

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E HUMANAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ZOOTECNIA

NÚBIA JANONES DE JESUS

COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE E PARÂMETROS DA FERMENTAÇÃO *IN VITRO* DE DIFERENTES ALIMENTOS E RAÇÕES CONTENDO GRÃO SECO DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS

PONTES E LACERDA-MT
JULHO/2017

NÚBIA JANONES DE JESUS

COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE E PARÂMETROS DA FERMENTAÇÃO *IN VITRO* DE DIFERENTES ALIMENTOS E RAÇÕES CONTENDO GRÃO SECO DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS

“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

Co-orientador: Dr^a. Sílvia Cristina de Aguiar

PONTES E LACERDA-MT
JULHO/2017

NÚBIA JANONES DE JESUS

COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE E PARÂMETROS DA FERMENTAÇÃO *IN VITRO* DE DIFERENTES ALIMENTOS E RAÇÕES CONTENDO GRÃO SECO DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS

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.

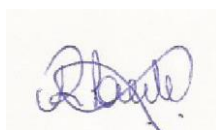
APROVADO EM: 21/07/2017



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



Membro: Prof. (a) Ma. Lilian Chambó Rondena Pesqueira



Membro: Prof. (a) Ma. Rafaeli Leite Gonçalves

À Deus, pela tua infinita misericórdia,
Aos meus pais, Valdete e Celso que jamais deixaram de me incentivar,
Ao meu irmão Nattann, pelo imenso apoio,
E ao meu querido sobrinho no qual eu amo.

Dedico-lhes de coração.

AGRADECIMENTOS

Sou grata à Deus pelo dom da vida, por cuidar de mim e por me presentear com uma graduação. Aos meus pais pelo incentivo e sustento, me ajudaram sem medir esforços para concluir minha graduação, ao meu irmão Nattann, minha cunhada Marlúcia e minha querida avó Alice que sempre me animaram e me apoiaram, ao meu sobrinho Gabriel pela pureza do teu amor ao qual me passava mansidão.

À Universidade do Estado de Mato Grosso, por me proporcionar uma oportunidade de cursar uma graduação, ao departamento de zootecnia, e aos professores que com dedicação transmitia seus valiosos ensinamentos para me tornar uma profissional competente.

Aos meus professores orientadores Luiz Juliano Valério Geron e co-orientadora Sílvia Cristina de Aguiar, por ter participado da minha formação acadêmica, os quais orientaram e auxiliaram o meu desenvolvimento sobre o conhecimento científico e profissional e pela confiança em mim depositada durante o período de convívio.

Agradeço a todos meus queridos amigos no qual tive a honra de conhecer durante o período de curso, e que participaram da minha conquista de conclusão de curso. Em especial a Eliane da Costa, Juliana da Costa, Gisele Ribeiro e Alexsandra Rech pela pura e sincera amizade e que sempre estiveram comigo, aos meus grandes amigos Filipe Cordeiro e Douglas Nishida que não mediam esforços em me ajudar no que fosse preciso. A minha prima querida Nathália Janones, que mesmo de longe me apoiava e incentivava a não desistir dos meus sonhos.

“Não te mandei eu? Esforça-te, e tem bom ânimo; não temas, nem te espantes; porque o Senhor teu Deus é contigo, por onde quer que andares”.

(Josué 1:9)

RESUMO

O estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o coeficiente de digestibilidade *in vitro* (CDIV) de diferentes alimentos (silagem de milho, grão de milho moído, grão seco de destilaria com solúveis e farelo de soja) e rações experimentais contendo diferentes níveis de grão seco de destilaria com solúveis - GSDS (0%; 8%; 16% e 24% na MS), a ração total foi constituída pelo grão de milho moído, farelo de soja, GSDS e silagem de milho, balanceada para atender à exigência de ovinos, com relação de 65% volumoso e 35% concentrado. Foram utilizados dois ovinos sem raça definida, com peso corporal médio de 26 kg como doadores de inóculo (líquido ruminal), para avaliação do CDIV. Os cordeiros foram mantidos em gaiolas de metabolismo onde o líquido ruminal foi coletado no período da manhã. No presente estudo, os CDIV dos nutrientes do GSDS não diferiu ($p>0,05$) em relação aos demais alimentos utilizados nas formulações das rações experimentais. Porém, foi observado que o CDIV da MS do GSDS (63,34%) foi 14% menor em relação ao FS (73,84%). Para os valores de pH e concentração do nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) do conteúdo fermentado para os diferentes alimentos avaliados, não apresentaram ($p>0,05$) diferença com um valor médio de 7,41 e 44,17 mg $N-NH_3$ 100 mL⁻¹ de líquido ruminal, respectivamente. A inclusão de 0%; 8%; 16% e 24% de GSDS em rações formuladas para ovinos contendo 13,5% de PB; 68,5% de NDT e relação volumoso:concentrado de 65:35, não alterou ($p>0,05$) o CDIV da MS; MO; PB; FDN e FDA, com valores médios de 70,93%; 70,64%; 59,58%; 52,83% e 43,40%, respectivamente. Pode ser observado que o CDIV da PB foi 7,9% menor para a ração com 24% de GSDS (58,73%) em relação a ração com 0% de GSDS (63,78%). A inclusão de GSDS nas rações não alteraram o valor de pH e concentração de $N-NH_3$ do conteúdo fermentado. Desta forma, conclui-se que o grão seco de destilaria com solúveis apresenta um CDIV para MS e PB inferior ao farelo de soja. Contudo, a inclusão de até 24% de GSDS em rações balanceada para ovinos não altera o coeficiente de digestibilidade *in vitro* da MS, MO, PB, FDN, FDA, podendo ser recomendado para a formulação de rações de animais ruminantes.

Palavras-Chave: Grão de milho. Nutrição. Ovinos. Subprodutos.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the *in vitro* digestibility coefficient (*IVDC*) of different foods (corn silage, ground corn grain, dried's distillery grain with soluble and soybean meal) and experimental rations containing different levels of dried's distillery grain with soluble - DDGS (0%, 8%, 16% and 24% in DM), The total ration consisted of milled corn, soybean meal, DDGS and corn silage, balanced to meet the requirements of sheep, with a 65% voluminous and 35% concentrate ratio. Two undefined sheep with mean body weight of 26 kg were used as donors of inoculum (ruminal fluid) for evaluation of *IVDC*. Lambs were kept in metabolism cages where ruminal fluid was collected in the morning. In the present study, the *IVDC* of the nutrients of the DDGS did not differ ($p>0.05$) in relation to the other foods used in the formulations of the experimental diets. However, it was observed that the *IVDC* of DM from DDGS (63.34%) was 14% smaller than SM (73.84%). For the values of pH and concentration of the ammoniacal nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$) of the fermented content for the different evaluated foods, they presented no difference ($p>0.05$) with an average value of 7.41 and 44.17 mg $\text{NH}_3\text{-N}$ 100 mL⁻¹ of ruminal fluid, respectively. The inclusion of 0%; 8%; 16% and 24% DDGS in rations formulated for sheep containing 13.5% CP; 68.5% TDN and bulky: concentrate ratio of 65:35, did not change ($p>0.05$) the *IVDC* of DM; OM; CP; NDF and ADF, with mean values of 70.93%; 70.64%; 59.58%; 52.83% and 43.40%, respectively. It can be observed that the *IVDC* of CP was 7.9% lower for the feed with 24% of DDGS (58.73%) relative to the feed with 0% of DDGS (63.78%).. The inclusion of DDGS in feed did not alter the pH value and $\text{NH}_3\text{-N}$ concentration of the fermented content. In this way, it is concluded that the dry distillery grain with solubles presents a *IVDC* for DM and lower CP than soybean meal. However, the inclusion of up to 24% DDGS in balanced sheep rations does not alter the *in vitro* digestibility coefficient of DM, OM, CP, NDF, ADF and may be recommended for the formulation of ruminant animals feeds.

Key words: Corn grain. Nutrition. Sheep. By-products.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 INDÚSTRIA DO ETANOL (DESTILARIAS DE ALCOOL)	12
2.2 GRÃO SECO DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS (GSDS)	16
2.3 USO DO GSDS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL	18
2.4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE NUTRICIONAL DOS ALIMENTOS	19
2.5 DIGESTIBILIDADE <i>IN VITRO</i>	20
2.6 PARÂMETROS DA FERMENTAÇÃO MICROBIANA.....	22
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
5 CONCLUSÕES.....	32
REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

Os ingredientes alimentares como o grão de milho e o farelo de soja ainda são os mais utilizados nas dietas para os animais. Porém, os preços elevados desses alimentos no mercado também são responsáveis pelo aumento do custo da produção animal. Para redução dos custos de produção animal, uma solução viável seria a utilização de subprodutos da agroindústria e das refinarias de biocombustíveis, sendo produzidos em diversas regiões do país com preços acessíveis (CARVALHO, 2012). Neste contexto, pode propiciar, além da diminuição dos custos, o aumento da produtividade, tornando-se uma excelente opção para determinadas criações, regiões e épocas do ano (SCHONE, 2015).

O grão seco de destilaria com solúveis (GSDS) possui grande potencial para a nutrição animal, devido a seu baixo custo e valor nutricional considerável, resultante do processo da fermentação do grão de milho para a produção de etanol, assim, pesquisadores tem estudado cada vez mais este alimento alternativo na alimentação de animais de produção (FIALHO et al., 2009).

De maneira geral, o GSDS é utilizado como ingrediente na ração animal (suínos, bovinos, frangos, cães e equinos) devido ao seu elevado teor de proteína, fibra e energia (BRITO, 2008), uma vez que este possui mais de 30% de proteína bruta com aproximadamente 55% de proteína não degradável no rúmen e 2,25 Mcal/kg de energia metabolizável (SCHINGOETHE et al., 2009). Entretanto existem fatores que influenciam na composição deste ingrediente, como por exemplo, alguns trabalhos relataram a alteração nos teores de proteína bruta devido principalmente ao processo de aquecimento durante o processamento do grão de milho para a produção do etanol e conseqüentemente a geração do GSDS (URRIOLA et al., 2009).

