

CONSUMO, DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES E PARÂMETROS RUMINAIS EM OVINOS ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO GRÃO SECO DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS¹

L. J. V. GERON²; J. GARCIA²; A. M. ZANINE²; S. C. AGUIAR²; E. L. SOUSA NETO²; E. J. H. PAULA²; L. C. DINIZ²; L. S. ROBERTO²; K. S. M. COELHO²; I. S. SANTOS²; J. T. H. CARVALHO², F. PALERMO NETO²

¹Recebido em 21/08/2016. Aprovado em 11/09/2017.

²Universidade do Estado de Mato Grosso, Pontes e Lacerda, MT, Brasil.

³Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil.

*Autor correspondente: ljgeron@yahoo.com.br

RESUMO: Objetivou-se avaliar a inclusão de 0%; 8%; 16% e 24% de grão seco de destilaria com solúveis (GSDS) na alimentação de ovinos sobre o consumo e o coeficiente de digestibilidade total (CD) dos nutrientes e parâmetros ruminais. Foram utilizados quatro ovinos com peso corporal (PC) médio de $23,5 \pm 1,5$ kg, distribuídos em um delineamento em quadrado latino. Os ovinos foram alocados em gaiolas de metabolismo e receberam duas refeições por dia. Os dados de consumo e CD dos nutrientes dos ovinos foram submetidos à análise de variância e as diferenças observadas foram testadas utilizando equação de regressão a 5% de probabilidade. Para as variáveis pH e concentração do nitrogênio amoniacal (N-NH₃) do líquido ruminal a análise estatística foi procedida considerando a subdivisão da parcela, considerando os tempos de avaliação após a alimentação dos animais. A inclusão 0%; 8%; 16% e 24% de GSDS na alimentação de ovinos não alterou ($P>0,05$) o consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) e carboidratos totais (CHT) expressos em g/animal/dia, g/kg PC^{0,75} e %PC. Porém, a inclusão do GSDS alterou ($P<0,05$) de maneira quadrática o consumo de extrato etéreo (EE) e carboidrato não fibroso (CNF) expresso em g/animal/dia e g/kg PC^{0,75}. Os valores de pH do líquido ruminal não diferiram ($P>0,05$) para os diferentes níveis de inclusão do GSDS na alimentação de ovinos. Contudo, o pH do líquido ruminal diferiu ($P<0,05$) em relação ao tempo (T) após a alimentação, para todas as rações experimentais. Os níveis de inclusão do GSDS na alimentação dos ovinos não influenciou ($P>0,05$) a concentração de N-NH₃ do líquido ruminal, contudo houve efeito quadrático ($P<0,05$) com relação ao tempo para todas as rações experimentais. A inclusão de 24% do grão seco de destilaria com solúveis não altera o consumo e o CD dos nutrientes com exceção aos CNF além, de não alterar os parâmetros ruminais.

Palavras-chave: co-produto, milho, nitrogênio amoniacal, pH ruminal.

NUTRIENT INTAKE AND DIGESTIBILITY AND RUMINAL PARAMETERS IN SHEEP FED DISTILLERS DRIED GRAINS WITH SOLUBLES

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effect of inclusion of 0%, 8%, 16% and 24% distillers dried grains with solubles (DDGS) in the diet of sheep on the intake and total digestibility coefficient (DC) of nutrients and ruminal parameters. Four sheep with a mean body weight (BW) of 23.5 ± 1.5 kg were randomly assigned in a Latin square design. The animals were housed in metabolic cages and received two meals per day. The nutrient intake and DC data were submitted to analysis of variance and the differences observed were tested using regression equations at a 5% probability. For pH and ammoniacal nitrogen (N-NH₃) of the rumen fluid, statistical analysis was performed considering the subdivision of the plot and evaluation times after feeding of the animals. The inclusion of 0%, 8%, 16% and 24% DDGC in the sheep diet did not alter ($P>0.05$) the intake of dry matter, organic matter, crude protein, neutral/acid detergent fiber, or total carbohydrates expressed as g/animal/day, g/kg BW^{0.75} and %BW. However, the inclusion of DDGS changed ether extract and nonfibrous carbohydrate (NFC) intake, expressed as

g/animal/day and g/kg BW^{0.75}, in a quadratic manner ($P < 0.05$). Rumen fluid pH did not differ ($P > 0.05$) between the different inclusion levels of DDGS in the diet. However, a difference ($P < 0.05$) in rumen fluid pH was observed according to time after feeding for all experimental diets. The inclusion level of DDGS did not influence ($P > 0.05$) rumen fluid N-NH₃ concentration, but exerted a quadratic effect ($P < 0.05$) over time for all experimental diets. The inclusion of 24% DDGS does not alter nutrient intake or DC, except for NFS, and has no influence on ruminal parameters.

Keywords: co-product, corn, ammoniacal nitrogen, ruminal pH.

INTRODUÇÃO

Estudo conduzido por KIM e DALE (2005), o “distiller’s dried grains with solubles (DDGS)”, ou em português grão seco de destilaria com solúveis (GSDS) apresenta-se como um co-produto da produção de etanol após a fermentação do amido de grãos de cereais por leveduras.

No Brasil, as destilarias de etanol utilizam em sua maioria a cana de açúcar como matéria prima, porém as usinas estão se modernizando e se tornando flex, podendo gerar etanol e/ou açúcar tanto da fermentação da cana de açúcar como do grão de cereais (COASUL, 2014), porém com uma tecnologia adaptada a realidade das usinas Nacionais, o que pode gerar um co-produto diferente do produzido na América do Norte.

De acordo com MCKEOWN *et al.* (2009), a utilização do GSDS de milho e de cevada podem ser utilizado até o nível de 20% na alimentação de cordeiros sem alterar o consumo de MS e o ganho médio diário dos animais. Entretanto, Uwituze *et al.* (2010) ao estudarem a inclusão de 25% de GSDS na alimentação de novilhas mestiças relataram redução no consumo e coeficiente de digestibilidade total da MS e PB, além de observarem redução no valor do pH do líquido ruminal após a alimentação. Estes autores sugeriram a utilização de níveis moderados de GSDS abaixo de 25% de inclusão na dieta total de novilhas, para evitar reduções severas no consumo e digestão dos nutrientes.

Revisão de literatura realizada por SCHONE (2005) demonstrou que após o processo de moagem do grão de milho desidratado para a produção de etanol, este passa por seis grandes etapas sendo a moagem, cozimento, liquefação, sacarificação, fermentação e a separação. Os autores relataram que o tipo de equipamento, variedade e umidade da matéria prima (grão de milho), temperatura durante a fermentação podem interferir no co-produto final (GSDS) devido as reações químicas durante o processo de produção do etanol.

Da mesma maneira, estudos realizados por SPIEHS *et al.* (2002) e NUEZ-ORTIN e YU (2009) demonstraram que o GSDS produzido em diferentes destilarias de etanol nos Estados Unidos apresentaram um variação de 87 a 93% de matéria seca (MS); 28,1 a 32% de proteína bruta (PB); 8,2 a 16,5% de extrato etéreo (EE) e 35,4 a 49,5 % de fibra em detergente neutro (FDN) e 69,6% de nutrientes digestíveis totais (NDT). Contudo, a composição bromatológica do GSDS produzido no Brasil de acordo com a Associação dos Produtores de Soja e Milho de Mato Grosso – APROSOJA (2012) apresentou um teor de 96,1 % MS; 35,9% de PB; 8,9% de EE e 10,3% de fibra bruta (FB) expressos na MS, valores diferentes aos observados no GSDS produzido nos Estados Unidos.

