Mattes (2012) foi relatado que quando colocada na cavidade oral, a capsaicina difunde-se pelo epitélio lingual e se liga seletivamente ao receptor transiente, receptores potenciais do subtipo 1 (TRPV1) no calor e neurônios sensitivos sensíveis à dor. Este receptor é um inespecífico canal de cálcio e quando a capsaicina se liga a ele, o canal abre. Embora os mecanismos são desconhecidos, as experiências somatossensoriais da ingestão de capsaicina variam entre os indivíduos. Um mecanismo implica a frequência de exposição, onde a irritabilidade classificada pela capsaicina é menor em usuários que consomem de maneira regular os alimentos condimentados.

Além disso, a TRPV 1 aliada com a pungência da capsaicina controla o consumo, pela regulação da saciedade, pois, está localizada também no rúmen, que com a ingestão da dieta contendo pimenta manda sinais receptores através de sinapses e causa efeito de repleção, diminuindo o consumo de MS e demais nutrientes (ZANIN, 2019).

2.6 Ambiente ruminal

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 (WLODARSKI et al., 2017).

Segundo Oliveira et al. (2007), 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. Sendo considerado um ambiente continuo proporcionando um ambiente ideal para estabilização de uma população microbiana.

Os benefícios decorrentes da manipulação da fermentação ruminal são diversos e podem aumentar a eficiência alimentar e a produtividade agropecuária. A percepção dos problemas associados ao uso de antibióticos na produção animal e a demanda estão cada vez maior por alimentos microbiologicamente seguros, porém minimamente processados e livres de aditivos químicos tem aumentado o interesse por estratégias alternativas para melhorar a saúde animal, aumentar a produtividade dos rebanhos e assegurar a qualidade microbiológica dos alimentos (MANTOVANI; BENTO, 2013).

Segundo Santana Neto et al. (2012), o ambiente ruminal possui algumas características como osmolaridade, pH, temperatura e potencial redox, e são de extrema importância para a manutenção da flora microbiana, uma vez que este é o principal agente fermentador do rúmen. Casos em que o ambiente ruminal encontra-se em desequilíbrio ocorre morte destes microrganismos havendo deficiência na fermentação e perda de energia para o ruminante. A dieta entra como fator principal na determinação do tipo de fermentação, selecionando indiretamente os microrganismos ruminais por meio de fatores com redução ou elevação de pH, ácidos graxos voláteis (AGV's) e concentração de compostos nitrogenados amoniacaais (N-NH_3). Segundo estudo de revisão sobre a composição bromatológica da pimenta malagueta *in natura* e processada em conserva, realizado por Valverde (2011) foi constatado que a ingestão da pimenta aumenta a secreção salivar e estimula a secreção gástrica, dando uma sensação de bem estar ao animal, atuando também na redução do nível de gordura no sangue, como expectorante descongestionando vias respiratórias, reduzindo inflamações, bem como antioxidantes agindo na eliminação de radicais livres e assim retardando o processo de envelhecimento de células.

Em animais ruminantes no pré-estômago o pH oscila entre 5,5 e 7,0 sendo encontrado com mais frequência em pH de 6,8 a 6,9. A saliva atua como substância tampão estabilizando o pH, a absorção dos produtos de fermentação dos alimentos pelos microrganismos ocorre rapidamente, no rúmen a temperatura se mantém entre 38 e 42 °C, facilitando desta forma os processos fermentativos. (ANDRIGETTO et al., 2002).

A determinação da composição química e da digestibilidade é imprescindível para quantificar o quanto um alimento possui de valor nutritivo, diante disso torna-se de grande importância conhecer sobre a digestibilidade dos alimentos, sendo que é a digestibilidade do alimento que determina a quantidade de nutrientes que o animal consegue aproveitar. Diante disso pesquisadores tiveram a necessidade de desenvolver métodos para prever o

coeficiente de degradabilidade dos alimentos, os métodos desenvolvidos foram os *in vivo*, *in situ* e *in vitro* (SILVA et al., 2014).

2.6. 1 FERMENTAÇÃO RUMINAL

Os microrganismos do rúmen são extremamente bons em utilizar resíduos, produtos vegetais que não são utilizados por animais não-ruminantes ou seres humanos (NIELSEN, 1981).

Estes animais representam um grupo que tem como característica principal a ingestão de dietas que sofrem modificações no interior do rúmen por microrganismos anaeróbicos. Esses microrganismos encontram no rúmen condições ideais para seu desenvolvimento e durante seu crescimento utilizam as proteínas da dieta do ruminante como fonte alimentar (SANTOS et al., 2016).

Com a incapacidade dos animais mamíferos em digerir carboidratos estruturais complexos por não possuírem enzimas específicas que quebra os compostos, de acordo com isto, os animais ruminantes desenvolveram uma simbiose com os microrganismos, no qual conseguem aproveitar a fibra dietética em processos fermentativos, sendo que o principal produto de interesse dos ruminantes são os ácidos graxos voláteis (AGV's) ou ácidos graxos de cadeia curta - AGCC (SANTANA NETO et al., 2012).

Um dos fatores determinantes da fermentação ruminal é a composição da dieta, pois sua composição irá determinar quais substratos estarão disponíveis para a degradação pelos microrganismos (MARTINS, 2012).

Há algumas substâncias que são encontradas nos alimentos que podem interferir no processo fermentativo ruminal, fazendo com que reduz muitas vezes a capacidade dos microrganismos em transformar material fibroso, em nutrientes aproveitáveis. Diante disso tem se uma grande importância, ao propor sistemas de balanceamento nutricional, conhecer os alimentos que serão utilizados para conciliar melhores associações para os microrganismos do rúmen (OLIVEIRA; ZANINE; SANTOS, 2007).

De acordo com Andrigetto et al. (2002), a população de microrganismos é composta por bactérias e protozoários, 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 em maior escala, e a concentração de oxigênio é baixa em geral. Segundo Monção et al. (2013), 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.

2.6.2 Bactérias

Segundo Siqueira (2014), as bactérias ruminais variam de tamanho de 1 a 5 μm , sendo considerada a população mais diversa no rúmen. O autor ainda descreve os principais grupos de bactérias presentes no rúmen que estão relacionados com o processo de degradação da fibra vegetal. Um grupo é constituído pelos microrganismos que fermentam carboidratos não estruturais (CNE) e carboidratos estruturais (CE).

As bactérias se apresentam em diversas formas tanto em quantidades de espécies, quanto em atividade metabólica, capacidade de adaptação ruminal e diversificação de ingestão de alimento. No processo de fermentação e degradação da celulose, hemicelulose, proteína, amido e óleo presentes nos alimentos as bactérias são elementos essenciais para que ocorra uma boa captação dos nutrientes essenciais pelo animal (WLODARSKI, 2017).

Há vários tipos de bactérias que são ativas na degradação da celulose, hemicelulose, lignina, amido, proteína e pouca quantidade de óleo. De maneira geral esta interação e outros grupos de microrganismos são responsáveis pelo efeito sinérgico na produção de ácidos graxos voláteis e proteína microbiana no rúmen (OLIVEIRA; ZANINE; SANTOS, 2007).

A classificação das bactérias é feita levando-se em conta o tipo de substrato utilizado e os produtos oriundos de sua fermentação, sendo classificadas em bactérias fermentadoras de carboidratos estruturais, fermentadoras de carboidratos não estruturais (JESUS, 2014).

As bactérias fermentadoras de carboidratos estruturais atuam na degradação da celulose e hemicelulose da parede celular dos vegetais, possui uma taxa de crescimento relativamente mais lenta e dependem de amônia e de ácidos graxos de cadeia ramificada (isovalerato, isobutirato e 2-metilbutirato) para realizar a síntese de proteínas. Contudo, as bactérias fermentadoras de carboidratos não estruturais agem na degradação dos carboidratos de natureza não estrutural como o amido, frutanas, dextrinas e açúcares, a taxa de crescimento é elevada e pode utilizar amônia, aminoácidos e peptídeos (OLIVEIRA; ZANINE; SANTOS, 2007).