Por este motivo, é preciso salientar que a variabilidade das composições nutricionais é maior para subprodutos quando comparado com os alimentos convencionais, podendo causar distúrbios nutricionais caso não forem realizadas análises frequentes e se as dietas não forem adequadamente balanceadas, de acordo com a qualidade nutricional dos alimentos. Desta forma, são necessárias mais informações sobre os efeitos diretos decorrentes da utilização de diferentes tipos de resíduos, agroindustriais na nutrição animal, principalmente quanto à qualidade do produto final e seus derivados (BELYEA et al., 1989).

Os estudos da composição e digestibilidade dos componentes dos alimentos são essenciais para adotar práticas de alimentação eficiente, mas estas pesquisas demandam recursos consideráveis em termos de trabalho, alimentação, animais e tempo. Para descrição quantitativa adequada dos processos digestivos e metabólicos, são necessários dados biológicos que podem ser obtidos através das técnicas *in vitro* (MOULD et al., 2005). Estas técnicas são simples, de baixo custo, e apresentam certa confiabilidade sendo assim, de suma importância para a nutrição animal (GOBBO, 2001).

Diante do exposto, o presente trabalho foi desenvolvido com a finalidade de avaliar o coeficiente de digestibilidade *in vitro* dos nutrientes e os parâmetros de fermentação *in vitro*, (de acordo com a técnica de 1 estágio) adaptada para 24 horas de fermentação *in vitro*, de diferentes alimentos (silagem de milho, grão de milho moído, grão seco de destilaria com solúveis e farelo de soja) e de rações contendo 0%; 8%; 16% e 24% de GSDS com 65% de silagem de milho e 35% de concentrado.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A grande necessidade de produção de alimentos para ruminantes desafia a pesquisa a buscar novas alternativas de recursos alimentares, com objetivo de reduzir custos, facilitarem o gerenciamento e aumentar a produtividade dos rebanhos. Portanto, vários pesquisadores, técnicos e produtores buscam alimentos alternativos, com alta qualidade nutricional e menor custo (GERON, 2006).

Devido à crescente produção de etanol obtido pela fermentação do grão de milho (matéria prima) e consequentemente aumento na geração do GSDS produzidos pelas destilarias de etanol da região Centro Oeste do Brasil, estudos para avaliar este coproduto (GSDS) como fonte de proteína tem sido amplamente conduzidos para alimentação animal (SHURSON et al., 2008).

2.1 INDÚSTRIA DO ETANOL (DESTILARIAS DE ALCOOL)

A expansão e popularização do etanol no Brasil teve início em 1975, a partir do programa Proálcool, Programa Nacional do Álcool, cujo objetivo principal foi reduzir a importação de petróleo; assim, o álcool adquiriu papel estratégico na economia brasileira e tornou-se fonte importante de energia renovável. Na primeira fase do Proálcool adicionava-se álcool anidro à gasolina, nesse período as indústrias recebiam incentivos e tecnologias para fabricar carros a álcool (SENSO CORRETORA, 2007).

Nos últimos anos, as gerações de energias alternativas, como os biocombustíveis, fizeram com que vários países a desenvolvessem suas próprias tecnologias, principalmente considerando o esgotamento das reservas de combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás natural) e a elevação do preço internacional do petróleo (PIVA, 2010). Outros fatores que contribuíram para o fenômeno, foi a demanda por fontes de energia de menor impacto no meio ambiente, que reduzem emissões de gases de efeito estufa na contribuição do aquecimento global, o aspecto da segurança energética e menos dependência de importações de petróleo em diversos países, bem como a possibilidade de aumento na renda de pequenos agricultores em países em desenvolvimento (GURGEL, 2011).

Na produção de etanol os países que se destacam são os EUA e o Brasil, com aproximadamente 90% da produção mundial juntos. A matéria-prima mais utilizada nos EUA é o grão de milho, que corresponde à 42% da produção mundial, o Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar, com cerca de 27% da produção global (KIM; DALE 2003; RIBEIRO; HENN; SILVA, 2010).

No Brasil a produção de etanol ainda é basicamente proveniente da cana-de-açúcar, porém uma alternativa vem sendo implantada na região centro oeste do Brasil, que é a produção de etanol a partir do grão de milho, pelas usinas flex, ou seja, utilizam diferentes tipos de matérias prima (cana de açúcar e ou grãos de cereais). Favorecido pelos preços competitivos do grão de milho, pela redução dos custos de produção associada a essa tecnologia e à produção em expansão no Brasil, o etanol a partir do grão de milho pode vir a ser uma realidade no país. A produção de milho no Brasil apresenta elevadas taxas de crescimento, passou de 19 milhões de toneladas em 1976 para 79 milhões de toneladas em 2013. Alguns produtores do estado de Mato Grosso, com 22 milhões de toneladas da produção nacional, começaram a cogitar o uso excelente do milho para obtenção de etanol (BORTOLETTO; ALCARDE, 2015).

Nos últimos anos o Brasil alcançou uma produção de 27 bilhões de litros de álcool combustível em uma área agrícola correspondente a cerca de 8,5 milhões de hectares, dos quais 5,5 milhões somente em São Paulo (CUNHA, 2011).

Para a produção do etanol utiliza-se normalmente biomassas ricas em amido ou açúcares como os grãos de cereais, por exemplo o grão de milho, trigo entre outros (Figura 1). No caso de matérias amiláceas ou celulósicas, há a necessidade da sua transformação preliminar em açúcares simples por ação de enzimas e ácidos, enquanto que na cana-de-açúcar, o processo é mais simples, uma vez que os açúcares estão disponíveis na biomassa (BNDES; CGEE, 2008).

A produção etanol utilizando a cana-de-açúcar como matéria prima inicia-se com a lavagem desta, para eliminação de impurezas, logo em seguida no processo da moagem é extraído o caldo resultando em unidade final o bagaço. Depois do caldo ser decantado, segue para a fermentação no qual geralmente ocorre por um biorreator, e finaliza com a destilação (RODRÍGUEZ, 2010).

Através da moagem da cana-de-açúcar e a extração do caldo é gerado o bagaço de cana, utilizado principalmente para produção de energia elétrica e calor, fabricação de papéis e ração animal. Durante a destilação do álcool, a vinhaça e o óleo fusel são seus subprodutos. A vinhaça de cana-de-açúcar é rica em água, matéria orgânica, nitrogênio, potássio e

fósforo; usa-se como fertirrigação, produção de proteínas, produção de gás metano e formulação de ração animal; porém o óleo fusel é extraído em pequena quantidade e utilizado na indústria química e de cosméticos (RIBEIRO, 2003).

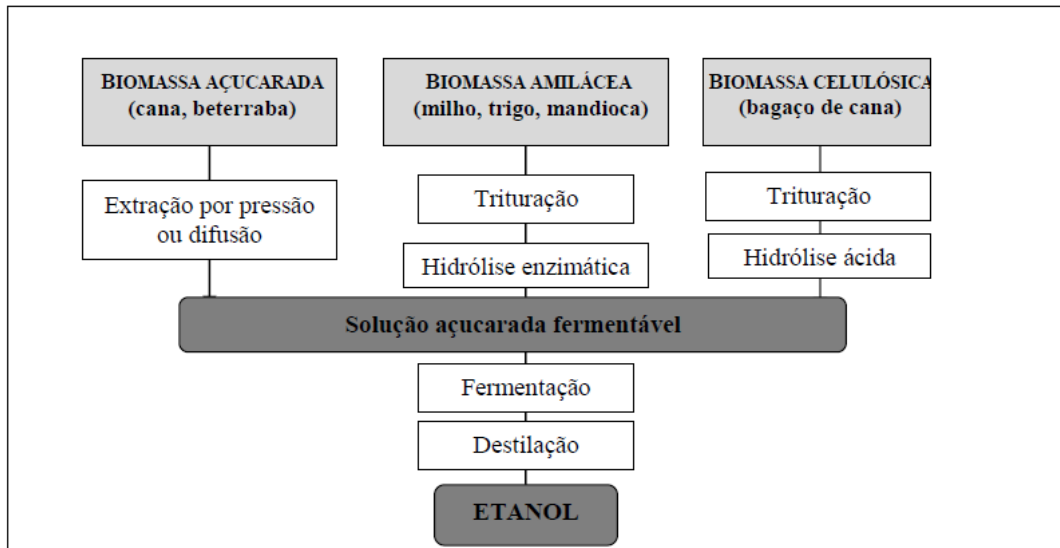


Figura 1 - Diferentes rotas tecnológicas para a produção do etanol.

Fonte: BNDES; CGEE (2008).

No processo de fermentação, o mosto de levedura sofre desidratação tornando-se levedura seca, que é um produto rico em proteína, também destinado à ração animal. Outro resíduo resultante no sistema de produção de etanol a partir da cana-de-açúcar é a torta de filtro, sendo utilizado como fertilizante em lavouras e na alimentação animal, pelo fato da grande disponibilidade de minerais, e matéria orgânica, principalmente proteínas e lipídeos. Este subproduto é obtido através de uma clarificação do caldo, após passar pela filtração mecânica (ALCARDE, 2007).

O bagaço de cana-de-açúcar e a palha de milho pertencem ao grupo das matérias celulósicas, os quais são aquelas que contêm em sua composição celulose e hemicelulose. Estas matérias-primas necessitam de um tratamento para transformarem estes carboidratos estruturais em açúcar simples, em um processo mais complexo que o executado para o amido. Nesse processo, é separado as frações de difícil fermentação (lenta): celulose, hemicelulose e lignina. A fração hemicelulósica é diretamente fermentável, através das leveduras fermentadoras de pentose. Porém, a fração celulósica, ou seja, de lenta fermentação passa por uma hidrólise química e/ou enzimática para ser utilizada como substrato de fermentação (CASTRO, 2011).

Os materiais amiláceos utilizados como substrato de fermentação na produção de etanol requerem um processo de cozimento para diluição e gelatinização do amido, logo após, da sacarificação ou hidrólise, no qual o amido é transformado em açúcares fermentáveis (Figura 2). A hidrólise pode ser através da maltagem, por adições de enzimas, ou pela ação de ácidos (MACHADO; ABREU, 2006).