Desta maneira, fica claro que o GSDS é um co-produto pouco conhecido no Brasil e que a sua produção nas destilarias de etanol da região Centro Oeste do Brasil apresenta uma grande variação na composição bromatológica, o que pode refletir no desempenho animal. Assim, objetivou-se avaliar a inclusão de 0%; 8%; 16% e 24% do GSDS (*Zea mays* L.) produzido na região Centro Oeste do Brasil na alimentação de ovinos sobre o consumo e coeficiente de digestibilidade total dos nutrientes e parâmetros da fermentação ruminal.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no *Campus* Universitário de Pontes e Lacerda no Setor de Metabolismo Animal (SeMA) e no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal (LAANA) pertencente à Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), com protocolo da comissão de ética no uso animal nº 006/2016 CEUA.

Foram utilizados quatro ovinos sem raça definida, com peso corporal (PC) médio de 23,5 ± 1,5 kg. Os ovinos foram alojados em gaiolas de metabolismo, as quais possuíam comedouros e bebedouros individuais. Os ovinos foram

desverminados quinze dias antes do início do período experimental com o princípio ativo a base de ivermectina.

O delineamento experimental utilizado foi um quadrado latino 4X4, com quatro ovinos, quatro períodos e quatro rações experimentais contendo quatro níveis de inclusão do GSDS para avaliar os seus efeitos sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais em ovinos.

O GSDS foi constituído por *Zea mays L* (grão de milho), o qual foi obtido de uma destilaria de etanol flex de açúcar e álcool (USIMAT) 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.

Os alimentos concentrados utilizados no preparo das rações experimentais foram o grão de milho moído, farelo de soja, GSDS (*Zea mays L.*) e o alimento volumoso foi à silagem de milho. A composição bromatológica dos alimentos experimentais está apresentada na Tabela 1.

As rações experimentais foram balanceadas para conter 0%, 8%, 16% e 24% de GSDS. A proporção de volumoso utilizado nas rações experimentais foi de 65% de silagem de milho e 35% de concentrado. As rações foram balanceadas para apresentarem em média 13,5% de proteína bruta (isoprotéica) e 68,5% de nutrientes digestíveis totais (isoenergéticas) segundo recomendação do NRC (2007) conforme demonstrado na Tabela 2.

Os cordeiros tiveram acesso à água por meio

Tabela 1. Composição química dos alimentos experimentais

¹ 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

¹SM: 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 e NDT: nutrientes digestíveis totais.

Tabela 2. Composição percentual e química das rações experimentais contendo a inclusão de grão seco de destilaria com solúveis (GSDS)

¹ Alimentos	Níveis de inclusão de GSDS (%)			
	0	8	16	24
SM	65,00	65,00	65,00	65,00
GM	21,50	18,00	14,50	11,00
FS	13,50	9,00	4,50	0
GSDS	0	8,00	16,00	24,00
² Composição química das rações experimentais				
MS, %	50,95	50,86	50,77	50,69
MO, % MS	94,13	94,39	94,66	94,92
PB, % MS	13,53	13,74	13,96	14,17
EE, % MS	3,89	3,94	4,00	4,05
FDN, % MS	40,44	43,16	45,88	48,61
FDA, % MS	21,45	21,96	22,47	22,98
CHT, % MS	76,72	76,71	76,70	76,69
CNF, % MS	36,27	33,55	30,82	28,09
NDT, % MS	69,24	68,88	68,51	68,15

¹SM: silagem de milho; GM: grão de milho moído; FS: farelo de soja; GSDS: grão seco de destilaria com solúveis. ²MS: 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; NDT: nutrientes digestíveis totais.

de bebedouros individuais. Diariamente, foram fornecidos 10 g de mistura mineral por animal, a qual foi adicionada diretamente sobre os concentrados experimentais no momento da oferta das rações, ou seja, duas vezes ao dia (5 g de sal refeição/animal).

A composição química do sal mineral comercial utilizado no presente estudo foi de 120 g de Ca/kg; 85 g de P/kg; 16 g de S/kg; 148 g de Na/kg; 50 mg de Co/kg; 500 mg de Cu/kg; 16 mg de Se/kg e 4.800 mg de Zn/kg.

As rações experimentais foram fornecidas *ad libitum* (à vontade) de maneira que houvesse aproximadamente 10% de sobras, diariamente, a qual foi fracionada em duas refeições ao dia, às 06h00 e às 18h00. O monitoramento das sobras foi realizado diariamente, antes do primeiro trato do dia.

O ensaio de digestibilidade dos nutrientes teve duração de 80 dias, divididos em quatro períodos experimentais com duração de 20 dias, sendo 14 dias para adaptação dos animais e 5 dias para coletas de amostras de sobras e fezes e um dia para coleta de líquido ruminal. Durante o período experimental de coleta foi realizada a mensuração do total de fezes e sobras gerado por animal/dia além da realização da amostragem dos alimentos, sobras e fezes. No período de adaptação e coleta, o manejo foi realizado conforme descrito por GERON *et al.* (2015a).

Para proceder à coleta total de fezes, em cada animal foi adaptada uma sacola de napa para coleta total de fezes durante o período experimental. As fezes de cada animal foram pesadas diariamente pela manhã e homogeneizadas, sendo retiradas amostras compostas, correspondentes a 10% de seu peso total. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas por animal e período experimental e armazenadas em freezer com temperatura a -10 °C, para posterior análise bromatológica.

No último dia de cada período experimental de coleta foi realizada a amostragem do líquido ruminal. Foram realizadas cinco coletas de líquido ruminal por animal, nos tempos: 0 (antes da alimentação), 2, 4, 6 e 8 horas (após a primeira alimentação da manhã - refeição). Foi utilizada uma bomba de vácuo com pressão de 40 mm Hg, e uma sonda de silicone com 2,0 metros de comprimento por 12 mm de diâmetro, que foi lubrificada com óleo mineral (Nujol) antes de ser introduzida pela boca do animal de acordo com descrição realizada por GERON *et al.* (2015b). Foram retirados aproximadamente 100 mL de líquido do rúmen de cada animal para que ao ser filtrado com um tecido duplo de algodão, sobrasse

em torno de 80 mL. Estes foram homogeneizados e com o potenciômetro foi mensurado o valor de pH imediatamente após cada coleta de líquido ruminal. Em seguida, aproximadamente 50 mL do líquido ruminal foi transferido para um frasco com 1 mL de H₂SO₄ (PA - 98%) para cessar a fermentação. Essa amostra do líquido ruminal foi utilizada para determinação da concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), conforme recomendações de FERNNER (1965), modificados por VIEIRA (1980).

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

O teor de nitrogênio dos alimentos estudados, das sobras e fezes foi obtido pelo método semi-micro-Kjeldahl, usando 6,25 como fator de conversão para proteína bruta (PB), a matéria mineral (MM) foi realizada pelo método por incineração em mufla a 600°C, o teor de matéria orgânica (MO) foi estimado por diferença (100 - MM) e o teor de extrato etéreo (EE) foi determinado pela extração por lavagem com éter de petróleo (SILVA e QUEIROZ, 2002).

A determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e da fibra em detergente ácido (FDA) dos alimentos, sobras e fezes foi realizada de acordo com VAN SOEST *et al.* (1991), sem a utilização de sulfito e sem corrigir os valores de FDN e FDA com relação ao teor de matéria mineral da fibra. A determinação dos carboidratos totais (CHT) dos alimentos, sobras e fezes foi obtida pela equação: CHT = MO - [EE + PB] (SNIFFEN *et al.*, 1992). O teor de carboidrato não fibroso (CNF) dos alimentos, sobras e fezes foi determinado pela equação: CNF = 100 - (PB + FDN + EE + MM) segundo SNIFFEN *et al.* (1992).