2.6.3 Protozoários

Os protozoários fazem parte de um ecossistema complexo no rúmen e desempenham um papel importante, assim como as bactérias (RISPOLI et al., 2009).

Em estudos sobre protozoários ruminais de novilhos de corte criados em pastagem tropical durante o período seco Silva et al. (2014) relataram que a população de protozoários médios e pequenos do rúmen de novilhos criados em região semiárida diminuiu com a evolução do período da seca, porém a concentração média dos grandes protozoários é constante ao longo desse período.

De acordo com estudo realizado por Manella e Lourenço (2004), os protozoários ocupam cerca de 40 a 80% da biomassa microbiana no ambiente ruminal. Os protozoários ciliados tem grande importância pois atuam no processo de fermentação ruminal, sendo estes responsáveis por cerca de 34% da digestibilidade da fibra.

2.7 Digestibilidade ruminal

De acordo com Lançanova et al. (2002) para determinar a digestibilidade de um alimento é fundamental avaliar cada componente do alimento que após ter sido ingerido pelo animal, não foi eliminado nas fezes, obtendo assim a digestibilidade aparente dos nutrientes ou das frações de cada alimento, determinando-se a sua porção digestível e não digestível.

2.7.1 Método *in vivo*

De acordo com estudos sobre cinética de degradação *in vitro*, o autor Oliveira (2013) descreveu o método como uma técnica que simula as condições mais reais que ocorre no organismo animal, podendo determinar valores confiáveis em relação ao valor nutricional,

como consumo, desempenho animal e digestibilidade. Porém é uma técnica que necessita de mais infraestrutura assim apresentando um custo mais elevado na aplicabilidade, como gaiolas metabólicas, animais, quantidade maior de alimento, alta mão de obra, e apresenta um processo mais demorado.

Ferrari (2003) retratou outra limitação da técnica de digestibilidade *in vivo* em sua revisão, segundo o autor este método estima apenas a degradabilidade do alimento no trato digestivo total, sendo impossível estimar a degradabilidade ruminal isoladamente, assim impossibilitando avaliar o local de digestão de um alimento.

Oliveira et al. (2014) referiram-se a digestibilidade como uma fração do alimento que é degradada e absorvida pelo animal para um posterior aproveitamento, e não é eliminada via fezes. O mesmo autor ainda descreve alguns fatores importantes que afetam diretamente na taxa de degradação do alimento, como a granulometria, taxa de passagem e a composição química. Os autores ainda destacam a necessidade de determinar a digestibilidade das dietas, onde foram desenvolvidas técnicas que predissessem com precisão o coeficiente de degradabilidade dos alimentos, uma das técnicas foi o método *in vivo*

Salman et al. (2010) descrevem a técnica *in vivo* (ou *in vitro*) como uma técnica que foi desenvolvida pensando na impossibilidade de fazer a coleta total de fezes, em especial onde os animais são mantidos em sistemas de pastejo, torna se importante o uso de indicadores neste método para se estimar o consumo e a excreção fecal, e assim determinar a digestibilidade.

2.7.2 Método *in situ*

Em estudo de revisão realizado por Luczyszyn (2002), o autor descreveu o método *in situ* como uma forma de se ter uma estimativa mais exata da degradação da proteína do rúmen que as determinadas em laboratórios, além de se ter uma determinação do desaparecimento de componentes da amostra de alimentos acondicionados em sacos de náilon, e incubados no rúmen por períodos variáveis. Sendo considerada uma técnica de rapidez e de fácil execução, onde uma pequena quantidade de amostra de alimento fica em contato direto com o ambiente ruminal.

A degradabilidade ruminal *in situ* é considerada uma técnica simples e econômica, onde proporciona uma facilidade em estimar o valor nutricional dos alimentos para ruminantes, determinando a degradabilidade do alimento em estudo. O método *in situ* mede o desaparecimento do substrato, tanto por degradação microbiana ou por solubilização (GOBBO, 2001). Porém, há vários fatores que podem influenciar nos resultados de degradabilidade do alimento, como a porosidade dos sacos, tamanho da partícula de alimento incubado, a frequência de alimentação dos animais fistulados dentre outros, com a falta da padronização tem se uma dificuldade maior em comparar resultados estimados *in situ* com resultados obtidos *in vivo* em ensaios de digestibilidade (SILVEIRA, 2006).

2.7.3 METODO *IN VITRO*

Em estudo realizado por Murta et al. (2011), á algumas medidas de digestibilidade que servem para qualificar os alimentos quanto ao seu valor nutritivo e são expressas pelo coeficiente de digestibilidade, que indica a quantidade percentual de cada nutriente do alimento que o animal potencialmente pode aproveitar, com objetivo de ajustar a quantidade e qualidade dos alimentos e, ajustar a quantidade e qualidade da dieta, levando em conta a exigência dos animais.

Segundo revisão realizada por Lemos (2011), os sistemas *in vitro* eram utilizados para avaliação da degradação de forragens e outros alimentos volumosos. O aprimoramento desta técnica tem-se permitido realizar a avaliação de diversos alimentos, como também estudar o modo de ação de fatores antinutricionais, aditivos e suplementos alimentares. Há diversos sistemas que estão sendo desenvolvidos com objetivo de simular as condições mais próximas do ambiente ruminal podendo ser diferenciados de acordo com o tipo de população microbiana.

Uma das principais vantagens da utilização da técnica *in vitro* na determinação de digestibilidade dos alimentos segundo Alcalde et al. (2001) é a rapidez, uniformidade físico-química do local de fermentação. De acordo com Salman et al. (2010) outra questão de grande importância que a técnica *in vitro* possibilita é o bem-estar animal, tem se impulsionado a estimativa da produção de gases durante o processo fermentativo *in vitro* na avaliação de alimentos para ruminantes, na intenção de obter resultados mais precisos,

causando menor impacto ambiental e diminuindo a necessidade de animais nos experimentos.

As técnicas *in vitro* e *in situ* são amplamente utilizadas para estimar a digestibilidade e degradabilidade ruminal e estudo da fermentação ruminal, no entanto há poucos estudos que foram realizados para determinar técnicas *in vitro* e *in situ* para estimar a digestibilidade, como obter dados *in vitro* e *in situ* mais precisos, principalmente porque existem alguns dados de referência para os quais as comparações podem ser feitas. Com essa limitação, os dados *in vitro* são pelo menos úteis para detectar os efeitos de comparações relativas de alimentos ou, em alguns casos, como características intrínsecas de alimentos que podem ser utilizados na formulação de dietas (LÓPEZ et al., 2005).

Segundo Berchielli, Oliveira e Garcia (2005), a quantidade total de nutrientes absorvidos da dieta é um dos fatores que possui maior influência sobre a resposta animal em produção, levando em conta que a ingestão e a digestibilidade são parâmetros chaves na avaliação de alimentos.

Em estudos realizados com os alimentos com teores de fibra em detergente ácido mais elevado, como o farelo de canola e os fenos de *Coast-cross* e de *Tifton*, obtiveram menor digestibilidade, podendo ser explicado pela menor presença de colônias de bactérias celulolíticas no inóculo fezes (ALCALDE et al., 2001).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Metabolismo Animal e no centro de pesquisa, no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal pertencentes ao *Campus* Universitário de Pontes e Lacerda da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT. O presente estudo foi protocolado sob número 001/2017 na Comissão de ética no Uso Animal – CEUA/UNEMAT.

Os alimentos utilizados para a confecção das rações experimentais foram a silagem de milho, grão de milho moído e farelo de soja e pimenta desidratada e moída. Foram utilizadas quatro espécies do gênero *Capsicum* em proporções iguais na matéria seca para compor o aditivo fitogênico. Sendo utilizadas as seguintes espécies de pimenta: *C. baccatum*, *C. annum*, *C. chinense* e *C. frutescens* (Figura 2).



Figura 3 – *C. baccatum*: **a)** Pimenta dedo-de-moça **b)** Pimenta Cumari; *C. annum*: **c)** Pimenta Doce Verde **d)** Pimenta malagueta.