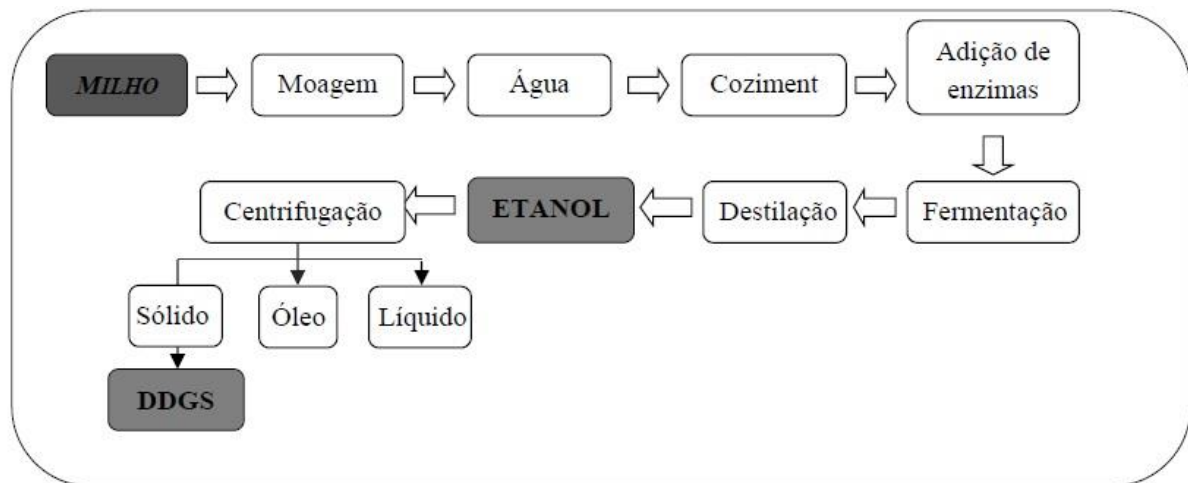


Figura 2. Processamento do etanol de milho e seus coprodutos por meio da moagem seca
Fonte: SILVA (2015).

Durante a produção de etanol a partir dos grãos de cereais, o principal resíduo deste procedimento é o grão seco de destilaria com solúveis (GSDS), na qual sua produção corresponde à 30% do cereal utilizado como matéria-prima. Com o aumento mundial da produção de etanol a partir dos grãos de cereais (principalmente o grão de milho) nos EUA, a oferta de GSDS aumentará proporcionalmente ao uso dos cereais na produção de etanol (PENZ JÚNIOR; GIANFELICE, 2008).

No Brasil, a indústria de etanol proveniente da cana-de-açúcar atualmente se encontra bastante estável na região Sudeste, porém, novas tecnologias vêm sendo desenvolvidas e aprimoradas na produção de etanol a partir de cereais, gerando um co-produto de interesse na nutrição de animais, o GSDS. Com a perspectiva do aumento do uso de etanol como fonte de energia renovável, a oferta de GSDS tende a aumentar, porém é restrita às usinas que utilizam esta tecnologia e deve considerar também o custo de transporte (KRABBE; SUREK, 2013).

No processo da indústria de etanol a partir do grão de milho, existem basicamente dois processos: moagem úmida ou moagem seca. Durante a moagem úmida, o grão é dividido em amido, gérmen e fibra, gerando diversos sub-produtos. No processo de moagem seca existem seis etapas: moagem; cozimento com água; adição de enzimas que hidrolisam o amido em glicose; fermentação, na qual esses açúcares são convertidos em álcool, e a destilação. Os

resíduos desse processamento são centrifugados e separados em frações: líquido, conhecido como vinhaça e utilizado como adubo orgânico, óleo de milho e o GSDS (KIM; DALE, 2005).

Os sub-produtos formados através da produção de etanol de milho podem ser amplamente utilizados como fontes de proteínas e energia para ruminantes, como descrito na tabela 1, nos quais incluem os grãos secos de destilaria com solúveis (GSDS), grãos de destiladores secos com mais solúveis (GSDMS), grãos úmidos de destilaria com solúveis (GUDS) e condensadores de destilaria solúveis (CDS), desta maneira a grande maioria dos grãos de cereais utilizados na produção de etanol incluem solúveis (VASCONCELOS; GALYEAN, 2007; GREG; VERN, 2014).

Tabela 1. Composição nutricional de sub-produtos de etanol.

Nutriente	Grão seco de destilaria com mais solúveis	Grão seco modificado de destilaria com solúveis	Grão úmido de destilaria com solúveis	Condensadores de destilaria solúveis
MS %	90	50	35	30-50
Base na MS				
NDT%	86-88	87-95	88-98	75-110
PB%	30-32	30-32	30-32	20-30
EE%	7.5-9.0	7.5-9.0	7.5-9.0	9.0-25.0

Fonte: GREG, VERN, (2014).

2.2 GRÃO SECO DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS (GSDS)

Por constituir sub-produto de baixo custo, que pode ser 48,58% mais barato do que o farelo de soja, tomando por base uma unidade de proteína (BUCHHEIT, 2002), e sua composição nutricional, o GSDS passou a ser de grande importância na inclusão em dietas para várias espécies animais, em substituição parcial ao grão de milho e ao farelo de soja nos Estados Unidos (LUMPKINS; BATAL; DALE, 2005). A indústria de carne bovina americana utiliza o GSDS por décadas, sendo amplamente estudado com diversas pesquisas para avaliar seu uso na alimentação dos ruminantes (U.S. GRAINS COUNCIL, 2012).

Na nutrição animal, a proteína consiste no ingrediente mais caro da dieta e a economia na produção de modo geral é, portanto, inteiramente dependente da sua eficiência de

utilização, assim, foi aumentando a busca por alimentos alternativos com teores elevados de proteína bruta (RIGUEIRA, 2007).

Porém, um desafio para o uso de GSDS no Brasil é determinar o teor de nutrientes presentes neste alimento pouco conhecido pelos produtores de animais ruminantes e monogástricos. Assim como acontece com outros sub-produtos, as concentrações de nutrientes podem variar muito no GSDS (TJARDES; WRIGH, 2002). A maior característica do GSDS é o alto teor de proteína bruta, de 27 a 30% (STEIN; SHURSON, 2009), dos aminoácidos essenciais, sendo que entre os aminoácidos essenciais lisina é a mais afetada. Alguns trabalhos mostram que existe correlação entre a intensidade de cor do GSDS e a composição de alguns aminoácidos. GSDS com coloração mais escura apresentam valores menores de lisina, devido aos métodos incorretos de processamento, como temperatura, tempo de secagem ou ambos, e a intensidade mais clara apresentam maior conteúdo de aminoácidos, como ilustra a Figura 2. (FASTINGER; MAHAN 2006).

De acordo com Spiehs, Whitnes e Shurson (2002), a partir de estudos com 118 amostras de GSDS de milho, encontram valores médios de proteína bruta (PB) de 30,2%, extrato etéreo (EE) de 10,9%, matéria mineral (MN) de 5,8%, fibra em detergente ácido (FDA) de 16,2% e fibra em detergente neutro (FDN) de 42,1%. Quanto às fibras, o GSDS apresenta maiores valores em FDN relacionado com FDA, portanto se caracteriza com um resíduo de altas concentrações de hemicelulose.



Figura 3 - Variação de cor do grão seco de destilaria com solúveis - GSDS.

Fonte: Brito (2008).

Durante a fermentação para conversão do grão de milho em etanol, os nutrientes tornam-se mais concentrados, assim o GSDS contém de três a quatro vezes mais proteína, fósforo e fibra comparado ao grão de milho. O GSDS é uma fonte nutricional rica em vitamina A, colina, niacina e fósforo, que é altamente biodisponível. Desse modo, a composição química do GSDS pode variar de acordo com as fontes e a qualidade dos grãos utilizados para produção de etanol (LIM; YILDIRIM-AKSOY, 2008; LIM; LI; KLESIUS, 2011).

2.3 USO DO GSDS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Nos últimos anos, várias são as pesquisas na nutrição em animais de produção, e os avanços destes estudos, têm aumentado a eficiência e reduzido os custos de produção, o que é desejável. Vários são os sub-produtos utilizados para este fim, como a uréia, farelo de soja, farelo de algodão, grão de destilaria da indústria de bebidas alcoólicas, entre outros. Elevar a proteína dos suplementos é mais caro que elevar energia, por este fato buscar alternativas baratas viabiliza a produção (BUOSI; DIAN, 2014).

A composição dos GSDS tem sido de grande relevância para os pesquisadores da área de ciências animais, produtores de etanol, e especialmente as pessoas da indústria de alimentação animal, sendo mais vendido na alimentação de ruminantes, em que se tornou um ingrediente econômico e também amplamente utilizado em suínos e aves. A partir da análise composicional do GSDS nota-se uma concentração no valor nutricional, como a energia líquida, nutrientes digestíveis, aminoácidos, minerais e com alta digestibilidade (STEIN et al., 2006).

Além disto, estudos comprovam que o uso de dietas contendo GSDS reduz a ocorrência de acidose em bovinos confinados alimentados com dieta contendo alto grãos. Como o teor de amido de GSDS é baixo (2 à 5%) e a fibra, proteína e a gordura são elevados, a quantidade de forragem da dieta pode ser reduzida quando as dietas contêm mais de 20% de GSDS na matéria seca (KLOPFENSTEIN; ERICKSON; BREMER, 2008).

Por outro lado, o excesso de proteína em uma dieta, resulta em alterações de ureia na urina, aumentando o gasto energético do animal para a síntese e a excreção de ureia, além de aumentar a contaminação ambiental e causar desperdício econômico (FILHO; CHIZZOTI, 2010).

2.4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE NUTRICIONAL DOS ALIMENTOS

Como todo co-produtos utilizados na alimentação animal, estes devem ser analisado quanto à sua composição química, para determinar se o material tem ou não condições para ser disponibilizado para o uso, assim, é importante avaliar e quantificar esse potencial, uma vez que os nutrientes como proteína, carboidratos, fibras e minerais são vitais para o animal, especialmente para os ruminantes (BARCELOS et al., 2002).