A determinação do coeficiente de digestibilidade dos nutrientes foi obtida pela equação: $\left[\frac{(\text{nutriente contido na ração fornecida g} - \text{sobra do nutriente g}) - \text{nutriente contido nas fezes g}}{\text{nutriente consumido g}} \right] \times 100$ (GERON *et al.*, 2015a).

As variáveis estudadas (consumo e coeficiente de digestibilidade dos nutrientes) foram submetidas à análise de variância por intermédio do software SAEG (UFV, 2007), considerando valor de "P" de 0,05. Quando verificada significância para os níveis de inclusão do GSDS nas rações experimentais, procedeu-se a análise de regressão, considerando o efeito linear e quadrático a 5% de significância.

Para as variáveis pH e concentração de N-NH₃ do líquido ruminal a análise estatística foi procedida considerando a subdivisão da parcela, considerando

os tempos de avaliação após a alimentação dos animais, na qual foi considerada análise frequentista onde determinou a regressão para cada nível de inclusão da GSDS além da média das rações (SOUZA *et al.*, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inclusão dos níveis de 0%; 8%; 16% e 24% de GSDS na alimentação de ovinos não alterou ($P>0,05$) o consumo de MS, MO, PB, FDN, FDA e CHT conforme demonstrado na Tabela 3. Foi observado valor médio para o consumo de MS; MO; PB, FDN; FDA e CHT de 661,99; 640,23; 94,44; 271,50;

153,82 e 525,61 g/animal/dia, respectivamente. Da mesma forma, McKEOWN *et al.* (2009), ao avaliarem a inclusão de 20% de GSDS de milho e de cevada na alimentação de cordeiros não observaram redução no consumo de MS. Contudo, estudo realizado por UWITUZE *et al.* (2010) para avaliar a inclusão de 25% de GSDS na alimentação de novilhas mestiças relataram redução no consumo de MS e demais nutrientes, estes autores relataram que o GSDS apresentou menor aceitabilidade em relação a fonte padrão de proteína bruta (farelo de soja).

Foi observado que mesmo sem diferença significativa ($P>0,05$) entre os níveis de inclusão do GSDS sobre o consumo de MS, este último

Tabela 3. Consumo médio diário de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), fibra em detergente neutro (CFDN) e ácido (CFDA), carboidratos totais (CCHT) e carboidratos não fibrosos (CCNF) de ovinos alimentados com rações contendo inclusão de grão seco de destilaria com solúveis (GSDS)

°Variáveis	Níveis de inclusão de GSDS (%)				Equação	°CV (%)
	0	8	16	24		
CMS, g/animal/dia	629,6	684,5	697,9	636,1	$Y = 661,9$	17,43
CMS, % PC	2,80	2,92	2,90	2,67	$Y = 02,82$	17,17
CMS, g/kg PC ^{0,75}	60,91	64,08	64,06	58,94	$Y = 62,00$	17,24
CMO, g/animal/dia	607,2	663,0	674,4	616,3	$Y = 640,23$	17,21
CMO, % PC	2,70	2,83	2,80	2,59	$Y = 02,73$	16,91
CMO, g/kg PC ^{0,75}	58,74	62,09	61,92	57,09	$Y = 59,96$	16,99
CPB, g/animal/dia	87,57	96,91	100,40	92,87	$Y = 94,44$	14,26
CPB, % PC	0,390	0,410	0,420	0,390	$Y = 0,400$	13,90
CPB, g/kg PC ^{0,75}	08,46	09,07	09,22	08,59	$Y = 08,83$	13,98
CEE, g/animal/dia	17,03	20,54	22,10	20,99	¹	09,35
CEE, % PC	0,080	0,090	0,090	0,090	$Y = 0,086$	09,09
CEE, g/ kg PC ^{0,75}	1,64	1,92	2,03	1,94	²	09,12
CFDN, g/animal/dia	221,3	287,7	297,7	279,4	$Y = 271,5$	27,81
CFDN, % PC	0,990	1,26	1,24	1,17	$Y = 01,17$	25,57
CFDN, g/ kg PC ^{0,75}	21,52	27,55	27,29	25,90	$Y = 25,56$	26,18
CFDA, g/animal/dia	137,69	150,02	168,21	159,37	$Y = 153,82$	21,48
CFDA, % PC	0,620	0,640	0,700	0,670	$Y = 0,660$	20,61
CFDA, g/kg PC ^{0,75}	13,37	14,10	15,45	14,85	$Y = 14,44$	20,80
CCHT, g/animal/dia	502,6	545,6	551,9	502,5	$Y = 525,6$	18,12
CCHT, % PC	2,24	2,33	2,29	2,11	$Y = 02,24$	17,82
CCHT, g/ kg PC ^{0,75}	48,64	51,10	50,66	46,56	$Y = 49,24$	17,90
CCNF, g/animal/dia	280,6	291,2	254,2	223,1	³	11,44
CCNF, % PC	1,23	1,24	1,06	0,940	⁴	11,17
CCNF, g/ kg PC ^{0,75}	27,05	27,22	23,36	20,66	⁵	11,24

¹ $Y=16,993+0,6007x-0,018024x^2$ (50,45%); ² $Y=0,64048+0,0471771x-0,00143859x^2$ (46,01%); ³ $Y=293,70-2,6186x$ (79,11%); ⁴ $Y=1,283-0,0137x$ (90,60%); ⁵ $Y=28,023-0,2875x$ (88,58%); ⁶Expresso em grama por animal por dia (g/animal/dia); gramas por quilograma de peso metabólico (g/kg PC^{0,75}); percentagem do peso corporal (%PC). ⁷CV: coeficiente de variação (%).

apresentou uma amplitude de variação de 8,03% e 4,95%, respectivamente, quando expresso em g/animal/dia e g/kg PC^{0,75}, entre as rações com 0% de GSDS e com 8% de GSDS (Tabela 3). De acordo com LANZAS *et al.* (2007), ao avaliarem o fracionamento dos carboidratos do GSDS produzido nos Estados Unidos observaram que a grande parte dos carboidratos do GSDS encontrasse na fração B2 (30%), o que pode ter contribuído para a amplitude de variação observada no consumo de MS.

Outro fato que pode ter contribuído para variação observada no consumo de nutrientes de rações contendo o GSDS esta correlacionado com o teor de CNF menor neste alimento em relação ao GM, FS e SM (Tabela 1), este fato indica que a inclusão do GSDS pode ter contribuído com a melhor sincronização entre as fontes de carboidrato e proteína, porém não foi suficiente para apresentar efeito significativo na alimentação de ovinos.

Estudo conduzido por WALTER *et al.* (2010), para avaliar a utilização de GSDS provenientes de grão de trigo e de milho na alimentação de novilhos, demonstrou que a inclusão de até 40% de GSDS de milho propiciou uma redução linear no consumo de MS. Os autores concluíram que a inclusão do GSDS de milho possibilitou aos novilhos uma melhor eficiência alimentar, uma vez que os animais apresentaram redução no consumo de MS, e mantiveram o ganho de peso. Contudo, BENCHAAAR *et al.* (2013), ao avaliarem a inclusão de GSDS na alimentação de vacas leiteiras, observaram que a inclusão de até 30% de GSDS proporcionou um aumento linear no consumo de MS, MO, PB, FDN e FDA, além de melhorar a produção de leite. Os autores relataram que a inclusão do GSDS na dieta de vacas propiciou redução na perda de energia, devido a menor produção de metano, além de ter proporcionado melhor retenção de nitrogênio.