Fonte: Adaptado Embrapa (2007).

As pimentas do gênero *Capsicum* foram obtidas por meio de coleta em plantações não comerciais e comerciais na região sudoeste do Estado de Mato Grosso, no município de Pontes e Lacerda. As diferentes espécies do gênero *Capsicum in natura* foram processados por meio de triturador com peneira de 10 mm, e na sequência colocadas para secar ao sol por aproximadamente 96h 00 em camada de aproximadamente 3 cm de altura sobre uma lona plástica individualmente. Após a secagem foi realizada a mistura em proporções iguais das quatro espécies de *Capsicum spp* utilizada no presente estudo, para ser utilizado como aditivo fitogênico.

Os tratamentos foram resultados da combinação de quatro níveis de inclusão de pimenta (0,0%; 0,2%; 0,4% e 0,6%) na matéria seca de rações formuladas para ovinos e dois tipos de inóculos utilizados em fermentações *in vitro* (líquido ruminal e fezes de ovinos) dispostos em arranjo fatorial 4 x 2 em um delineamento inteiramente casualizado,

com quatro repetições de campo. As repetições de campo foram consideradas as diferentes baterias de incubação, as quais foram realizadas em quatro dias diferentes, todas elas contendo as diferentes rações experimentais.

Para o ensaio de digestão *in vitro* dos nutrientes foram realizadas quatro repetições de campo, ou seja, baterias de fermentação, onde em cada bateria foram colocados três tubos de cada ração experimental com 0,0%; 0,2%; 0,4% e 0,6% de *Capsicum spp.* e incubado com dois tipos de inóculos (líquido ruminal e fezes de ovinos) para o desenvolvimento do método de digestibilidade *in vitro* de acordo com a técnica de um estágio por um período de 24 horas de fermentação *in vitro*, adaptada de Smith et al. (2010).

A composição bromatológica dos alimentos utilizados no ensaio de digestão *in vitro* está demonstrada na Tabela 1. Foram utilizados no experimento dois ovinos sem raça definida (SRD), mantidos em gaiola de metabolismo, com peso corporal médio de $27 \pm 1,6$ 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).

Tabela 1 - Composição bromatológica dos alimentos experimentais.

Alimentos	% de nutrientes expressos na MS										Capsaicina mg g ⁻¹ MS*
	MS	MO	PB	EE	FDN	FDA	CHT	CNF	NDT ¹		
SM	31,86	96,80	8,96	2,91	67,29	35,16	84,93	17,64	60,10	-	
GM	90,08	93,91	8,69	2,79	17,22	6,86	81,42	64,20	86,03	-	
FS	91,31	98,05	49,26	2,55	12,97	8,59	46,24	33,27	80,73	-	
<i>Capsicum</i>	25,67	94,92	17,82	4,68	33,97	16,03	72,42	38,90	75,90	0,50	

SM: silagem de milho; 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.* (AGUIAR et al., 2014; PERUCKA; OLESZEK, 2000; SANTOS et al., 2015.; HAYMAN; KAM, 2008.). ¹Valor energético estimado na literatura (VALADARES FILHO et al., 2010; TABNUT, 2006).

Fonte: Elaborado pelo autor

As rações experimentais foram balanceadas para apresentarem 0,0%; 0,2%; 0,4% e 0,6% de *Capsicum spp* (Tabela 2) com teor de 13,5% de proteína bruta e 70,0% de nutrientes digestíveis totais conforme NRC (2007) com relação volumoso 60% concentrado 40%, para apresentar ganho moderado de 80 a 130 g animal⁻¹ dia⁻¹. A ração

fornecida aos animais doadores de inóculo foi ração basal contendo 0,0% de *Capsicum spp.*, a qual foi utilizada 50% de volumoso (silagem de milho) e 50% de concentrado.

Tabela 2 - Composição percentual e bromatológica das rações experimentais contendo a inclusão de pimenta (*Capsicum spp.*).

Alimentos	Níveis de inclusão de <i>Capsicum spp.</i> nas rações experimentais			
	0,0%	0,2%	0,4 %	0,6%
Silagem de milho	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
<i>Capsicum spp.</i> (pimenta)	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)	91,61	91,48	91,35	91,22
Materia orgânica (MO) %	96,20	96,20	96,20	96,21
Proteína bruta (PB) %	14,33	14,35	14,37	14,38
Extrato etéreo (EE) %	3,09	3,10	3,10	3,10
Fibra em detergente neutro (FDN) %	46,69	46,72	46,75	46,79
Fibra em detergente neutro (FDA) %	24,34	24,36	24,38	24,40
Carboidratos totais (CHT) %	78,78	78,76	78,74	78,72
Carboidratos não fibroso (CNF) %	32,09	32,04	31,99	31,94
Capsaicina mg g ⁻¹ de MS de pimenta	0,00	0,26	0,51	0,77
Nutriente digestíveis totais (NDT) %	69,76	69,74	69,72	69,70

Fonte: Elaboração do autor.

O consumo da ração basal dos ovinos foi controlado de maneira que houvesse 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 livre à água por meio de bebedouros individuais.

Foram fornecidos 5 g de mistura mineral por animal por refeição, a qual foi 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. Foram utilizados 0,5 L do líquido ruminal filtrado por animal para formar o

inóculo que foi utilizado no processo de incubação *in vitro* das rações contendo *Capsicum spp.*

A coleta de fezes (inóculo) ocorreu diretamente do reto dos ovinos doadores de inóculo e foi utilizada uma diluição de 200 ml/200g (tampão/fezes) segundo recomendação de Alcade 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, após a coleta as fezes foram mantidas em banho maria em temperatura quente e levada ao laboratório para a filtragem do líquido em coador tipo café.

Em cada incubação (bateria) do ensaio de digestibilidade *in vitro*, foi utilizada a saliva artificial, a qual foi preparada inicialmente com a solução tampão de McDougall – 9,8 g/l de NaHCO_3 , 3,71 g/l de Na_2HPO_4 , 0,57 g/l de KCl, 0,47 g/l de NaCl, 0,12 g/l de $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,05 g/l de CaCl_2 .) e mais duas soluções, sendo uma de uréia (5,5 g 100 mL^{-1} de H_2O destilada) e outra de glicose (5,5 g 100 mL^{-1} H_2O destilada). No dia antes da 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 feita a mensuração do valor de pH da mesma e com a adição de CO_2 o pH da saliva artificial para estabilizar próximo de 6,8 a 7,0.

Nos tubos, foram adicionados 0,5 g das rações experimentais contendo 0,0%; 0,2%; 0,4% e 0,6% de *Capsicum spp.*, e no momento da incubação, foram adicionados 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 (GERON et al., 2017).

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 65°C , onde permaneceram por 72 horas. Após este período, os filtros foram colocados em um dessecador para posterior pesagem e o líquido que passou

pelo filtro (material filtrante) e foi armazenado para posterior análise do teor de nitrogênio amoniacal (N-NH_3).

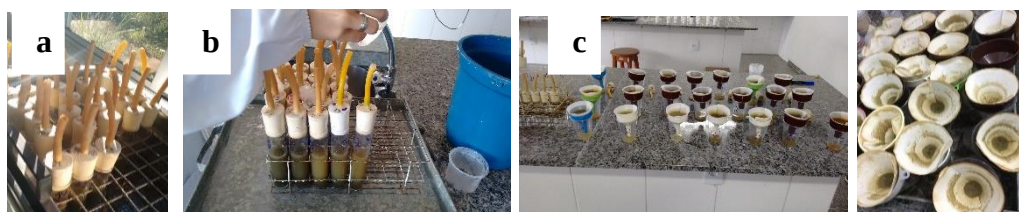


Figura 4 – Procedimento de incubação *in vitro* por período de 24 horas de incubação **a)** Conteúdo a 10 minutos no gelo **b)** Conteúdo filtrando: **c)** Após estufa a 65 °C por 72 horas **d)**

Fonte: Arquivo pessoal

O coeficiente de digestibilidade *in vitro* (CDIV) da matéria seca (MS) e dos demais componentes nutritivos das rações com diferentes níveis de inclusão de *Capsicum spp* foi determinada pela fórmula: $\text{CDIV da MS} = \frac{\text{peso amostra (g MS)} - [\text{peso resíduo (g MS)} - \text{peso branco (g MS)}]}{\text{peso amostra (g MS)}} \times 100$ proposta por Silva e Queiroz (2002).