A avaliação dos alimentos tem importância nutricional, econômica e social, uma vez que é uma ferramenta imprescindível para otimizar o desempenho animal. Com isso os custos de produção reduzem significativamente, e também pode contribuir para a redução de impactos sobre o ambiente (LEMOS, 2011).

A nutrição animal é a base para a produção animal, a qual depende sobre tudo de quatro fatores: composição, digestibilidade, exigências nutricionais e a quantidade de nutrientes ingeridos pelo animal (NOLLER; NASCIMENTO; QUEIROZ, 1996). Para determinar a qualidade de um alimento, muitos métodos estimam a digestibilidade e o consumo, os quais são parâmetros importantes para predizer o valor nutritivo dos alimentos (BERCHIELLI; ANDRADE; FURLAN, 2000).

Em 1864, cientistas alemães desenvolveram um método de grande avanço na nutrição animal, o método de Weende proposto por Henneberg. Constitui-se na divisão dos alimentos em seis frações: matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, fibra bruta, extrato não nitrogenado e cinzas (ARAÚJO; DEMINICIS; OLIVEIRA, 2008). Porém, esse método não foi totalmente satisfatório em relação à análise da fibra bruta, a qual é composta de celulose e lignina insolúvel. O extrato não nitrogenado (ENN), calculado por diferenças, fica sujeito a erros que são cometidos nas demais análises, e conseqüentemente não representa muito bem a fração de carboidratos solúveis (RODRIGUES, 2010).

Assim, através deste equívoco na determinação da fibra, um novo método foi desenvolvido. Van Soest, no ano de 1965, propôs um método que propõe uma divisão dos constituintes das plantas em conteúdo celular (lipídios, compostos nitrogenados, gordura, amido e outros compostos solúveis em água) e parede celular (proteína insolúvel, hemicelulose, celulose e lignina), sendo este o principal diferencial em relação ao método de Weende com relação à análise de fibra. Van Soest ainda identificou os constituintes vegetais

em parede celular e constituintes vegetais, obtendo-se a fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose e lignina (VAN SOEST, 1994).

Segundo Macedo Júnior et al. (2007), a FDN é caracterizada como uma medida da fibra insolúvel do alimento e é o parâmetro mais utilizado para o balanceamento de dietas devido a interferência na qualidade da mesma, uma vez que existe uma razão entre a quantidade de FDN e o consumo dos animais. O consumo e a digestibilidade são as principais variáveis (fatores) relacionadas à nutrição animal em vários sistemas de formulação de dietas para ruminantes. A medida desses fatores é de grande importância, pois existe alta correlação da taxa de ingestão de matéria seca (MS) com a digestão e eficiência na absorção dos nutrientes.

As pesquisas atuais têm como objetivo relacionar o conteúdo de nutrientes dos alimentos com seu aproveitamento digestivo e metabólico, para isso existem os sistemas de avaliação de alimentos que fornece suporte para a formulação de rações e que sugerem que os alimentos utilizados sejam fracionados para melhor caracterização. Os carboidratos são fracionados em componentes A (açúcares solúveis com rápida degradação ruminal), B1 (amido e pectina), B2 (correspondente à fibra potencialmente degradável com taxa de degradação mais lenta) e C, que apresenta característica de indigestibilidade. Este subfracionamento foi descrito por Sniffen et al. (1992).

A partir da publicação do NRC (2001), passou-se também a estimar os nutrientes digestíveis totais da dieta a partir de sua composição químico-bromatológica, adotando-se uma série de equações em que as frações digestíveis dos nutrientes, as quais são obtidas separadamente e em seguida, somadas.

A equação das frações de proteínas e carboidratos dos alimentos é um aspecto importante, uma vez que o padrão de consumo alimentar e, conseqüentemente, o desempenho de animais fistulados utilizados em ensaios de digestibilidade não representa de forma similar e precisa os animais que são utilizados na determinação das exigências em ambientes controlados e/ou de desafio (VALADARES FILHO et al., 2005).

2.5 DIGESTIBILIDADE *IN VITRO*

A informação da qualidade do alimento consumido pelo animal é dada por meio da digestibilidade, que é a relação entre a quantidade da fração ingerida do alimento e o que é excretado. Os coeficientes de digestibilidade podem ser estabelecidos para a MS, energia ou

para cada componente, tais como PB, EE, ENN, FB ou FDA e FDN, seus valores são expressos em percentagem (SALMAN et al., 2010).

Por serem realizados no próprio animal, os experimentos *in vivo* são considerados os mais confiáveis, porém apresenta certas desvantagens, como requerimento de grandes quantidades de alimentos, número alto de repetições e o elevado custo das técnicas de digestibilidade, devido a estes fatores, tem-se aumentado a procura por métodos *in vitro* (PIRES et al., 2006).

Várias são as vantagens na utilização da técnica *in vitro*, para a determinação da digestibilidade dos alimentos, as quais inclui uniformidade físico-química do local de fermentação e na conveniência de se manter poucos animais fistulados (ALCARDE et al. 2001). Nesta técnica também propiciam a avaliação da digestibilidade a curto prazo, confiável, baixo custo, e ser aplicável a uma ampla variedade de alimentos (CALSAMIGLIA; STERN, 1995).

Entre os métodos de determinação da digestibilidade, a técnica de fermentação ruminal *in vitro* tem como finalidade, reproduzir certas condições próprias do rúmen-retículo, com base em simulações dos processos de digestibilidade que ocorrem no organismo animal. Sua utilização tem sido comumente utilizada como predição dos dados da digestibilidade *in vivo*. A forma mais comum, aqueles que apresentam um tempo de fermentação de 24 ou 48 horas. Visando o mesmo objetivo, o de melhor reproduzir as condições do rumén-retículo, isto é: pH de 6,9, poder tampão, temperatura de 39°C, anaerobiose, presença de microrganismos próprios. O método que mais se destaca é o de Tilley e Terry (ANDRIGUETO, 2002).

Para simular a digestibilidade é necessário considerar toda a atividade enzimática no trato digestivo, que pode ter grande impacto na digestão total, e ser um obstáculo na execução do método em plena concordância com a digestibilidade real dos animais. Diversos estímulos podem alterar a capacidade de digestão, como por exemplo, regime alimentação, doenças, genética entre outros. Assim, as enzimas gástricas deverão se adaptar a qualquer situação. Impondo ao método reproduzido a máxima “versatilidade” possível, sem perder a eficiência (PESSOA, 2016).

2.6 PARÂMETROS DA FERMENTAÇÃO MICROBIANA

Os ruminantes devem oferecer condições fisiológicas adequadas para os microrganismos ruminais que são mantidas pelo próprio hospedeiro ou que devem ser mantidas no ambiente artificial, como por exemplo a técnica *in vitro*, tendo como as principais características a manutenção do pH, temperatura, anaerobiose, umidade ideais ao crescimento microbiano e substrato para fermentação, visando uma melhor eficiência na degradação (OLIVEIRA; SANTANA NETO; VALENÇA, 2013; VALADARES FILHO; PINA, 2011).

Estudos realizados *in vitro* e *in vivo* por Maeda et al. (2011), relataram que pH do líquido ruminal abaixo de 6,0, podem inibir as bactérias fermentadoras de celulose e diminuir de forma significativa a eficiência de síntese de proteína bruta (PB), uma vez que o pH ideal está próximo de 7,0, podendo ocorrer uma variação entre 5,5 à 7,2 ao longo do dia. Para os ruminantes, a saliva é um meio de manter o pH do rúmen em níveis adequados (FURLAN; MACARY; FARIA NETO, 2011).

Nos estudos *in vivo* o pH ruminal e a concentração de amônia variam com o tempo após a alimentação e com o tipo de dieta fornecida. Quando a dieta possui um maior teor de carboidratos não estruturais, tendem a diminuir o pH e de outra forma, maiores teores de nitrogênio (N) não protéico ou proteínas solúveis tendem a aumentar o teor de amônia e aminoácidos no fluído ruminal (RUSSEL et al., 1992).

De acordo com o Ribeiro et al., (2001) a quantidade de amônia disponível no líquido ruminal é de suma importância para o desenvolvimento da flora microbiana no rúmen, uma vez que a amônia é utilizada pelos microrganismos para síntese microbiana. As bactérias fermentadoras de carboidrato fibrosos utilizam a amônia presente no rúmen como principal fonte de N (nitrogênio) para síntese de proteína.

Normalmente, a concentração de amônia ruminal varia com o tempo decorrido da alimentação, ou seja, lag time – tempo de colonização, o local de amostragem no rúmen, o balanço entre proteína e energia na dieta, solubilidade e o nível de proteína da ração (EARDMAN et al., 1986). A concentração de amônia no líquido ruminal representa o equilíbrio entre a produção, utilização pelos microrganismos e a absorção pela parede ruminal (PARSONS et al., 2008).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrárias e Humanas de Pontes e Lacerda no setor de Metabolismo Animal e no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal (LAANA) pertencente à Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT.

O grão seco de destilaria com solúveis (GSDS) foi obtido de uma usina de etanol flex de açúcar e álcool (USIMAT FLEX) localizada no município de Campos de Júlio – MT a aproximadamente 250 km do *Campus* Universitário de Pontes e Lacerda – UNEMAT e 450 km de Cuiabá – MT.

No ensaio de digestibilidade *in vitro* (DIV) dos nutrientes foram avaliados os diferentes alimentos e as rações experimentais contendo diferentes níveis de GSDS (0%; 8%; 16% e 24% na MS) constituídas pelo grão de milho moído, farelo de soja e silagem de milho, balanceada para atender a exigência de ovinos seguindo o NRC (2007) com relação de 65% volumoso e 35% concentrado.

A composição bromatológica dos alimentos está demonstrada na Tabela 1. As rações experimentais foram balanceadas para apresentarem 13,5% de proteína bruta - PB (isoprotéica) e 68,5% de nutrientes digestíveis totais – NDT (isoenergética) de acordo com o NRC (2007) como demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição bromatológica dos alimentos experimentais que serão utilizados na formulação das rações experimentais que irão conter níveis de inclusão do grão seco de destilaria com solúveis (GSDS) avaliadas no processo de determinação do coeficiente de digestibilidade *in vitro* (CDIV) dos nutrientes.