Da mesma forma, foi observado que a inclusão do GSDS na alimentação de ovinos não alterou ($P>0,05$) o consumo de PB, porém foi observada uma amplitude de variação no consumo de PB g/animal/dia de 12,78% a mais para a ração com 16% de GSDS em relação a ração com 0% de GSDS, indicando que a inclusão do GSDS pode alterar as frações proteicas e dos carboidratos das rações em função proporção dos diferentes ingredientes, possibilitando a sincronização das fontes proteicas e energéticas das dietas.

Como as rações experimentais apresentaram valores semelhantes de PB (13,5%) e NDT (68,5%), além de apresentarem uma relação de 65% de volumoso e 35% de concentrado era esperado que o consumo de MS, PB e demais nutrientes fossem

semelhantes entre as rações experimentais, fato este confirmado com os dados obtidos na Tabela 3.

A inclusão de até 24% de GSDS nas rações de ovinos propiciou uma redução total, ou seja, substituição de 100% do farelo de soja. A literatura demonstra que a proteína presente no GSDS apresenta mais 80% da PB presente na fração B1 e B2, as quais são caracterizadas por ser proteína de rápida absorção e verdadeira, semelhante a proteína presente no alimento tradicional farelo de soja (YU *et al.*, 2010). Este fato corrobora com os resultados obtidos para o consumo médio de PB para as rações contendo a inclusão do GSDS.

A inclusão do GSDS na alimentação de ovinos propiciou um comportamento quadrático ($P<0,05$) para o consumo de EE g/animal/dia. O maior consumo de EE estimado pela equação de regressão (Tabela 3) foi de 22,00 g/animal/dia para a inclusão de 17% de GSDS na ração. Provavelmente, a inclusão dos níveis de GSDS nas rações experimentais aumentou a quantidade de EE (Tabela 2), o que corrobora com o resultado obtido. Fato este também observado por WALTER *et al.* (2010), os quais avaliaram 20% e 40% de inclusão do GSDS na alimentação de novilhos e observaram que conforme aumento o conteúdo de GSDS nas rações ocorreu aumento no teor de EE da dieta total.

Houve redução ($P<0,05$) de maneira linear decrescente o consumo de CNF expresso em g/animal/dia, % do PC e g MS/kg PC^{0,75} (Tabela 3), com a inclusão do GSDS na alimentação de ovinos. A redução no consumo de CNF foi de 2,61 g/animal/dia, ou seja, 0,89% no consumo de CNF para cada 1% de inclusão do GSDS nas rações. Este resultado do consumo de CNF em ovinos alimentados com GSDS se deve em parte ao menor teor de CNF nas rações experimentais com a inclusão do GSDS (Tabela 1). De acordo com SPIEHS *et al.* (2002); NUEZ-ORTIN e YU (2009) e KELZER *et al.* (2010), o tipo de processamento que o grão de cereal (milho e outros) passa na destilaria para a obtenção do etanol, altera o perfil das frações de carboidratos e proteicas do resíduo (GSDS), ou seja, reduz o teor de CNF do GSDS em relação a matéria prima (grão de milho). Este fato pode ter contribuído para a obtenção dos valores observado no presente estudo para o consumo de CNF dos ovinos alimentados com as rações diferentes experimentais.

A inclusão de até 24% de inclusão do GSDS não reduziu o consumo de MS, MO, PB, FDN, FDA e CHT, sendo indicada como fonte alternativa de PB a ser fornecida para ovinos em confinamento.

A inclusão de 0%; 8%; 16% e 24% de GSDS na alimentação de ovinos não alterou ($P>0,05$) o

coeficiente de digestibilidade (CD) da MS, MO, PB, EE, FDN, FDA e CHT (Tabela 4), com valores médios de 69,16%; 70,56%; 65,48%; 92,70%; 49,58%; 42,71% e 70,59%, respectivamente. Como não ocorreu efeito da inclusão do GSDS na alimentação dos ovinos sobre o consumo dos nutrientes (Tabela 3) era esperado que o CD dos nutrientes não apresentasse diferença, uma vez que as rações foram isoprotéicas e isoenergéticas e apresentaram a mesma proporção de concentrado 35% (Tabela 2). Entretanto, BENCHAAAR *et al.* (2013), ao avaliarem a inclusão de 0% até 30% de GSDS na alimentação de vacas leiteiras, observaram que a inclusão deste alimento alterou de maneira linear crescente o CD da MS, MO, PB, FDN e amido.

Estudo conduzido por Gibb *et al.* (2008), para avaliar a utilização do GSDS proveniente do grão de trigo na dieta de bovinos demonstrou que a inclusão de até 60% de inclusão do GSDS propiciou um aumento linear no consumo de MS e conseqüentemente um efeito linear decrescente

sobre o coeficiente de digestibilidade da MS. Desta forma, os autores recomendaram a utilização de 20% de inclusão de GSDS de trigo na alimentação de bovinos.

A inclusão de 0%; 8%; 16% e 24% de GSDS na alimentação de ovinos alterou de maneira quadrática ($P < 0,05$) o CD dos carboidratos não fibrosos (CNF). O valor máximo obtido pela equação de regressão para o CD do CNF foi de 93,31% obtido para o nível de inclusão de 13% do GSDS na alimentação dos ovinos (Tabela 4). A inclusão do GSDS nas rações experimentais propiciou uma redução no teor de CNF (Tabela 1) da dieta total e conseqüentemente o consumo de CNF foi linear decrescente (Tabela 2). Desta maneira, como não houve redução no consumo de MS, o menor consumo de CNF propiciou um maior CD deste nutriente devido a menor disponibilidade deste substrato no rúmen.

A inclusão de 0%; 8%; 16% e 24% de GSDS na alimentação de ovinos não alterou ($P > 0,05$) os valores de pH do líquido ruminal (Tabela 5).

Tabela 4. Coeficientes de digestibilidade total da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), fibra em detergente neutro (CDFDN) e ácido (CDFDA), carboidrato total (CDCHT) e carboidrato não fibroso (CDCNF) de ovinos alimentados com rações contendo diferentes níveis de inclusão de grão seco de destilaria com solúveis (GSDS) e coeficientes de variação (CV)

Variáveis (%)	Níveis de inclusão de GSDS (%)				Equação	CV %
	0	8	16	24		
CDMS	68,93	69,52	70,17	68,02	$Y = 69,16$	05,97
CDMO	70,35	71,03	71,88	68,99	$Y = 70,56$	05,79
CDPB	64,33	66,94	64,99	65,67	$Y = 65,48$	04,65
CDEE	91,79	93,32	93,37	92,30	$Y = 92,70$	04,20
CDFDN	46,09	49,49	52,35	50,40	$Y = 49,58$	17,55
CDFDA	40,39	43,15	44,15	43,16	$Y = 42,71$	12,46
CDCHT	70,62	70,91	72,23	68,61	$Y = 70,59$	10,75
CDCNF	88,86	93,90	91,90	91,12	¹	06,92

¹ $Y = 89,274 + 0,6054X - 0,02227X^2$ (74,61%).