As amostras do alimento volumoso (silagem de milho) foram secas em estufa a 55 ± 5 °C por 72 horas, após este período foram processadas em moinho dotados de facas e peneira com crivos de 1 mm de diâmetros.

Para as amostras dos alimentos experimentais foi determinado o teor de nitrogênio pelo método semi-micro Kjeldahl, matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO) foram realizadas pelo método por incineração em mufla a 600 °C e o teor de extrato etéreo (EE) foram determinados pela extração por lavagem com éter de petróleo 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, coeficiente de digestibilidade *in vitro* (CDIV) dos nutrientes, para as rações com 0,0%, 0,2%, 0,4% e 0,6% de *Capsicum spp*. 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 do CDIV dos nutrientes das rações experimentais procedido ao teste de Tukey a 5%. Para os diferentes níveis de inclusão de *Capsicum spp* foi realizado análise de regressão a 5% de significância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis de 0,0%; 0,2%; 0,4% e 0,6% de inclusão da *Capsicum spp.* nas rações balanceadas para ovinos não alteraram ($P>0,05$) os coeficientes de digestibilidade *in vitro* (CDIV) da MS; MO e PB e FDN para ambos os inóculos (líquido ruminal e fezes) - Tabela 3. Os valores médios do CDIV da MS; MO; PB e FDN das rações experimentais para ambos os inóculos líquido ruminal e fezes de ovinos foram de 68,41% e 62,58%; 71,52 e 65,77%; 60,55% e 61,23,03%, e 60,61% e 49,82%, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Valores de coeficiente de digestibilidade *in vitro* (CDIV) para os diferentes inóculos (líquido ruminal e fezes de ovinos) em rações balanceadas para ovinos contendo diferentes níveis de *Capsicum spp.*

Variável	Inóculo	Inclusão de <i>Capsicum spp</i> nas rações experimentais				Regressão	%CV
		0,0%	0,2%	0,4%	0,6%		
CDIV MS	Líqu. Rum.	67,91	70,64	69,47	65,61	Y = 68,41b	8,74
CDIV MS	Fezes	60,13	64,72	62,76	62,96	Y = 62,58a	9,75
CDIV MO	Líqu. Rum.	71,56	74,12	70,69	69,69	Y = 71,52b	11,48
CDIV MO	Fezes	65,02	66,71	66,37	65,00	Y = 65,77a	10,75
CDIV PB	Líqu. Rum.	58,82	63,24	60,49	59,66	Y = 60,55a	11,86
CDIV PB	Fezes	62,61	63,21	60,14	58,97	Y = 61,23a	13,49
CDIV FDN	Líqu. Rum.	59,53	62,88	61,66	58,36	Y = 60,61b	8,46
CDIV FDN	Fezes	49,82	51,52	49,29	48,64	Y = 49,82a	8,80

Líqu. Rum.: líquido ruminal – inóculo. CV: coeficiente de variação; MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta e FDN: fibra em detergente neutro.

Fonte: Elaboração do autor.

A inclusão de até 0,6% de *Capsicum spp.* nas rações experimentais propiciou um teor de capsaicina de 0,077 mg 100⁻¹g de *Capsicum spp.* (Tabela 2), provavelmente este valor de compostos fenólicos (capcinoides) não tenha sido suficiente para alterar a atividade da microflora proveniente de ambos os inóculos (líquido ruminal e fezes de ovinos). Além disso, o efeito associativo positivo esperado devido a mistura dos diferentes ingredientes nas rações experimentais não apresentou a atividade microbiana esperada, esse fato pode ter sido influenciado pela relação volumoso:concentrado de 60:40.

Estudo conduzido por Geron et al. (2017), em ovinos alimentados com 0%, 8%, 16% e 24% de grão seco de destilaria com solúveis (GSDS) com uma proporção de 65% de

silagem e 35% de concentrado, para avaliar a digestibilidade total dos nutrientes não alterou ($P>0,05$) o coeficiente de digestibilidade dos nutrientes MS, MO, PB, EE, FDN, FDA, e CHT, com valores médios de 69,16%; 70,56%; 65,48; 92,70%; 49,58%, respectivamente.

Todavia, foi observado que a determinação do CDIV da MS, MO das rações experimentais contendo os diferentes níveis de *Capsicum spp.* foi menor ($P<0,05$) para o método de fermentação *in vitro* com inóculo fezes de ovinos em relação a utilização do líquido ruminal (Figuras 4 e 5). O comportamento do CDIV da MS das rações apresentou uma linha de tendência quadrática com ponto de máximo para ambos os inóculos (líquido ruminal e fezes de ovinos). Contudo, esta linha de tendência não foi menor que 0,05, e a equação que melhor explica o comportamento do CDIV da MS foi a média, assim foi avaliado a comparação da média do CDIV da MS das rações entre os inóculos e observou que o CDIV da MS das rações com inóculo líquido ruminal foi maior ($P<0,05$) pelo teste de tukey, indicando que este inóculo é mais eficaz que as fezes de ovinos nos processos de fermentação *in vitro*.

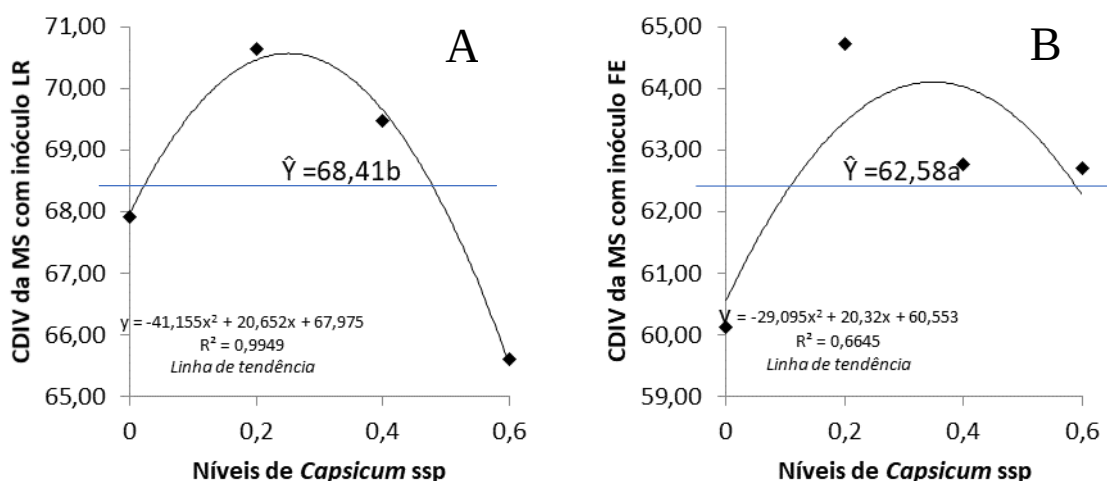


Figura 5 – Comportamento médio e linha de tendência ($P>0,05$) do coeficiente de digestibilidade *in vitro* (CDIV) da matéria seca (MS) das rações contendo diferentes níveis de *Capsicum spp.* (pimenta) inoculadas com Líquido ruminal – LR (A) e fezes de ovinos – FE (B).

Fonte: Arquivo Pessoal

Para o CDIV da MO das rações contendo os diferentes níveis de pimenta apresentaram comportamento semelhante ao CDIV da MS. Assim, na Figura 5 podemos observar a linha de tendência, a qual não foi significativa a 5%, além de visualizarmos que a média do CDIV da MO para o inóculo líquido ruminal foi de 72,52%, o qual foi maior ($P<0,05$) pelo teste de Tukey em relação as rações fermentadas *in vitro* com o inóculo fezes de ovinos.