Alimentos	% de nutrientes expressos na MS								
	%MS	MO	PB	EE	FDN	FDA	CHT	CNF	NDT
SM	29,33	93,36	7,54	3,59	54,38	28,58	82,23	27,85	61,30
GM	90,99	97,38	9,20	5,85	14,05	6,47	82,33	68,28	86,03
FS	91,29	92,69	49,26	2,19	15,37	10,97	41,24	25,87	80,73
GSDS	90,04	98,00	34,41	4,47	48,80	15,37	59,11	10,31	78,50

Fonte: Elaborada pelo autor.

SM: silagem de milho; GM: grão de milho moído; FS: farelo de soja; GSDS: grão seco de destilaria com solúveis; 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.

Foram utilizados dois ovinos sem raça definida, machos e castrados com peso corporal médio de 26 kg como doadores de inóculo (líquido ruminal para avaliação do coeficiente de digestibilidade *in vitro* - CDIV dos nutrientes).

Os cordeiros foram mantidos em gaiolas de metabolismo, cobertas, de piso ripado, com livre acesso a água potável e alimentados duas vezes ao dia (08:00h e 16:00h) com ração contendo relação volumoso:concentrado de 65:35.

Tabela 3 - Composição percentual e bromatológica das rações experimentais contendo os níveis de inclusão do grão seco de destilaria com solúveis (GSDS) avaliadas para a obtenção do coeficiente de digestibilidade *in vitro* (CDIV) dos nutrientes.

Alimentos	Rações experimentais			
	0%	8%	16%	24%
Composição percentual				
Silagem de milho	65,0	65,0	65,0	65,0
Grão de milho moído	21,5	18,0	14,5	11,0
Farelo de soja	13,5	9,0	4,5	0,0
GSDS	0,0	8,0	16,0	24,0
Total	100	100	100	100
Composição bromatológica				
Matéria seca %	50,95	50,86	50,77	50,69
Matéria orgânica) %	94,13	94,39	94,66	94,92
Proteína bruta %	13,53	13,74	13,96	14,17
Extrato etéreo %	3,89	3,94	4,00	4,05
Fibra em detergente neutro %	40,44	43,16	45,88	48,61
Fibra em detergente ácido %	21,45	21,96	22,47	22,98
Carboidratos totais %	76,72	76,71	76,70	76,69
Carboidratos não fibrosos %	36,27	33,55	30,82	28,06
Nutrientes digestíveis totais %	69,24	68,88	68,51	68,15

Fonte: Elaborada pelo autor.

A digestibilidade *in vitro* dos nutrientes para os diferentes alimentos e rações experimentais foram determinadas de acordo com a técnica de 1 estágio segundo Baumgardt (1962) citado e descrito por Silva e Queiroz (2002), adaptada para um estágio de 24 horas de fermentação de acordo Smith et al (2010). As incubações foram realizadas em triplicata.

O líquido ruminal dos ovinos foi coletado no período da manhã, duas horas após a alimentação matinal, de forma a obter uma população microbiana adequada às rações experimentais e um mínimo de partículas alimentares por meio de bomba de sucção a vácuo, sendo acondicionado em garrafa térmica mantendo assim a temperatura (39° C) de acordo com Geron et al. (2014).

Depois de coletado, o líquido ruminal foi levado rapidamente ao Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal (LAANA) para os procedimentos posteriores. Foi

mensurado o valor do pH líquido de rúmen (inóculo) e em seguida o mesmo foi misturado à saliva artificial em um pipetador automático, mantido em anaerobiose e temperatura de 39° C até o momento da adição aos tubos de digestibilidade contendo amostra dos diferentes alimentos e das rações experimentais.

As diferentes fontes de alimentos e as rações experimentais foram incubadas três vezes para retirar o efeito do dia tanto para as amostras incubadas com o inóculo líquido ruminal e a solução tampão (saliva artificial). A cada tubo contendo as diferentes fontes de alimentos e as rações experimentais foi adicionado 50 mL da mistura (37,5 mL da saliva artificial e 12,5 mL do líquido ruminal), e logo em seguida foi acrescentado CO₂ e fechado imediatamente com rolhas equipadas com válvulas de Bunsen e foram incubados em banho-maria metabólico, com agitação constante, a 39° C, e agitados manual e suavemente a cada duas horas de forma a permitir a saída dos gases formados.

Três tubos contendo apenas inóculo e saliva artificial foram incubados em cada corrida para servirem como branco e três tubos contendo somente a silagem de milho (*Zea mais* L) como forragem índice (SMITH et al., 2010).

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) e o conteúdo fermentado *in vitro* retido nos filtros foi colocado 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 (conteúdo) que passou pelo filtro (material filtrante) foi armazenado para posterior análise do teor de nitrogênio amoniacal (N-NH₃).

O coeficiente de digestibilidade *in vitro* (CDIV) dos nutrientes dos alimentos e das rações com diferentes níveis de GSDS foi determinado pela seguinte fórmula: CDIV do nutriente = peso amostra (g do nutriente) – [peso resíduo (g nutriente) – peso branco (g nutriente)]./ peso amostra (g nutriente) X 100 (SILVA; QUEIROZ, 2002).

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 recebeu 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-NH₃) 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 das rações experimentais e dos alimentos após digestão *in vitro* foram processadas em moínho tipo Willey dotado com peneira de malha de 1 mm e acondicionadas em potes plásticos, previamente identificados para posteriores análises de laboratório.

Os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) extrato etéreo (EE) dos alimentos e demais amostras seguiram as recomendações de Silva e Queiroz (2002). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) dos alimentos e das amostras da digestão *in vitro* seguiram as recomendações de Van Soest et al. (1991).

O delineamento experimental empregado para avaliação do CDIV dos nutrientes foi um modelo inteiramente casualizado, com quatro níveis de inclusão do GSDS para avaliação do CDIV dos nutrientes, valor de pH e concentração de nitrogênio amoniacal após 24 horas de fermentação das diferentes rações experimentais contendo os níveis de GSDS. As análises estatísticas das variáveis estudadas para o ensaio de CDIV dos nutrientes foram interpretadas no Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG) por meio de análise de variância (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 2007). As diferenças obtidas para as variáveis estudadas dos diferentes níveis de inclusão do GSDS foram avaliados por meio de regressão a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes de digestibilidade *in vitro* (CDIV) dos nutrientes do GSDS não diferiu ($p>0,05$) em relação aos demais alimentos utilizados nas formulações das rações experimentais (Tabela 3). Porém, foi observado que o CDIV da MS do GSDS (63,34%) foi 14% menor em relação ao FS (73,84%).

Em estudo realizado por Duque et al. (2011), para avaliar diferentes fontes proteicas (farelo de soja e farelo de algodão), demonstrou que o CDIV da MS foi de 90,10% e 59,40%, respectivamente. Provavelmente, a diferença observada para o CDIV da MS do FS entre os estudos pode ser devido aos procedimentos (técnicas), para um período de fermentação de 24 horas, os autores utilizaram o procedimento de Tilley e Terry (1963) com incubação de 48 horas.

Tabela 4 - Coeficiente de digestibilidade *in vitro* (CDIV) e parâmetros da fermentação *in vitro* do grão seco de destilaria com solúveis (GSDS) e demais alimentos (silagem de milho – SM; grão de milho moído – GM e farelo de soja – FS) utilizados na formulação das rações experimentais.

Variáveis	Alimentos experimentais				CV (%)*
	SM	MG	FS	GSDS	
<i>Coeficiente de digestibilidade in vitro</i>					
CDIV MS	64,78 a	74,78 a	73,84 a	63,34 a	13,96
CDIV MO	61,22 a	70,07 a	67,14 a	64,50 a	15,39
CDIV PB	74,51 a	79,01 a	82,10 a	70,66 a	13,05
CDIV FDN	60,37 a	61,17 a	41,50 a	52,60 a	21,27
CDIV FDA	51,96 a	42,73 a	37,13 a	46,12 a	35,29
<i>Parâmetros da fermentação in vitro</i>					
pH do CF in vitro	7,33 a	7,27 a	7,57 a	7,51 a	1,98
N-NH ₃ do CF in vitro	40,60 a	37,10 a	57,49 a	41,48 a	57,87

*Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey com nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Além disso, a menor digestão *in vitro* da MS do GSDS do presente estudo e do CDIV do farelo de algodão, em relação ao FS provavelmente está correlacionado com os maiores teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e menor teor de carboidratos não fibrosos (CNF) destes alimentos em relação ao farelo de soja.

No trabalho de Thulasiraman et al. (2015), a composição química e a digestibilidade *in vitro* obtida do GSDS demonstraram que o CDIV da MS do GSDS foi de 52,0%, valor este inferior ao obtido no presente estudo.

De acordo com Oliveira (2016), o GSDS apresentou um coeficiente de digestibilidade aparente (*in vivo*) da PB de 94,8%, valor superior ao observado no presente estudo (*in vitro*) de 70,6% (Tabela 3). Provavelmente estas variações nos resultados podem estar correlacionados com o tipo de metodologia executada na análise, processamento e granulometria do GSDS, além da amplitude de variação na composição bromatológica deste alimento.

Entretanto, os resultados do CDIV da FDN e FDA do GSDS apresentaram um valor de 21% e 19%, respectivamente, superiores em relação ao FS. Este fato pode estar correlacionado com os maiores teores da fração B2 e C dos CHT (GERON et al., 2017) para o GSDS em relação ao FS (Tabela 3).

Os valores de pH e concentração do nitrogênio amoniacal (N-NH₃) do conteúdo fermentado para os diferentes alimentos avaliados após a incubação *in vitro* de 24 horas não apresentaram ($p > 0,05$) diferença com um valor médio de 7,41 e 44,17 mg N-NH₃ 100 mL⁻¹ de líquido ruminal, respectivamente.