Tabela 5. Valores de pH do líquido ruminal de ovinos alimentados com rações contendo níveis de inclusão de grão seco de destilaria com solúveis (GSDS) em função dos tempos de coleta após a alimentação da manhã

Tempo de coleta (horas)	Níveis de inclusão de GSDS (%)				Média
	0	8	16	24	
0	6,71	6,60	6,91	6,57	6,70
2	6,24	6,47	6,14	6,51	6,34
4	6,29	6,17	6,09	6,39	6,23
6	6,46	6,50	6,57	6,70	6,56
8	6,51	6,84	6,73	6,72	6,70
Valor de P	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	6,50

Contudo, o pH do líquido ruminal diferiu ($P < 0,05$) em relação ao tempo (T), para todas as rações experimentais (Figura 1A e 1B). A equação de regressão média (Figura 1B) para o valor de pH do líquido ruminal foi $pH = 6,6649 - 0,1919T + 0,0252T^2$, para as diferentes rações experimentais. O ponto de mínima estimado para o valor de pH médio foi de 6,30 para o tempo de 3h48min após a alimentação da manhã, e o ponto de máxima observado pela equação média foi de 6,75 para o tempo de 8h após a alimentação da manhã. O tempo obtido para o valor de máximo médio pH do líquido ruminal estimado pela equação coincide com os dados observado na Tabela 5, em que o valor máximo médio observado foi de 6,70, este valor foi observado para o tempo antes 8h após a alimentação, além do tempo de 0 h antes da alimentação da manhã (Tabela 5). Na avaliação da inclusão de até 15% de grão de milho condensado de destilaria na alimentação de novilhos, GILBERY *et al.* (2006) não observaram efeito do resíduo de destilaria sobre o valor de pH do líquido ruminal com valor médio de 6,80 e uma amplitude de variação de 6,70 a 6,90. Os autores concluíram que a inclusão de 15% de grão de milho condensado de destilaria com solúveis não altera o pH do líquido ruminal.

GERON *et al.* (2016) relataram que o método de coleta de líquido ruminal por meio da utilização de sonda esofágica pode interferir nos valores de pH, devido a contaminação por saliva e consequentemente a alcalinização do líquido ruminal. No presente trabalho, foi constatado que a colheita do líquido por meio da sonda esofágica antes da alimentação da manhã no tempo de 0h apresentou um valor de pH médio para as diferentes

rações experimentais de 6,70, este fato pode ter ocorrido devido a metodologia da coleta de líquido ruminal, e a menor quantidade de alimento no rúmen o que pode ter favorecido a contaminação por saliva (tampão). Além disso, os estímulos sensoriais como a visualização e o odor dos alimentos (ZEOULA *et al.*, 2003) podem ter propiciado aumentos nas concentrações de amônia ruminal (GERON *et al.*, 2016) por meio do aumento da salivacção antes do fornecimento das rações, o que pode ter contribuído para o resultado obtido do pH do líquido ruminal antes da alimentação da manhã. Outro fator que corrobora com os resultados obtido para o valor de pH do líquido ruminal de ovinos alimentados com GSDS, esta correlacionado com o elevado teor de FDN (>32%) e reduzido teor de amido (<19%), o que favoreceu uma adequada ruminação e consequentemente a produção de tampão (saliva).

O valor mínimo médio estimado para o pH do líquido ruminal foi de 6,30 para o tempo de 3h48 após a alimentação e a amplitude de variação dos valores observado do pH do líquido ruminal foram de 6,23 para as 4h após a alimentação e 6,70 para 0h antes da alimentação da manhã e 8h após a alimentação da manhã. Desta maneira, a redução no valor de pH do líquido ruminal está correlacionada com a maior produção de ácidos graxos voláteis proveniente da fermentação dos carboidratos dietéticos no rúmen (GERON *et al.*, 2008; GERON *et al.*, 2016). Além disso, a retomada do valor do pH do líquido ruminal para valores próximos da neutralidade após o intervalo das 6h está correlacionado com aos mecanismos de tamponamento do pH ruminal, tais como a ação da saliva, devido a ruminação da fração fibrosa da alimentação além da absorção de ácidos graxos

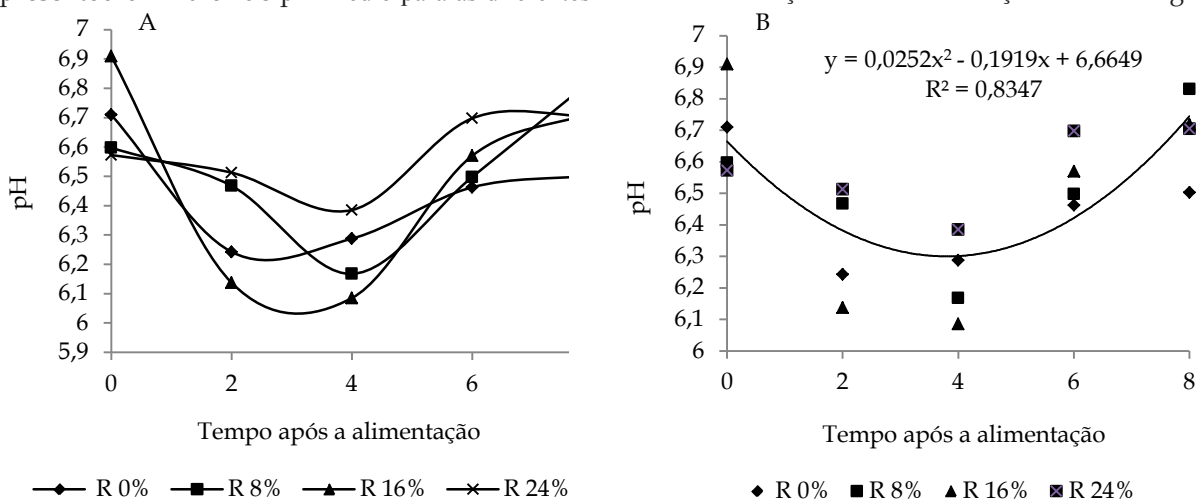


Figura 1. Valor do pH observado (A) e estimado médio (B) do líquido ruminal em relação ao tempo (horas) para os ovinos alimentados com rações (R) contendo os diferentes níveis de inclusão do grão seco de destilaria com solúveis (GSDS).

de cadeia curta pelo epitélio ruminal (GERON *et al.*, 2016; BENCHAAAR *et al.*, 2013). As rações experimentais do presente trabalho apresentaram valor médio 44,52% de FDN e 32,18% de CNF, o que contribuiu para os resultados observados do pH do líquido ruminal principalmente após 6h do fornecimento das rações (Figura 1A).

De acordo com SOUZA *et al.* (2016), o desdobramento individual das equações de pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) do líquido ruminal, para cada ração experimental demonstrou que há variações nos valores de aceleração e desaceleração das equações (curvas) em relação a média das rações. Assim, o desdobramento individual das equações de pH e N-NH₃ de cada ração possibilita maior confiança e precisão em relação a curva média estimada (Figura 1B) e valores observados (Figura 1A).

Desta maneira, as derivações dos valores de pH do líquido ruminal para cada nível de inclusão do GSDS podem ser observadas na Figura 2. O valor

mínimo estimado para o pH do líquido ruminal foi de 6,27 para o tempo de 4h06min após a alimentação da manhã para a inclusão de 0% de GSDS (Figura 2A). Porém, o valor mínimo estimado para o pH do líquido ruminal foi de 6,28 para o tempo de 3h36min após a alimentação da manhã para a inclusão de 8% de GSDS (Figura 2B).