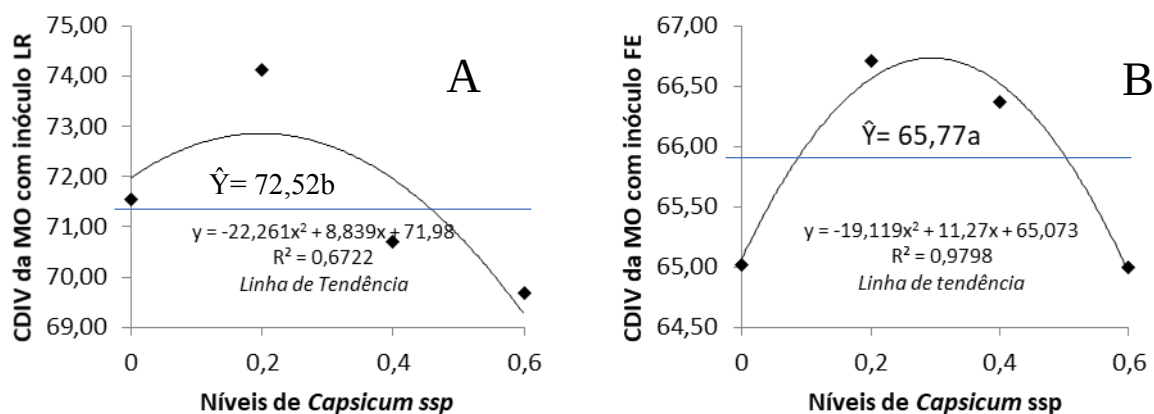


Figura 6 – Comportamento médio e linha de tendência ($P>0,05$) do coeficiente de digestibilidade *in vitro* (CDIV) da matéria orgânica (MO) das rações contendo diferentes níveis de *Capsicum spp.* (pimenta) inoculadas com Líquido ruminal – LR (A) e fezes de ovinos –FE (B).

Fonte: Arquivo Pessoal

Estes resultados sugerem que a utilização de fezes de ovinos subestimam a determinação do coeficiente de digestibilidade *in vitro* da MS, MO e FDN. Contudo, estudo realizado por Geron et al. (2018), para avaliar a inclusão de Noni (*Morinda citrifolia*) na ração de ruminantes em estudo *in vitro* demonstrou que a utilização das fezes poderia substituir o líquido ruminal sem alterar o CDIV da MS, MO e PB. Provavelmente, a utilização de aditivo fitogênico *Capsicum spp.*, pode ter exercido maior pressão de seleção nas bactérias presentes nas fezes de ovinos em relação ao líquido ruminal, no presente estudo em relação aos dados observados por Geron et al. (2018).

De maneira semelhante, para a determinação do CDIV da FDN foi observado que as rações experimentais contendo os diferentes níveis de *Capsicum spp.* apresentou valor médio com a incubação de líquido ruminal 60,61% maior ($P<0,05$) em relação as rações incubadas com fezes de ovinos com valor médio de 49,82% (Figura 6).

Mesmo não havendo diferença no CDIV da FDN para os diferentes níveis de inclusão de pimenta, foi realizado a confecção da linha de tendência ($P>0,05$) não significativa com o intuito de observar o comportamento do CDIV da FDN com o aumento dos níveis de pimenta na dieta balanceada para ovinos (Figura 6).

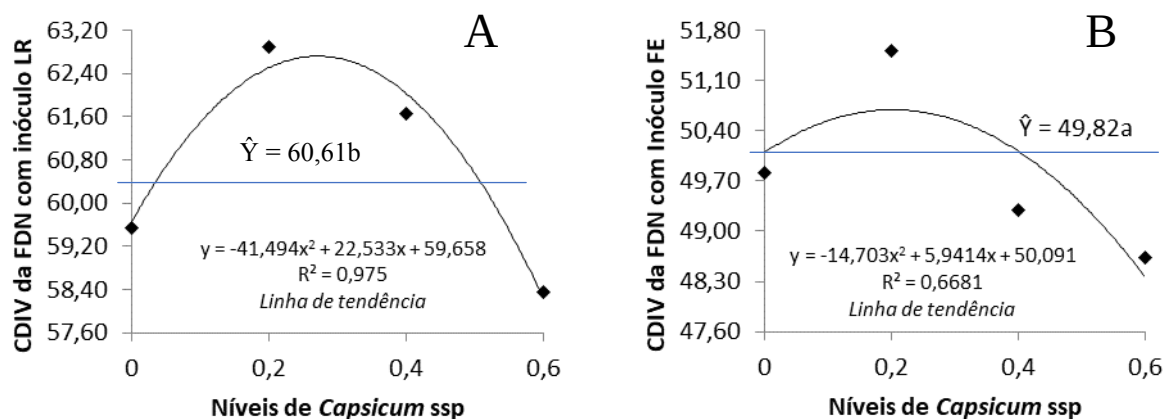


Figura 7 – Comportamento médio e linha de tendência ($P>0,05$) do coeficiente de digestibilidade in vitro (CDIV) da fibra em detergente neutro (FDN) das rações contendo diferentes níveis de *Capsicum spp.* (pimenta) inoculadas com Líquido ruminal – LR (A) e fezes de ovinos –FE (B).

Fonte: Arquivo Pessoal

Ao avaliar a inclusão de 0,0, 0,2, 0,4 e 0,6% de pimenta em dietas para ovinos na digestibilidade de nutrientes pelo método in vivo, Zanin (2019), identificou que os níveis ponto de máxima de 0,25 e 0,27% de inclusão de pimenta, alteraram o coeficiente de digestibilidade da PB e CNF, reafirmando a idéia que a pimenta é seletiva em algumas bactérias como proteolíticas e amilolíticas, até determinado nível.

Entretanto, não foi observada diferença significativa ($P>0,05$) para o CDIV da PB das rações experimentais para ambos os inóculos (líquido ruminal e fezes de ovinos) como demonstrado na Tabela 3 e nas médias apresentadas na Figura 7. O valor médio do CDIV da PB para as rações contendo *Capsicum spp* para o inóculo líquido ruminal foi de 60,55% e para o inóculo fezes de ovinos de 61,23%. O presente estudo indica que tanto os níveis de inclusão de pimenta, bem como a utilização de ambos os inóculos (líquido ruminal e fezes de ovinos) não alteraram o CDIV da PB para as rações balanceadas para ovinos contendo em média 13% de PB e 70% de NDT.

Em estudo realizado por Bernardino (2009), ao avaliar a digestibilidade no método *in vivo* dos nutrientes em ovinos, alimentados com silagens de capim-elefante com diferentes níveis de casca de café, onde a casca de café foi moída em moinho tipo martelo, com peneira de 2 mm e adicionada à forragem recém desintegrada em quatro níveis (0,0; 10,0; 20,0 e 30,0%, com base na matéria natural). Observou-se que a digestibilidade da MS, MO, CT, FDN, apresentaram resposta linear decrescente ($P < 0,05$) com a adição de silagem com casca de café as dietas, estimando-se, as reduções de 0,2045, 0,2042, 0,2476 e 0,4957 unidades na digestibilidade, por unidade de casca de café adicionada. O que pode estar associado segundo o autor devido ao maior teor de lignina apresentado pelas silagens contendo casca de café.