Estudo realizado por Pecka-Kiełb et al. (2015), para avaliar a fermentação *in vitro* de grão seco com destilaria com solúveis e derivado do milho, demonstrou que o GSDS não alterou a metanogênese e a concentração de amônia durante a fermentação *in vitro* para o período de incubação de 8 e 24 horas. Com valor médio de 12,3 mg de N-NH₃ 100 mL⁻¹ do conteúdo fermentado por 24 horas e valor médio do pH de 6,65 para o conteúdo fermentado com GSDS.

Estudos realizados por Geron et al. (2014, 2015) para avaliar a CDIV da MS e parâmetros fermentativos de rações com níveis crescentes de concentrado e diferentes forrageiras, respectivamente, demonstrou que o valor médio do pH foi de 7,30, independentemente do nível de concentrado (20%, 40%, 60% e 80%) e da forrageira avaliada. Normalmente, nos estudos *in vivo* sobre os parâmetros ruminais observa-se menor valor de pH do líquido ruminal em relação ao estudo *in vitro*, este fato pode ser devido a dinâmica de absorção de ácidos graxos voláteis e nitrogênio amoniacal no rúmen, o que não ocorre nos estudos *in vitro*.

Contudo aos valores de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), apresentaram um valor médio de 44,17 mg N-NH₃ 100⁻¹ mL do conteúdo fermentado, valor superior encontrado no trabalho de Anschau (2016), entre níveis de GSDS de milho na dieta e o tempo de coleta sobre N-NH₃,

variaram de 12,43 a 18,51 mg 100⁻¹ mL de líquido ruminal. Para atingir o potencial máximo da síntese de proteína microbiana, os autores Mehrez, Orkov e McDonald (1977) preconizaram a concentração de 23 mg de N-NH₃ 100⁻¹ mL de conteúdo ruminal.

Silveira et al., (2006) ressaltaram que o tipo de dieta influencia indiretamente na concentração de amônia e aminoácidos no rúmen, alimentos contendo alto teor de nitrogênio não proteico (NNP) ou proteínas solúveis aumentam o teor de amônia e aminoácidos no líquido ruminal e/ou do conteúdo fermentado *in vitro*.

A inclusão de 0%; 8%; 16% e 24% de GSDS em rações formuladas para ovinos contendo 13,5% de PB; 68,5% de NDT e relação volumoso:concentrado de 65:35, não alterou ($p>0,05$) o CDIV da MS; MO; PB; FDN e FDA, com valores médios de 70,93%; 70,64%; 59,58%; 52,83% e 43,40%, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 5 - Coeficiente de digestibilidade *in vitro* (CDIV) e parâmetros da fermentação *in vitro* de rações para ovinos contendo níveis de 0%; 8%; 16% e 24% de inclusão do grão seco de destilaria com solúveis (GSDS).

Variáveis	Rações com níveis de inclusão de GSDS				Regres.	CV (%)
	0%	8%	16%	24%		
<i>Coeficiente de digestibilidade in vitro (CDIV)</i>						
CDIV MS	71,64	68,97	71,16	71,91	Y = 70,93	12,05
CDIV MO	70,83	68,89	71,89	70,94	Y = 70,64	14,47
CDIV PB	63,78	58,40	57,41	58,73	Y = 59,58	36,08
CDIV FDN	54,46	51,88	49,10	55,89	Y = 52,83	14,57
CDIV FDA	41,05	45,27	40,02	47,25	Y = 43,40	27,19
<i>Parâmetros da fermentação in vitro</i>						
pH do CF in vitro	7,39 ^a	7,34 ^a	7,50 ^a	7,43 ^a	Y = 7,41	2,16
N-NH ₃ do CF in vitro	36,14 ^a	37,36 ^a	47,21 ^a	30,01 ^a	Y = 37,68	47,51

MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CF: conteúdo fermentado *in vitro* e N-NH₃: nitrogênio amoniacal do líquido ruminal. CV: coeficiente de variação. Regres.: equações de regressão.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Pode ser observado que o CDIV da PB foi 7,9% menor para a ração com 24% de GSDS (58,73%) em relação a ração com 0% de GSDS (63,78%), esta variação pode estar correlacionada com a taxa de degradabilidade da PB do GSDS, o qual apresenta uma taxa de 47,04% de degradabilidade efetiva para a taxa de passagem de 0,05 h⁻¹ de acordo com Teixeira (2014) enquanto o FS apresenta uma degradabilidade efetiva de 74,23% a 0,05 h⁻¹. Desta maneira, a menor disponibilidade da PB do GSDS pode ter contribuído para esta variação no valor do CDIV da PB das rações experimentais.

Estes resultados sobre o CDIV dos nutrientes de rações balanceadas para ovinos contendo a inclusão de até 24% de GSDS indicam que o GSDS pode ser utilizado como alternativa em substituição a fonte tradicional de proteína (Farelo de soja) no balanceamento de rações, uma vez que a inclusão de 24% de GSDS na ração propiciou a inclusão de 0% de farelo de soja (Tabela 2).

A inclusão de 0%, 8%, 16% e 24% de GSDS nas rações experimentais não alteraram ($p>0,05$) o valor de pH do conteúdo fermentado na digestão *in vitro* para um período de 24 horas de fermentação. Este resultado é benéfico no ponto de vista de Hoover e Stokes (1991), no qual afirmaram que a redução de pH, diminui a digestão de proteína, celulose, hemicelulose e pectina. Estudo realizado por Santos (2006), utilizou rações contendo cana-de-açúcar fresca e silagem de cana-de-açúcar, em ensaios de digestibilidade *in vitro* e não encontrou diferenças nos valores de pH do líquido ruminal dos diferentes alimentos avaliados com valor médio de 6,35 e 6,34 respectivamente. Por outro lado Ladeira et al. (1999), trabalharam com níveis crescentes de concentrado *in vivo*, constataram que o aumento dos níveis de concentrado na ração, diminui o pH ruminal com variação de 5,51 à 6,83, porém não foi o caso deste presente estudo.

A inclusão de GSDS para os diferentes níveis não diferiu ($p>0,05$) a concentração de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$), entretanto apresentou valor médio de $37,68 \text{ mg } 100^{-1} \text{ mL}$ de $N-NH_3$, semelhante ao valor médio de $38,75 \text{ mg } 100^{-1} \text{ mL}$ de $N-NH_3$ do conteúdo fermentado para a forragem encontrado por Roberto et al. (2015), no qual avaliaram parâmetros fermentativos *in vitro* do capim marandú por 24 horas. De acordo com Zeoula et al. (2003), os valores obtidos manteve-se acima da faixa ótima de 19 e 23 para a atividade máxima fermentativa ruminal.

Experimento conduzido por Cardoso (2000), para determinar os efeitos de cinco níveis de concentrados na dieta sobre a eficiência de síntese microbiana demonstrou que não houve efeitos das rações sobre os fluxos de $N-NH_3$ do líquido ruminal, com valor médio de $17,56 \text{ mg } 100^{-1} \text{ mL}$. Contudo estudo realizado por Lima (2014), para avaliar os padrões de fermentação *in vitro* das dietas por um período de 24h de incubação indicou que a amônia apresentou interação significativa na análise de variância para os diferentes níveis de farelo de coco com baixo teor lipídico, sendo de 10%, 20% e 30%, com valor médio de 22, 18,50 e $17,05 \text{ mg } 100^{-1} \text{ mL}$ respectivamente.

A variação entre os resultados *in vivo* e *in vitro* foi explicada por Ezequiel, Soares e Seixas (2001) no qual o ritmo de degradação varia com o tipo de alimento e nas condições *in vivo*, grande parte do $N-NH_3$ é absorvida pela parede ruminal, tornando indisponível para os

microrganismos ao menos temporariamente a par do processo de reciclagem de N. Enquanto que nas condições *in vitro*, poder-se estar otimizando a disponibilidade de N-NH₃ durante grande parte do período de fermentação, o que maximizaria a digestão ruminal.

Estudo conduzido por Sampaio, Vieira e Brito (2000) demonstraram valores médios de concentração de N-NH₃ no líquido ruminal foram máximos durante as duas primeiras horas e variaram de 7,52 á 29,84 mg 100⁻¹ mL nas rações contendo farelo de algodão e uréia, respectivamente.

Segundo Detman et al. (2011), em seu estudo da dinâmica da degradação *in vitro* com forragem tropical de baixa qualidade em função da suplementação com compostos nitrogenados, verificou um aumento considerável da concentração de nitrogênio amoniacal, com valores médios de 4 a 5 mg/dL no meio de incubação de 0 à 96 horas

5 CONCLUSÕES

O grão seco de destilaria com solúveis apresentou um coeficiente de digestibilidade *in vitro* para matéria seca e proteína inferior ao da fonte tradicional de proteína bruta (farelo de soja). Contudo, a inclusão de até 24% de GSDS em rações balanceada para ovinos não altera o coeficiente de digestibilidade *in vitro* da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, podendo ser recomendado para a formulação de animais ruminantes.

REFERÊNCIAS

ALCARDE, 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**, v. 23, n. 34, p. 917-921, 2001.

ALCARDE, A. R. Processamento da cana-de-açúcar. **Agência EMBRAPA de informação tecnológica**. Brasília, 09 set. 2007.

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J. S.; SOUZA, G. A.; BONA FILHO, S. **Nutrição animal**. As bases e os fundamentos da nutrição animal. Os alimentos. São Paulo: Nobel, 2002. 395 p.

ANSCHAU, F. A.; ZAMBOM, M. A.; FACCENDA, A.; WERLE, C. H.; FORNARI, J. L. Utilização de distiller's dried grains with solubles (DDGS) de milho na alimentação de bovinos. In: II ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2, 2016, Cascavel-PR. **Anais...** Cascavel-PR: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2016. p. 1-5.

ARAÚJO, S. A. C.; DEMINICIS, B. B.; OLIVEIRA, V. C. Sistema CNCPS para avaliação da qualidade de forrageiras tropicais. **PUBVET**, v. 2, 2008. Disponível em: < <http://www.pubvet.com.br/material/Araujo165.pdf> >. Acesso em: 14 jan. 2017.