Para a inclusão de 16% de GSDS nas rações foi obtido um valor mínimo estimado para o pH do líquido ruminal foi de 6,15 para o tempo de 4h00min após a alimentação da manhã (Figura 2C). Contudo a ração com 24% de GSDS apresentou um valor mínimo estimado para o pH do líquido ruminal foi de 6,48 para o tempo de 2h54min após a alimentação da manhã (Figura 2D). Estas variações no valor de pH do líquido ruminal dos ovinos para as diferentes rações experimentais em relação ao tempo após a alimentação da manhã, em parte foi devido a característica da composição bromatológica das rações (Tabela 1), as quais apresentaram variações nos teores de FDN e CNF,

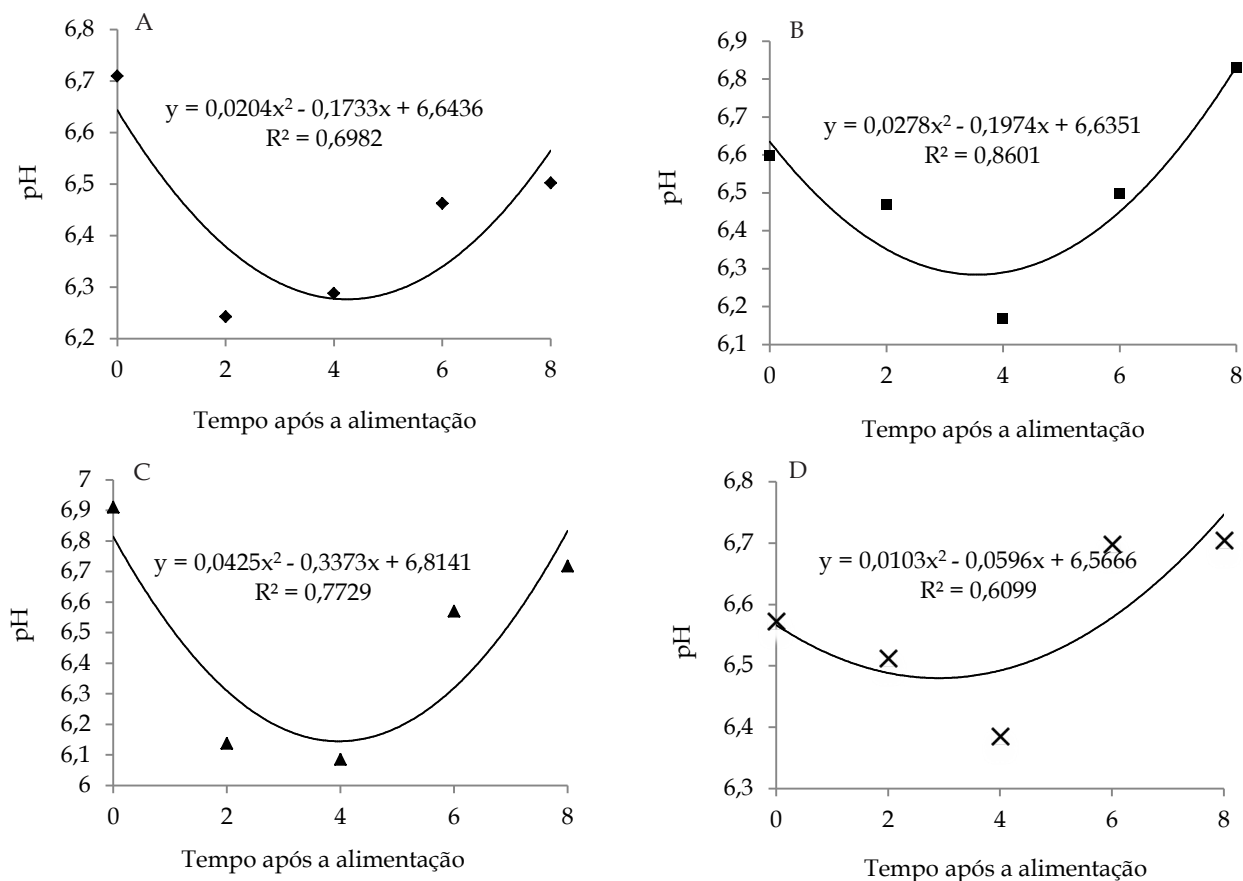


Figura 2. Valores de pH do líquido ruminal de ovinos estimados em relação ao tempo (horas) para os níveis de inclusão de 0% (A); 8% (B); 16% (C) e 24% (D) de grão seco de destilaria com solúveis (GSDS) nas rações experimentais.

e conseqüentemente podem ter contribuído para variação na sincronização das fontes de proteína e carboidratos alterando os picos dos ácidos graxos de cadeia curta no rúmen.

Os níveis de inclusão de GSDS na alimentação dos ovinos não influenciaram ($P>0,05$) a concentração de $N-NH_3$ do líquido de ruminal, contudo houve efeito com relação ao tempo (Tabela 6) após o consumo da ração.

A concentração média do $N-NH_3$ do líquido ruminal observado para os ovinos alimentados com as diferentes rações experimentais apresentou valor de $N-NH_3$ de 35,42 mg/100 mL do líquido ruminal (Figura 3A), o qual manteve-se acima da faixa ótima de 15 a 23 mg/100 mL para a máxima atividade fermentativa ruminal (GERON *et al.*, 2015b; PEREIRA *et al.*, 2009) e acima da concentração de 5,0 mg/100 mL estabelecida pela literatura para não limitar o crescimento microbiano (ZEOULA *et al.*, 2003; PEREIRA *et al.*, 2009). Entretanto, as

concentrações de $N-NH_3$ do líquido ruminal para todas as rações experimentais comportaram-se de forma quadrática ($P<0,05$) em função do tempo (horas) após a primeira alimentação (Figura 3B).

A equação de regressão média com a inclusão de 0%; 8%; 16% e 24% de GSDS na alimentação de ovinos para a concentração $N-NH_3$ do líquido de rúmen, em função do tempo (T), foi a seguinte: $N-NH_3 = 30,364 + 6,8607T - 0,9329T^2$ (Figura 3B). A maior concentração estimada de $N-NH_3$ foi de 42,98 mg/100 mL de líquido ruminal no tempo 3h42 após da alimentação da manhã, e a concentração mínima foi de 25,54 mg/100 mL de líquido ruminal às 8h após a alimentação da manhã.

BENCHAAR *et al.* (2013) observaram que a inclusão de até 30% de GSDS na alimentação de vacas leiteiras proporcionou uma redução na concentração de $N-NH_3$ do líquido ruminal, os autores relataram que este efeito poderia ser devido a menor degradabilidade da proteína presente no GSDS

Tabela 6. Valores de concentração de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$, mg/100 mL) do líquido ruminal de ovinos alimentados com rações contendo níveis de inclusão de grão seco de destilaria com solúveis (GSDS) em função dos tempos de coleta após a alimentação da manhã

Tempo de coleta (horas)	Níveis de inclusão de GSDS (%)				Média
	0	8	16	24	
0	23,61	26,74	34,16	29,91	28,61
2	41,75	45,06	49,40	38,85	43,77
4	39,77	43,22	53,02	36,73	43,19
6	32,14	39,49	39,49	29,69	34,12
8	25,21	28,97	28,97	24,42	27,40
Valor de P	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	35,42