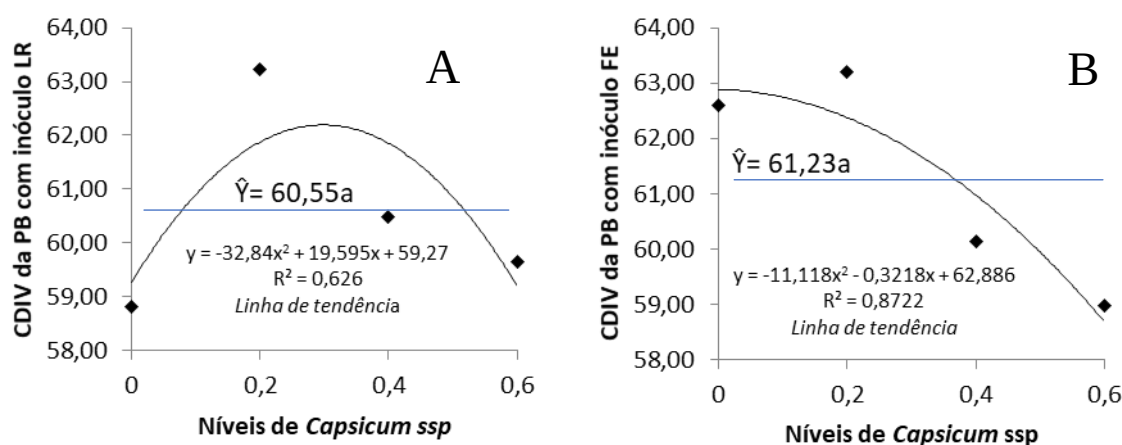


Figura 8 – Comportamento médio e linha de tendência ($P > 0,05$) do coeficiente de digestibilidade *in vitro* (CDIV) da proteína bruta (PB) das rações contendo diferentes níveis de *Capsicum spp* (pimenta) inoculadas com Líquido ruminal – LR (A) e fezes de ovinos – FE (B).

Fonte: Arquivo Pessoal

Contudo em estudo realizado por Geron et al. (2013), para avaliar o coeficiente de digestibilidade total (*in vivo*) dos nutrientes de cordeiros mantidos em ambiente tropical alimentados com rações contendo níveis crescentes de concentrado de 20%, 40%, 60% e 80%, os pesquisadores observaram que o fornecimento de níveis crescentes de concentrado nas rações de cordeiros não alterou ($P > 0,05$) o coeficiente de digestibilidade da MS, MO, EE, FDN, FDA, CHT e CNF. Porém os níveis crescentes de concentrado propiciaram um efeito quadrático ($P < 0,05$) sobre o coeficiente de digestibilidade da PB, onde apresentou um ponto de máximo para o nível de 50% de concentrado na dieta.

Diante disto há diversos estudos comparando coprodutos e aditivos na alimentação de animais ruminantes, possibilitando opções variadas de pesquisas no desenvolvimento de

um alimento e/ou aditivos promotores de crescimento que seja de baixo custo, viável ao produtor e que supra e atendam a máxima eficiência produtiva e digestiva dos animais de produção.

5 CONCLUSÃO

Assim, a inclusão de até 0,6% de pimenta (*Capsicum* spp.) em rações balanceadas para ruminantes não altera o coeficiente de digestibilidade *in vitro* da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro.

Todavia, a utilização das fezes como inóculo da fermentação *in vitro* apresentou menor grau de confiança em relação ao inóculo líquido ruminal.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. C.; SANTOS, P.; COUTINHO, J. P.; BARBERO, G. F.; GODOY, H. T. MARTINEZ, J. Supercritical fluid extraction and low pressure extraction of biquinho pepper (*Capsicum chinense*). **LWT – Food Science and Technology**, London, v.59, p.1239-246, 2014.
- 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.
- ALVES, S. R. M. **Pré- melhoramento em *Capsicum*: identificação de espécies, hibridação interespecífica e variabilidade genética em caracteres de sementes**. 2015. 116 p Tese (Doutorado em Agronomia Tropical). Universidade Federal do Amazonas Faculdade de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical, 2015.
- ANDRIGETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARD, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J. S.; SOUZA, G. A.; BONA FILHO, A. **Nutrição Animal: As bases e os fundamentos da nutrição animal, os alimentos**, v. 1. São Paulo: editora Nobel. 2002. 395 p.
- ASSIS, J. R. de; TORRES, R.; GOUVEIA JUNIOR, J.; MARANHÃO, J. P. A.; NUNES, D. Extratos vegetais: potencial de uso na alimentação de animais ruminantes. **Nutritime Revista Eletrônica, on-line**, Viçosa, v.15, n.1, p.8089-8096, 2018.
- BERCHIELLI, T. T.; OLIVEIRA, S. G.; GARCIA, A. V. Aplicação de técnicas para estudos de ingestão, composição da dieta e digestibilidade. **Archives of Veterinary Science** v. 10, n. 2, p. 29-40, 2005.
- BERNARDINHO, F. S.; GARCIA, R.; TONUCCI, R. G.; ROCHA, F. C.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, O. G. Consumo e digestibilidade de nutrientes de silagens de capim-elefante com casca de café, por ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 2, p. 460-469, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução normativa 15/2009. **Sistema integrado de legislação**. Disponível em < <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumospecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/instrucao-normativa-no-15-de-26-de-maio-de-2009.pdf> >. Acessado em: 17/05/2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução normativa 13/04. **Aditivo para produtos destinados à alimentação animal**. Disponível em < <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/Aditivosaprovados16.08.2019.pdf>>. Acessado em: 07/11/2019.

BONTEMPO, M. **Pimenta e seus benefícios à saúde**. São Paulo: Editora Alaúde, 2007. 100 p.

CARVALHO, S. I. de; BIANCHETTI, B. L. de; RIBEIRO, C. S. C. **Pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil**. Embrapa, Dezembro, 2006. 15p.

CATALAN, A. A. S.; GOPINGER, E.; LOPES, D. C.; 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 Ciência Veterinárias**, Concórdia- SC, p. v. 111, n. 581/582, 15-21, 2012.

COSTA, G. N. **Diversidade genética do potencial ornamental de acessos de pimentas (*Capsicum* spp)**. 2018. 90 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento). Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento, Teresina, 2018.

FERRARI, R. V.B. **Estimativa do efeito associativo entre concentrados e volumoso, através de medida de digestibilidade “in situ” da matéria seca e da fibra em detergente neutro**. 2003, 104 p. Dissertação (mestrado em zootecnia) Produção animal. Porto alegre, 2003.

FURTADO, Â. A. L.; DUTRA, A. S. de; DELIZA, R. **Processamento de pimenta dedo-de-moça (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) em conserva**. Embrapa, comunicado técnico 108, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CTAA-2009-09/9988/1/ct108-2006.pdf>. Acessado em: 20/05/2019.

GAIOTTO, M.C.; PINTO, C. M. F.; PINTO, C. L. O. **Conservação de pimentas (*Capsicum* sp.) em diferentes formulações e qualidade microbiológica durante o armazenamento**. Viçosa, MG: EMBRAPA/EPAMIG-, 1999. p. 39

GERON, L. J. V.; GARCIA, J.; COELHO, K. S. M.; AGUIAR, S. C.; ZANINE, A. M.; SOUZA, A. L.; CARVALHO, J. T. H.; ROBERTO, L. S.; SOUSA NETO, E. L.; FERREIRA, D. J. *In vitro* digestibility and nutritional characterization of distillers dried

grains with solubles according to the Cornell Net Carbohydrate and Protein System, **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 38, n. 4, p. 2029-2040, 2017.

GERON, L. J. V.; GARCIA, J.; ZANINE, A. M.; SOUZA NETO, E.; PAULA, E. J. H.; DINIZ, L. C.; ROBERTO, L. S.; COELHO, K. S. M.; SANTOS, 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 de Indústria Animal**. Nova Odessa, v. 74, p.255-268, 2017.

GERON, L. J. V.; VELOSO, L. E. C.; AGUIAR, S. C.; SOUZA, A. L.; SOUZA, I. S.; TRAUTAMN-MACADO, R. J.; ZANINE, A. M.; SILVA, R. F.; FERREIRA, D. J.; ZANIN, S. F. P. *In vitro* fermentation of the rations containing *Morinda citrifolia* L. (Noni) using two types of inoculum. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, n., p., 2018.

GOBBO, S. P. **Comparações entre procedimentos laboratoriais das técnicas de produção de gases e incorporação de radiofósforo pelos microorganismos na avaliação *in vitro* de alimentos para ruminantes**. 2001, p. 60. Dissertação (mestrado em área de ciências), centro de energia nuclear na agricultura, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2001.

HAYMAN, M.; KAM, P. C. A. Capsaicin: A review of its pharmacology and clinical applications. **Current Anaesthesia & Critical Care**. Valencia, v.19, p. 338-343, 2008.