BARCELOS, A.F.; PAIVA, P.C. A.; PEREZ, J.R.O. et al. **Parâmetros Bromatológicos da casca e polpa desidratada de café (coffea arabica.)** armazenadas em diferentes períodos. **Ciências Agrotécnica**, Lavras, v. 26, n. 4, p.780-790, 2002.

BAUMGARDT, B.R., CASON, J.L.; TAYLOR, M. W. Evaluation of forages in the laboratory: I. Comparative accuracy of several methods. **Journal of Dairy Science**, v.45, n.1, p. 59-61, 1962.

BELYEA, R. L.; STEEVENS, B. J.; RESTREPO, R. R. CLUBB, A. P. Variation in composition of by-product feeds. **Journal Dairy Science**, v. 72, p. 2339-2345. 1989.

BERCHIELLI, T. T.; ANDRADE, P.; FURLAN, C. L. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 3, p. 830-833, 2000.

BORTOLETO, A. M.; ALCARDE, A. R. Dominantes nos EUA, etanol de milho é opção no Brasil para safra excedente. **Revista Visão Agrícola**, n.13, p. 135-137, 2015.

BRITO, C. Uso do GSDS, um subproduto na produção do etanol, na alimentação de monogástricos. Artigo técnico. **Poli-Nutri alimentos**. 2008. Disponível em: <<http://www.polinutri.com.br/upload/artigo/192.pdf>>. Acesso em: 07 nov. 2016.

BNDES, CGEE. **Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável**. Organização BNDES e CGEE. Rio de Janeiro, 2008. 316 p.

BUCHHEIT, J. K. Distiller's dried grains with solubles. Rural Enterprise and Alternative Agriculture Development Initiative Report. **Office of Economic and Regional Development**. Southern Illinois University, n. 11. Carbondale, Illinois, USA. 2002.

BUOSI, J. P.; DIAN, P. H. M. Grãos secos de destilaria com solúveis na alimentação de ruminantes. **Boletim técnico 11**. Universidade Camilo Castelo Branco, Departamento de Produção Animal. Descalvado-SP. 2014.

CALSAMIGLIA, S.; STERN, M.D. A three-step *in vitro* procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 5, p.1459-1465, 1995.

CARDOSO, R. C.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; PAULINO, S. M. F.; VALADARES, R. F. D.; CECON, P. R.; COSTA, M. A. L.; OLIVEIRA, R. V. Síntese microbiana, pH e concentração de amônia ruminal e balanço de compostos nitrogenados em novilhos F₁ Limousin x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6. p. 1844-1842, set. 2000.

CARVALHO, E. M. **Caracterização de alimentos para ruminantes segundo o Cornell net carbohydrate and protein system – CNCPS com adaptações**. 2012. 199 p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Programa de pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

CASTRO, H. F. **Indústria Alcooleira**. Processos químicos industriais 2. Apostila 2. Universidade de São Paulo. 2011. Disponível em: <<http://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5840556/434/acucar.pdf>>. Acesso em: 27 de dezembro. 2016.

CUNHA, R. A. P. **O etanol como commodity energética no terceiro milênio**. 2011. 64 p. Dissertação (Mestrado em Economia). Centro de ciências sociais aplicadas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

DETMANN, E.; QUEIROZ, A. C.; ZORZI, K.; MANTOVANI, H. C.; BAYÃO, G. F. V.; GOMES, M. P. C. Degradação *in vitro* da fibra em detergente neutro de forragem tropical de baixa qualidade em função da suplementação com proteína verdadeira e/ou nitrogênio não proteico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 6, p. 1272-1279, 2011.

DUQUE, A. C. A.; LOPES, F. C. F.; DORNELLAS, R. A. C.; PORTUGAL, J. A. B.; VERNEQUE, R. S.; OLIVEIRA, J. S.; AZAMBUJA, A. A. Digestibilidade da matéria seca de alimentos volumosos e concentrados, determinada por diferentes procedimentos *in vitro*. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. Salvador, v.12, n. 03, p. 680-690. 2011.

EARDMAN, R.A., PROCTOR, G.H., VANDERSALL, J.H. Effect of rumen ammonia concentration on "in situ" rate and extent of digestion of foodstuffs. **Journal. Dairy Science**. n. 29. v. 9. p. 2312-2320. 1986.

EZEQUIEL, J. M. B.; SOARES, W. V. B.; SEIXAS, J. R. C. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca, nitrogênio e fibra em detergente ácido de dietas completas contendo farelo de algodão uréia ou amiréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**. São Paulo. v. 30, n.1, p. 236-241. 2001.

FASTINGER, N. D.; MAHAN. D. C. Determination of the ileal amino acid and energy digestibilities of corn distillers dried grains with solubles using grower-finisher pigs. **Journal of Animal Science**. v. 84 p. 1722-1728, 2006.

FIALHO, E. T.; SILVA H. O.; ZANGERONIMO M. G.; AMARAL N. O.; RODRIGUES P. B.; CANTARELLI V. S. Alimentos Alternativos para Suínos. **Lavras: Editora UFLA/FAEPE**. p. 232, 2009.

FILHO, S. C. V.; CHIZZOTI, M. L. Exigências nutricionais de bovinos de corte. In: PIRES, A.V. **Bovinocultura de Corte**. Piracicaba: FEALQ, v.2. p.203-216, 2010.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D. E. Anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal. **Nutrição de ruminantes**. 2 ed. Jaboticabal: Funep: editorial, 2011. p. 1-25.

GERON, L. J. V. **caracterização química, digestibilidade, fermentação ruminal e produção de leite em vacas alimentadas com resíduo de cervejaria nas rações**. 2006. 116 p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Centro de ciências agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

GERON, L. J. V.; MACHADO, R. J. T.; GARCIA, J.; PACHECO, R.; RIBEIRO, M. G.; TAVARES, S. A.; SILVA, M. I.; CRISTO, R. L.; OLIVEIRA, E. B. Coeficiente de

digestibilidade *in vitro* da matéria seca e parâmetros fermentativos de rações com níveis crescentes de concentrado. **Revista de Ciências Agroambientais**. Alta floresta-MT, v. 12, n. 01, p. 7-16. 2014.

GERON, L. J. V.; RIBEIRO, M. G.; AGUIAR, S. C.; PIERANGELI, M. A. P.; SILVA, A. P. SILVEIRA, R. Digestibilidade da matéria seca e parâmetros da fermentação *in vitro* de plantas forrageiras. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 20, supl.1, p. 38-49, 2015.

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. Characterization of dry grain distillers with solubles (Zea mays) according cornell net carbohydrate and protein system and *in vitro* digestibility of nutrients. **Semina. Ciências Agrárias**, Londrina. v. 38. n. 4, p. 2560-2572, 2017.

GREG, L.; VERN, A. **Feeding coproducts of the ethanol industry to beef cattle**. North Dakota State University. North Dakota. 2014. Disponível em: <<https://www.ag.ndsu.edu/pubs/ansci/beef/as1242.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2017.

GOBBO, S. P. **Comparações entre procedimentos laboratoriais das técnicas de produção de gases e incorporação de radiofósforo pelos microrganismos na avaliação *in vitro* de alimentos para ruminantes**. 2001. 60 p. Dissertação (Mestrado em Ciências). Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

GURGEL, A. C. Impactos da política americana de estímulo aos biocombustíveis sobre a produção agropecuária e o uso da terra. **Revista de economia e sociologia rural**. Piracicaba-SP. v. 49, n. 01, p. 181-214. 2011.

HOOVER, W. H.; STOKES, S. R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal Dairy Science**. v. 74, p. 3630-3644, 1991.

KIM S., DALE, B.E. Global potential bioethanol production from wasted crops and crop residues. **Biomass and Bioenergy, El Sevier**. Michigan-USA, v. 26, p. 364-372, 2003.

KIM, S.; DALE, B.E. Environmental aspects of ethanol derived from no-tilled corn grain: nonrenewable energy consumption and greenhouse gas emissions. **Biomass and Bioenergy**. Michigan-USA. v. 28, p. 475-489, 2005.

KLOPFENSTEIN, T. J.; ERICKSON, G. E.; BREMER, V. R. Board-Invited Review: Use of distillers by-products in the beef cattle feeding industry. **Journal of Animal Science**, v.86, p.1223-1231, 2008.

KRABBE, E.; SUREK, D. O que há de novo sobre o uso de alimentos alternativos para suínos no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 8, 2013, Porto Alegre. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2013. p. 195-201.

LADEIRA, M. M.; VALADARES FILHO, S. C.; LEÃO, M. I.; SILVA, J. F. C.; SILVA, R. B. Eficiência microbiana, concentração de amônia e pH ruminal e perdas nitrogenadas endógenas em novilhos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n.2, p. 404-411. 1999.

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

LIM, C.; YILDIRIM-AKSOY, M. Distillers dried grains with solubles as an alternative protein source in fish feeds. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE, 8, 2008, Alabama. **Anais...** Alabama – EUA: US Department of Agriculture, 2008. p. 67-82.

LIM, C.; LI, E.; KLESIUS, P. H. Distiller's dried grains with solubles as an alternative protein source in diets of tilapia. **Reviews in Aquaculture**, v. 3. p. 172-178, 2011.

LIMA, T. J. **Produtos da fermentação *in vitro* de dietas com diferentes proporções de farelo de coco e níveis lipídicos**. 2014. 43p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo-AL. 2014.

LUMPKINS, B.; BATAL, A.; DALE, N. Use of distillers dried grains plus solubles in laying hen diets. **Journal Applied Poultry Science**. v. 14. p. 25-31. 2005.

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

MACHADO, C. M. M.; ABREU, F. R. Produção de álcool combustível a partir de carboidratos. **Revista Política Agrícola**. Brasília, v. 15. n. 3, p. 64-78, 2006.

MACEDO JÚNIOR, G. L.; ZANINE, A. M.; BROGES, I.; PÉREZ, J. R. O. Qualidade da fibra para dieta de ruminantes. **Ciência Animal Brasileira**. Fortaleza-CE. v. 17, n. 1, p. 7-17, 2007.