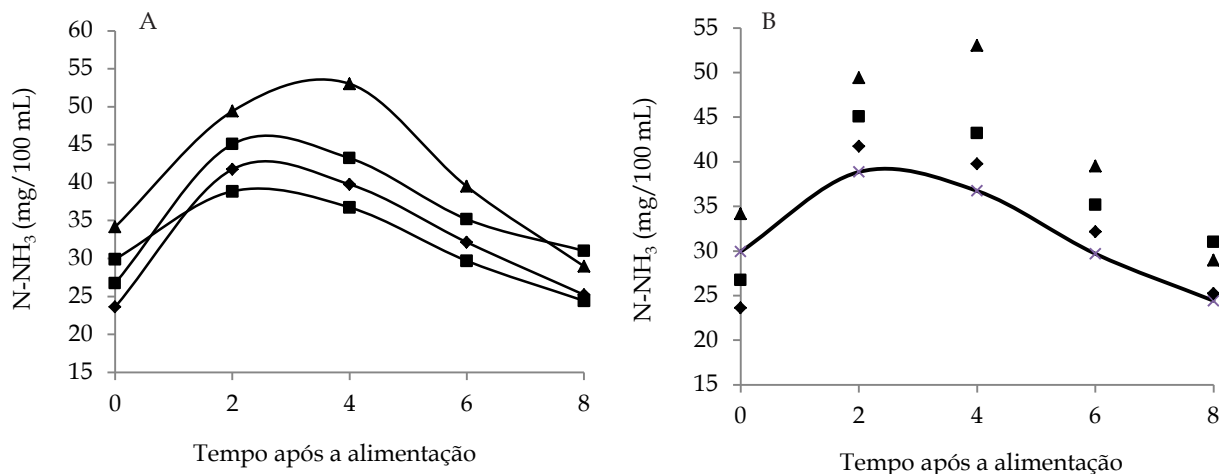


Figura 3. Concentração do nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) observado (A) e estimado médio (B) do líquido ruminal em relação ao tempo (horas) para os ovinos alimentados com rações (R) contendo os diferentes níveis de inclusão do grão seco de destilaria com solúveis (GSDS)

em relação a proteína presente no farelo de soja. A amplitude da concentração de $N-NH_3$ observada por BENCHAAAR *et al.* (2013) foi de 8,38 a 6,06 mg/100 mL de líquido ruminal. Porém, GILBERY *et al.* (2006) observaram que a inclusão do grão de milho condensado de destilaria com solúveis propiciou um comportamento quadratico com ponto de máximo para a concentração de $N-NH_3$ do líquido ruminal, além de apresentar uma concentração media (0,51 mg/100 mL de líquido ruminal), a qual ficou abaixo da concentração ótima de 5 mg/100 mL de líquido ruminal para o crescimento microbiano de acordo com SATTER e ROFFLER (1975); PEREIRA *et al.* (2009). Já MCKEOWN *et al.* (2009), ao avaliarem a utilização de GSDS proveniente do grão de milho, trigo e triticale sobre a fermentação *in vitro* e o desempenho de ovinos, observaram que a concentração de $N-NH_3$ do conteúdo fermentado foi de 6,1 a 9,9 mg/100 mL de conteúdo fermentado contendo as diferentes

fontes de GSDS. Estes autores concluíram que até 20% de GSDS proveniente do grão de milho, trigo ou triticale pode ser incluído na alimentação de ovinos sem causarem alteração nos parâmetros de fermentação ruminal.

Os desdobramentos das equações de $N-NH_3$ do líquido ruminal (SOUZA *et al.*, 2016), para os ovinos alimentados com os diferentes níveis de GSDS podem ser observadas na Figura 4. O valor máximo estimado para a concentração de $N-NH_3$ do líquido ruminal foi de 40,49 mg/100 mL para o tempo de 3h48min após a alimentação da manhã para a inclusão de 0% de GSDS (Figura 4A). O valor máximo estimado para a concentração de $N-NH_3$ do líquido ruminal foi de 43,54 mg/100 mL para o tempo de 4h06min após a alimentação da manhã para a inclusão de 8% de GSDS (Figura 4B). A inclusão de 16% de GSDS nas rações propiciou um valor máximo estimado para a concentração de

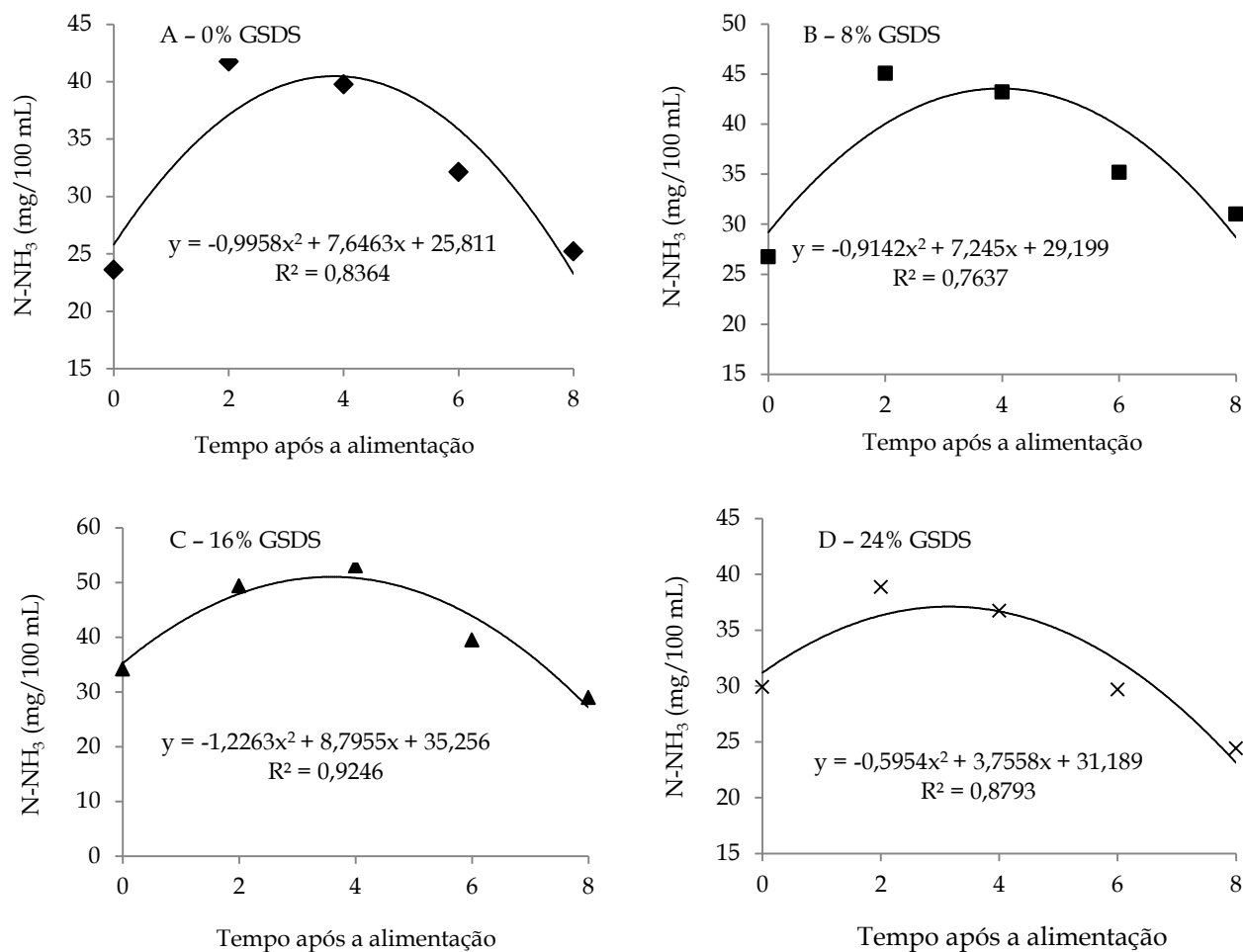


Figura 4. Concentração de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) do líquido ruminal de ovinos estimados em relação ao tempo (horas) para os níveis de inclusão de 0% (A); 8% (B); 16% (C) e 24% (D) de grão seco de destilaria com solúveis (GSDS) nas rações experimentais.