IWAI, K.; YAZAWA, A.; WATANABE, T. Roles as metabolic regulators of the non-7 nutrients, capsaicin and capsiate, supplemented to diets. **Proceedings of the Japan 8 Academy**, Series B, v. 79, n. 7, p. 207-212, 2003.

JESUS, R. B. **Diversidade bacteriana ruminal em bovinos nelore**. 2014, p.43. Dissertação (mestrado em zootecnia) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Unesp, Câmpus de Jaboticabal, 2014.

KOIYAMA, N. T. G. **Aditivos fitogênicos na produção de frangos de corte**. 2012, p. 76. Dissertação (mestrado em em Agroecossistemas), Universidade Federal de Santa Catarina, Flrorionópolis 2012.

LANÇANOVA, J. A. C.; OLIVEIRA, M. D. S.; PACOLA, L. J.; VILELA, L. M. R. V.; SAMPAIO, A. A. M.; FIGUEIREDO, L. A.; MALHEIROS, E. B. Digestibilidade dos nutrientes de uma ração completa, em bovinos de diferentes grupos genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 421-426, 2002.

LAGANÁ, C. Utilização de aditivos fitogênicos na alimentação de podeiras. **Pesquisa e Tecnologia Apta regional**, v. 11, n. 2, Jul-Dez, p. 1-5, 2014.

LEMOS, B. J. M. **Avaliação da digestibilidade *in vitro* de alimentos para ruminantes**. 2011, p. 31. Dissertação (mestrado em ciência animal), Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2011.

LÓPEZ, S. In vitro and in situ techniques for estimating digestibility. In: DIJKSTRA, J.; FORBES, J. M.; FRANCE, J. (Ed.). **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. 2 ed. Cambridge: CABI Publishing, 2005. p. 87-121.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. de. **Plantas medicinais no Brasil nativas e exóticas**. Nova Odessa, SP. Instituto Plantarum, 2008. 544 p.

LUCZYSZYN, V. C. **Avaliação Da Degradabilidade Ruminal E Digestibilidade In Vitro De Pastagens De Aveia E Azevém Submetidas A Rastejo De Ovinos E Obtidas Por Fístulas Esofágicas**. 2002. 87 p. Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, CURITIBA, 2002.

LUDY, M.; MOORE, G. E.; MATTES, R. D. The Effects of capsaicin and capsiate on energy balance: critical review and meta-analyses of studies in humans. **chemical senses**, v. 37, p. 103–121, 2012.

MANTOVANI, H. C.; BENTO, C. B. P. Manipulação da Fermentação microbiana ruminal para máxima eficiência animal. In: SIMPÓSIO MATOGROSSENSE DE BOVINOCULTURA DE CORTE, 2, SIMBOV, 2013, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2013, p. 19.

MANELLA, M. Q.; LOURENÇO, A. J. População de protozoários ciliados no rúmen de bovinos nelore em pastos de *brachiaria brizantha marandu* recebendo suplemento proteico ou com livre acesso a banco de proteína de *leucaena leucocephala* nas diferentes estações do ano. **Boletim de Indústria Animal**. Nova Odessa – SP, v. 61, p. 01-11, 2004.

MARINO, C. T.; MEDEIROS, S. R.; Minerais e vitaminas na nutrição de bovinos de corte. In MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, B. J.; **Nutrição de bovinos de corte**. 1º edição, Embrapa, Brasília, p. 11, 2015.

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. 79p. Dissertação (Mestrado em Ciências). Faculdade de Medicina e Veterinária e Zootecnia Universidade de São Paulo., Pirassununga, 2012.

MATOS, B. C. Uso de aditivos na pecuária leiteira: revisão. **PUBVET**, V.2, N.9, Mar1, 2008. Disponível em < <http://www.pubvet.com.br/artigo/5856/uso-de-aditivos-na-pecuaacuteria-leiteira-revisatildeo> >. Acessado em: 23/08/2019.

MEDEIROS, S. R. de; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J. **Nutrição de bovinos de corte**: fundamentos e aplicações. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, , 2015, 176 p.

MIRANDA, T. G. **Caracterização físico-química de genótipos de pimentas (*Capsicum chinense* e *Capsicum annuum*)**. 2014, p 72. Dissertação (Mestrado em produção vegetal). Diamantina - MG 2014.

MONÇÃO, F.P.; OLIVEIRA, E. R.; MOURA, L. V.; TONISSI, R. H.; GÓES, B. Desenvolvimento da microbiota ruminal de bezerros: revisão de literatura. **Revista Unimontes Científica.**, v.15, n.1. 2013. Disponível em < <http://www.ruc.unimontes.br/index.php/unicientifica/article/view/137> >. Acessado em: 23/10/2019.

MURTA, R. M.; CHAVES, M. A.; PIRES, A. J. V.; VELOSO, C. M.; SILVA, F. F. S.; ROCHA NETO, A. L.; EUSTÁQUIO FILHO, A.; SANTOS, P. E. F. Desempenho e digestibilidade aparente dos nutrientes em ovinos alimentados com dietas contendo bagaço de cana-de-açúcar tratado com óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.40, n.6, p.1325-1332, 2011.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**: sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 384p.

NIELSEN, J. J.; In vitro feed test for evaluation of energetic and productive value of straw, industrial by-products and alternative energy resources for cattle feeding, **Tropical Animal Health and Production**, p.287-299, 1981.

OH, J., HRISTOV, A.N., GIALLONGO, F., FREDERICK, T., PATE, J., WALUSIMBI, S., ELIAS, R.J., WALL, E.H., BRAVO, D. Effects of dietary Capsicum oleoresin on productivity and immune responses in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science.**, p. 98, 6327–6339.

OLIVEIRA, J. S. de; ZANINE, A. M. de; SANTOS, E. M. Processo fermentativo, digestivo e fatores antinutricionais de nutrientes para ruminantes (Process fermentativo, digestive and factors antinutricionais of nutrients for ruminant). **REDVET**, Viçosa MG, v.

8, n. 2, 2007. Disponível em: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020207/020717.pdf> Acessado em: 21/05/2019.

OLIVEIRA, J. S. de; ZANINE, A. M. de; SANTOS, E. M. Diversidade microbiana no ecossistema ruminal (Microbial diversity in the ecossistema ruminal). **REDVET**, VIÇOSA MG, v. 8, n.6. 2007. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/441c/18343e80c2eab5c194d0aa859b0e2a8d4891.pdf> Acessado em: 10/09/2019.

OLIVEIRA, J. G. **Cinética de degradação *in vitro* da aveia Iapar 126 sob diferentes períodos de descanso**. 2013, p. 63. Monografia (Obtenção do título de zootecnista) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

OLIVEIRA, M. D. de; ZAVARIZA, K. C.; GOMES, N. A.; ROCHA, F. R. T.; MARTINS, J. M. S. M.; LITZ, F. H.; CASTILHANO, H. Aditivos alternativos na alimentação de aves. **Publicações em Medicina Veterinária (PUBVET)**, Londrina, v. 6, n. 27, Ed. 214, art. 1425, 2012. Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/uploads/200e93ac39fc7ae11a10cc7fd7733ff5.pdf>. Acessado em: 19/05/2019.

OLIVEIRA, V. S.; VALENÇA, R. L.; SANTANA NETO, José. A.; SANTANA, J. C. S.; SANTOS, C. B.; LIMA, I. G. S. Utilização da Técnica de Produção de gás In Vitro para Estimar a Digestibilidade dos Alimentos. **Revista Científica de Medicina Veterinária**. v.12, n. 23, 2014. Disponível em: http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/JTUI0Psv3inv5qw_2014-7-27-16-56-54.pdf. Acessado em: 17/08/2019.

OSO, A. O., SUGANTHI, R.U., REDDY, G.B., MALIK, P.K., THIRUMALAISAMY, G., AWACHAT, V.B., BHATTA, R. Effect of dietary supplementation with phytogenic blend on growth performance, apparent ileal digestibility of nutrients, intestinal morphology, and cecal microflora of broiler chickens. **Poultry Science**., 98, 10, 4755–4766.