MAEDA, E.M.; ZEOULA, L.M.; JOBIM, C.C.; BERTAGLIA, F.; JONKER, R.C.; GERON, L.J.V.; HENRIQUE, D.S. Composição química, Fermentação, digestibilidade *in vitro* e *in situ*, degradabilidade das silagens de cana com *Lactobacillus*, uréia e sub-produtos agrícolas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 12, p. 2866-2877, 2011.

MEHREZ, A. Z.; ØRSKOV, E. R.; McDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal Nutrition**, v. 38, n. 3, p. 437-443, 1977.

MOULD, F. L.; KLIEM, K. E.; MORGAN, R.; MAURICIO, R. M. *In vitro* microbial inoculum: a review of its function and properties. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 124, n. 1, p. 31-50, 2005.

NOLLER, C. H.; NASCIMENTO J. R., D.; QUEIROZ, D. S. Determinado as exigências nutricionais de animais em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 13, 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1996. p.319-352.

NRC NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed Washington, DC: National Academy Press, 2001. 381 p.

NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requerements of small ruminants sheep, goats, cervids, and new world camelids**. 1 ed. Washington, D C National Academy Press, 2007. 384 p.

OLIVEIRA, K. R. B. **Grãos de milho de destilaria secos com solúveis em dietas para juvenis de *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg 1987)**. 2016. 106 p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Centro de Aquicultura da UNESP – CAUNESP. Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal-SP. 2016.

OLIVEIRA, V. S., SANTANA NETO, J. A., VALENÇA, R. L. Características químicas e fisiológicas da fermentação ruminal de bovinos em pastejo. **Revista Científica de Medicina Veterinária**. Garça-SP. n. 20. p. 1679-7353. 2013. Disponível em: <http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/ArUrZtm2EdeQKqr_2013-6-21-15-40-8.pdf>. Acesso em: 21 de jun. 2017.

PARSONS, C. M.; MARTINEZ, C.; SINGH, V.; RADHAKRISHMAN, S.; NOLL, S. PELEGRINO, S. G. **Parâmetros ruminais em vacas de alta produção leiteira alimentadas com dieta total**. 2008. 47 p. Dissertação (Mestrado em Ciência), Área de Concentração em Produção animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

PENZ JÚNIOR A. M.; GIANFELICE, M. O que fazer para substituir os insumos que podem migrar para a produção de biocombustível. **Acta Scientiae Veterinarie**, v. 36, n. 1, p. 107-117, 2008.

PESSOA, M. F. M. **Digestibilidade *in vitro* vs digestibilidade *in vivo* – aplicação a regimes alimentares de monogástricos**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Zootecnia, produção animal. Instituto Superior de agronomia, Universidade de Lisboa. 2016.

PECKA-KIELB, E.; ZAWADZKI, W.; ZACHWIEJA, A.; MICHEL, O.; MAZUR, M.; MISTA, D. *In vitro* study of the effect of corn dried distillers grains with solubles on rumen fermentation in sheep. **Polish Journal of Veterinary Sciences**, v. 18, n. 4, p. 751-758, 2015.

PIRES, C. V.; OLIVEIRA, M. G. A.; ROSA, J. C. CRUZ, G. A. D. R.; MENDES, F. Q. COSTA, N. M. B. Digestibilidade *in vitro* e *in vivo* de alimentos: Estudo comparativo. **Alimentos e nutrição Araraquara**, Viçosa, v. 17, n. 1, p. 13-23, 2006

PIVA, R. B. **Economia ambiental sustentável: os combustíveis fósseis e as alternativas energéticas**. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas), Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

PRESTON, T. R. **Biological and chemical analytical methods**. In: PRESTON, T.R. Tropical animal feeding: a manual for research workers. Rome: FAO, p. 191-264, 1995.

RODRIGUES, R. C. Métodos de análises bromatológicas de alimentos: métodos físicos, químicos e bromatológicos. **Embrapa clima temperado**. Documento 306. Pelotas – RS. 2010. 177 p.

RODRÍGUEZ, M. F. **Uso de Água na Produção de Etanol de Cana-de-açúcar**. 2010. 178 p. Dissertação (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos). Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

RIBEIRO, A. M. L., HENN, J. D.; SILVA, G. L. Alimentos alternativos para suínos em crescimento e terminação. **Acta Scientiae Veterinariae**. Rio Grande do Sul. n. 298. p. 61-71. 2010.

RIBEIRO, P. R. **A usina de açúcar e sua automação**. SMAR. Araçatuba-SP. 2003. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/7274557/A-Usina-de-Acucar-e-Sua-Automacao-Paulo-Roberto-Ribeiro-SMAR>>. Acesso em: 7 nov. 2016.

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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG. v. 30. N. 2. p. 581-588, 2001.

RIGUEIRA, J. P. S. **Silagem de soja na alimentação de bovinos de corte**. 2007. 63 p. Dissertação (Pós-Graduação em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2007.

ROBERTO, L. S.; DINIZ, L. C.; SILVA, A. P. S.; CARVALHO, J. T. H.; COELHO, K. M.; PALERMO NETO, F. GARCIA, J. GERON, L. J. V. Parâmetros fermentativo *in vitro* do capim marandu adubado com resíduo ruminal bovino. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA. 25, 2015, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Associação Brasileira de Zootecnia, 2015. p. 1-6.

RUSSEL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; SNIFFEN, C. J.. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3551-3561, 1992.

SAMPAIO, A. A. M.; VIEIRA, P. F.; BRITO, R. M. Produção de amônia na fermentação *in vitro* de rações com levedura, uéria ou farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, São Paulo. v. 29, n. 2, p. 598-602, 2000.

SANTOS, V. P. **Degradabilidade *in situ* da matéria seca, matéria orgânica, fibra em detergente neutro e ácido e digestibilidade *in vitro* da cana-de-açúcar fresca ou ensilada e silagem de milho em diferentes ambientes ruminais**. 2006. 76 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba. 2006.

SALMAN, A. K. D.; FERREIRA, A. C. D.; SOARES, J. P. G.; SOUZA, J. P. Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos. **Embrapa Rondônia**. Documento 136. Porto Velho-RO. 2010. 26 p.

SCHONE, R. A. **Resíduo seco de destilaria com solúveis (DDGS) na alimentação de frangos de corte**. 2015. 57 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2015.

SILVEIRA, M. F.; KOZLOSKI, G. V.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; RESTLE, J.; LEITE, D. T.; METZ, P. A. M.; SILVEIRA, S. R. L. Ganho de peso vivo e fermentação ruminal em novilhos mantidos em pastagem cultivada de clima temperado e recebendo diferentes suplementos. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, p. 898-903. 2006

SILVA, J. R. **Resíduo seco de destilaria contendo solúveis (DDGS), com e sem xilanase, na alimentação de cães**. 2015. 34 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2015.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. 2a ed., Viçosa: UFV, 2002. 178 p.

SENSO CORRETORA. **Etanol a estrela brasileira**. 2007. Disponível em: <www.sensocorretora.com.br>. Acesso em: 10 dez. 2016.

SHURSON, J.; JOHNSTON, L.; BAIDOO, S.; WHITNEY, M. Use of dried distillers grains with soluble (DDGS) in swine diets **Journal of Animal Science**. p. 144-151. 2008.

SMITH, D. R., DILORENZO, N., LEIBOVICH, J.; MAY, M. L.; 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. **Journal of Animal Science**, v. 88, p.1503-1512, 2010.

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

STEIN, H., SHURSON, G.C. The use and application of distiller's dried grains with solubles in swine diets. **Journal of Animal Science**. v. 87, p. 1292-1303. 2009.

STEIN, H. H.; GIBSON, M. L.; PEDERSEN, C.; BOERSMA, M. G. Amino acid and energy digestibility in ten samples of distillers dries grain with solubles fed to growing pigs. **Journal of animal science**. v. 84, p. 853-860. 2006.

SCHINGOETHE, D. J.; KALSCHEUR, K. F.; HIPPEN, A. R.; GARCIA, A. D. The use of distillers products in dairy cattle diets. **Journal Dairy Science**. v. 92, p. 5802- 5813, 2009.

TEIXEIRA, U. H. G. **Modelos matemáticos para estimação dos parâmetros da cinética de degradação ruminal de coprodutos proteicos**. 42 p. 2014. Dissertação (Mestrado Zootecnia) – Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop, 2014

THULASIRAMAN, R.; KATHIRVELAN. C.; PURUSHOTHAMAN. M.R. Chemical composition and *in vitro* dry matter digestibility of dried distillers grain solubles. **International Journal of Science, Environment and Technology**, v. 4, n. 4, p. 1177-1180, 2015.

TILLEY, J. M .A.; TERRY, R. A. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal British Grassland Society**. London, v.18, p.104-111, 1963

TJARDES, J.; WRIGHT, C. **Feeding corn distiller's coproducts to beef cattle**. South Dakota State University Cooperative Extension Service, Dept. of Animal and Range Sciences, p. 1-5. Ago. 2002. Disponível em: <https://www.extension.umn.edu/agriculture/beef/components/docs/feeding_corn_distillers_grains_to_beef_cattle_sdsu.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistemas de análises estatísticas e genéticas** - SAEG. Versão 9.1. manual do usuário. Viçosa: Imprensa Universitária, 2007. 150 p.

URRIOLA, P.E.; STEIN, H.H. Effects of distillers dried grains with soluble on the digestibility of energy, DM, AA, and fiber, and intestinal transit time in a corn soybean meal diet fed to growing pigs. **Journal of Animal Science**. v.87, p.145-157. 2009.

U.S GRAINS COUNCIL. **A guide to Distiller's Dried Grains with Solubles (DDGS)**. Ed. Washinton: U.S. Grains Council DDGS User Handbook, 2012. 406 p.

VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; SAINZ, R. D. Desafios metodológicos para determinação das exigências nutricionais de bovinos de corte no Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia. p. 261-287. 2005.

VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S. Fermentação ruminal. In. BERCHIELLI.T.T.; PIRES., A.V.; OLIVEIRA de.S.G. (Eds). **Nutrição de ruminantes** 2 ed. Jaboticabal: Funep, 2011, p. 161-189.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. New York: Cornell University Press. 1994. 476 p.

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.

VASCONCELOS, J. T.; GALYEAN, M. L. Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionsists. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 2772-2781. 2007.

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.