PERUCKA, I.; OLESZEK, W. Extraction and determination of capsaicinoids in fruit of hot pepper *Capsicum annuum* L. by spectrophotometry and high-performance liquid chromatography. **Food Chemistry**, London, v. 71, n. 2, p. 287-291, 2000.

PINTO, C. M. F.; PINTO, C. L. O. de; DONZELES, S. M. L. *Capsicum*: propriedades químicas, nutricionais, farmacológicas e medicinais e seu potencial para o agronegócio. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.3, n.2, p.108-120, Dezembro, 2013.

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

REIFSCHNEIDER, F. J. B.; NASS, L. L.; HEINRICH, A. G.; IV. RIBEIRO, C. S. C. da; HENZ, G. P.; EUCLIDES F. K.; BOITEUX, L.; RITSCHER, P.; FERRAZ, R.; QUECINI, V. **Uma pitada de biodiversidade na mesa dos brasileiros**. Brasília: prefixo editorial: 917453, 2014. 156 p.

RIBEIRO, C. S. C. de; LOPES, A. C.; CARVALHO, C. I. S. de; HENZ, P. G.; REIFSCHNEIDER, B. J. F. **Tradição e pesquisa de pimentas do gênero *capsicum* no Brasil**. Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária Embrapa Hortaliças Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF 2008. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/157567/1/digitalizar0169.pdf>> Acessado em: 14/05/2019.

RIBEIRO, F. G. **Simbióticos e ionóforos em dietas para bovinos mestiços angus: desempenho, características de carcaça e qualidade de carne**. 2014, p. 88. Dissertação (mestrado em zootecnia). Botucatu-SP, 2014.

RISPOLI, T. B.; RODRIGUES, I. L.; MARTINS NETO, R. G.; KAZAMA, O . P. P. P.; ZEOULA, L. M.; ARCURI, P. B. Protozoários ciliados do rúmen de bovinos e bubalinos alimentados com dietas suplementadas com monensina ou própolis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 92-97, 2009.

RIVAROLI, D, C. **Níveis de óleos essenciais na dieta de bovinos de corte terminados em confinamento: desempenho, características da carcaça e qualidade da carne**. 2014, p. 93. Dissertação (mestrado em zootecnia) Botucatu-SP, p. 38, 2014.

RODRIGUES, P. A. lavoura, variedades para diversos nichos de mercado. **Embrapa hortaliças** n°716/2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355126/10765216/2016_11_01+Revista+A+Lavoura+-+Pimenta+%28NCO+via+AE%29.pdf/cb54ee6c-6de0-4a4d-ab8c-1137a38a05f9>. Acessado em: 24/04/2019.

SANTANA NETO, J. A.; OLIVEIRA, V. S.; VALENÇA, R. L. de; CAVALCANTE, L. A. D. Características da fermentação ruminal de ovinos em pastejo–revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 10, 2012. Disponível em: <http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/lj2kLOWaV7Mnmbmi_2013-6-24-15-9-27.pdf> Acessado em: 24/10/2019.

SANTOS, P.; AGUIAR, A. C.; BARBERO, G. F.; REZENDE, A. A.; MARTINES, J. Supercritical carbon dioxide extration of capsaicinoids from malegueta pepper (*Capsicum*

frutescens L.) assisted by ultrasound. **Ultrasonics Sonochemistry**. London, v. 22, p.78-88, 2015

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

SILVA, K. L.; DUARTE, E. R.; FREITAS, C. E. S.; ABRÃO, F. O.; GERASEEV, L. C. protozoários ruminais de novilhos de corte criados em pastagem tropical durante o período seco. **Ciência Animal Brasileira**. Goiânia, v. 15, p.259-265. 2014.

SIQUEIRA, G. B. **Energia e Proteína na Nutrição de Ruminantes**. Ed. e-Pub. p 51, Palmas- TO, 2007

SILVEIRA, M. F. **Comparação de métodos *in vivo* e laboratoriais para estimar o valor nutritivo de dietas para bovinos de corte**. 2006, p. 60. Dissertação (mestrado Concentração em Produção Animal). Santa Maria, RS, Brasil, 2006.

SANTOS, S. A.; ROTTA, P. P.; SILVA, L. F. C. e.; MENEZES, A. C. B.; PINA, D. S.; VALADARES FILHO, S. C. Degradação ruminal da proteína dos alimentos e síntese de proteína microbiana. In VALADARES FILHO, S. C. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados**. 3. Ed. Viçosa: UFV, 2016. 327 p.

SALMAN, A. K. D.; FERREIRA, A. C. D.; SOARES, J. P. G.; SOUZA, J. P. S. de **Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos**. Porto Velho, RO. Embrapa, 2010. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/884369/1/doc136alimentacaoderuminantes.pdf>. > Acessado em: 15/05/2019.

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.

STELLA, A. L.; ZUBIETA, A. S.; GOMES, B. K.; PRATES, R. Ê. Óleos essenciais como alternativa para a redução do metano em ruminantes. **Nutri time, Revista Eletrônica**, v. 14, n. 4, jul./ ago, 2017. Disponível em: < http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/Artigo_436.pdf. >. Acessado em: 21/04/2019.

STEURER, F. **Especiarias: aplicações e propriedades**. 2008, p.31. Dissertação (Monografia em química de Alimentos) Universidade Federal de Pelotas, 2008. Disponível em <<http://doczz.com.br/doc/31564/especiarias--aplica%C3%A7%C3%B5es-e-propriedades>> Acessado em 25/08/2019.

STIVARI, T. S. S.; RAINERI, C.; SARTORELLO, G. L.; GAMEIRO, A. H.; SILVA, J. B. A. Aditivos enzimáticos na alimentação de ruminantes: estratégias para a produção animal. **PUBVET**, Londrina, v. 8, n. 11, ed. 260, 2014. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/uploads/a5625f6752538b7a6f91d2220759736a.pdf>> Acessado em: 16/11/2019

TABNUT-TABELA DE NUTRIÇÃO. **Departamento de informática em saúde. escola paulista de medicina**, 2016. Universidade Federal de São Paulo. Disponível em: <<http://tabnut.dis.epm.br/alimento/02031/condimento-pimenta-vermelha-ou-caiena>>. Acessado em: 12/05/2019.

TOSSETI, L. B. **Aditivos na saúde ruminal de bovinos terminados em confinamento**. 2017, p. 99. Dissertação (Mestrado em Produção Animal Sustentável) Nova Odessa, 2017.

VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; MAGALHÃES, K. A. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR-Corte**. 2 ed. Viçosa: UFV, Suprema Gráfica Ltda. 2010, 193p.

VALVERDE, R. M. V. **Composição bromatológica da pimenta malagueta *in natura* e processada em conserva**. 2011, p.54. Dissertação (Mestrado em área de Concentração em Engenharia de Processos de Alimentos), Itapetinga/BA 2011.

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

WAGNER, C. M. **Variabilidade e base genética da pungência e dos caracteres do fruto: 32 implicações no melhoramento de uma população de *Capsicum annuum* L.** 2003.104p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

WLODARSKI, I.; **Determinação e quantificação de protozoários ciliados e bactérias do rúmen de bovinos em pastagens temperadas e tropicais**. 2017, p. 61. Dissertação (mestrado em área de Concentração: Produção e Nutrição Animal. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

WLODARSKI, I.; MIDORI, E.; CAROLINA, A.; DIANA; Microbiota ruminal: importância e caracterização- Ruminal microbial: diversity, importance and characterization. **REDVET**, v. 18, n. 11, 2017. Disponível em: < <https://www.redalyc.org/pdf/636/63653574006.pdf> >. Acessado em: 14/06/2019.

ZANCANARO, R. D. **Pimentas**: tipos, utilização na culinária e funções no organismo. 2008. 43p. Dissertação (mestrado em especialista em gastronomia e saúde), Universidade de Brasília- UnB, 2008.

ZANIN, S. F. P. **Pimenta como aditivo fitogênico em dietas de ovinos**. 2019. 94 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá/MT, 2019.

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.