N-NH₃ do líquido ruminal de 51,03 para o tempo de 3h36min após a alimentação da manhã (Figura 4C). Contudo, a ração com 24% de GSDS apresentou um valor mínimo estimado para a concentração de N-NH₃ do líquido ruminal de 37,12 mg/100 mL para o tempo de 3h12min após a alimentação da manhã (Figura 4D). Estas variações no valor da concentração de N-NH₃ do líquido ruminal dos ovinos para as diferentes rações experimentais em relação ao tempo após a alimentação da manhã, foi em parte devido a característica da composição bromatológica das rações (Tabela 1). Outro fato contribuiu no entendimento destas variações está correlacionado com o perfil da proteína bruta que compõem o GSDS.

Estudo conduzido por Yu *et al.* (2010), para avaliar a estrutura molecular da proteína do GSDS por meio do fracionamento proteico demonstrou que este alimento apresentou teor de 55% da PB para a fração B2; 30,7% da PB para a fração B3, esses resultados corroboram, com os dados obtidos para a concentração do N-NH₃, indicando que a maior proporção da PB do GSDS está presente na fração da proteína verdadeira disponível para a degradação ruminal e na fração de lenta degradação ruminal. Assim, a substituição da fonte convencional de PB (farelo de soja) pelo GSDS, causa alteração no perfil do fracionamento proteico, o qual altera a sincronização das fontes de carboidratos e proteínas das rações, o que contribuiu para a variação observada na concentração de N-NH₃ do líquido ruminal de ovinos alimentados com o GSDS.

CONCLUSÃO

A inclusão de até 24% de grão seco de destilaria com solúveis nas rações de ovinos não altera o consumo e coeficiente de digestibilidade dos nutrientes, com excessão dos carboidratos não fibroso. A inclusão de grão seco de destilaria com solúveis não altera o valor de pH e a concentração do nitrogênio amoniacal do líquido ruminal de ovinos, desta maneira recomenda-se a utilização de até 24% de inclusão desta fonte proteica na alimentação de ovinos.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, por ter financiado a presente pesquisa. À Fundação de Amparo à

Pesquisa do Estado de Mato Grosso – FAPEMAT, pelas bolsas de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SOJA E MILHO DE MATO GROSSO - APROSOJA. **Verticalização do milho marca circuito aprosoja em Campos de Júlio**. 2012. Disponível em <<http://tvcentrooeste.com/verticalizacao-de-milho-marcacircuito-aprosoja-em-campos-de-julio/>> Acesso em 06/2012.
- BENCHAAAR, C.; HASSANAT, F.; GERVAIS, R.; CHOUINARD, P.Y.; JULIEN, C.; PETIT, H.V.; MASSÉ, D.I. Effects of increasing amounts of corn dried distillers grains with solubles in dairy cow diets on methane production, ruminal fermentation, digestion, N balance, and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.96, p.1-15, 2013. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6037>
- COOPERATIVA AGROPECUÁRIA SUDOESTE LTDA. – COASUL. **Milho rende etanol mais barato que o da cana**. 2014. Disponível em <<http://www.coasul.com.br/estabelece-o-procedimento-nos-casos-de-rescisoes-contratuais-por-iniciativa-do-empregador-nas-rescisoes-contratuais-como-iniciativa-da-empresa-devera-ser-verificada-primeiramente-a-situacao-de-cada/>> Acesso em 12/2014.
- FENNER, H. Method for determining total volatile bases in rumen fluid by steam distillation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 48, n. 4, p. 249-251, 1965. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(65\)88206-6](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(65)88206-6)
- GERON, L.J.V.; AGUIAR, S.C.; CARVALHO, J.T.H.; JUFFO, G.D.; SILVA, A.P.; SOUSA NETO, E.L.; COELHO, K.S.M.; GARCIA, J.; DINIZ, L.C. PAULA, E.J.H. Effect of slow release urea in sheep feed on intake, nutrient digestibility, and ruminal parameters. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.37, n.3, suppl 1, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.12.003>
- GERON, L.J.V.; COSTA, F.G.; GARCIA, J.; ZANINE, A.M.; OLIVIERA, E.B.; CABRAL, L.S.; PEIRANGELI, M.A.P.; AGUIAR, S.C. Nutrients intake and digestibility in sheep fed with residue from the extraction of tamarind pulp. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.36, n.6, supl.2, p.4401-4412, 2015a. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n6sup2p4401>
- GERON, L.J.V.; GARCIA, J.; COSTA, F.G.; AGUIAR, S.C.; OLIVEIRA, E.B.; SILVA, M.I.L.; CABRAL, L.S.; PEIRANGELI, M.A.P.; ZEOULA, L.M.; MEXIA, A.A. Ruminal parameters and nitrogen balance in sheep fed diets containing residue from the extraction of tamarind pulp. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 5, p. 3411-3420, 2015b. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n5p3411-3420>

- GERON, L.J.V.; ZEOULA, L.M.; ERKEL, J.A.; PRADO, I.N.; JONKER, R.C.; GUIMARÃES, K.C. Coeficiente de digestibilidade e características ruminais de bovinos alimentados com rações contendo resíduo de cervejaria fermentado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.9, p.1685-1695, 2008. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982008000900023>
- GIBB, D.J.; HAO, X.; McALLISTER, T.A. Effect of dried distillers grains from wheat on diet digestibility and performance of feedlot cattle. **Canada Journal of Animal Science**, v.88, p.659-665, 2008. <https://doi.org/10.4141/cjas08040>
- GILBERY, T.C.; LARDY, G.P.; SOTO-NAVARRO, S.A.; BAUER, M.L.; CATON, J.S. Effects of corn condensed distillers solubles supplementation on ruminal fermentation, digestion, and in situ disappearance in steers consuming low-quality hay. **Journal of Animal Science**, v.84, p.1468-1480, 2006. <https://doi.org/10.2527/2006.8461468x>
- KELZER, J.M.; KONONOFF, P.J.; TEDESCHI, L.O.; JENKINS, T.C.; KARGES, K.; GIBSON, M.L. Evaluation of protein fractionation and ruminal and intestinal digestibility of corn milling co-products. **Journal of Dairy Science**, v.93, n.6, p.2803-2815, 2010. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2460>
- 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**, v.28, p. 475-489, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2004.11.005>
- LANZAS, C.; SNIFFEN, C.J.; SEO, S.; TEDESCHI, L.O.; FOX, D.C. A revised CNCPS feed carbohydrate fractionation scheme for formulating rations for ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v.136, p.167-190, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2006.08.025>
- McKEOWN, L.E.; CHAVES, A.V.; OBA, M.; DUGAN, M.E.R.; OKINE, E.; McALLISTER, T.A. Effects of corn, wheat or triticale dry distiller's grains with solubles on in vitro fermentation, growth performance and carcass traits of lambs. **Canada Journal Animal Science**, Lethbridge, v.22, p.99-110, 2009. <https://doi.org/10.4141/cjas09084>
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 384p.
- NUEZ-ORTÍN, W.G.; YU, P. Nutrient variation and availability of wheat DDGS, corn DDGS and blend DDGS from bioethanol plants. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.89, p.1754-1761, 2009. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3652>
- PEREIRA, E. P.; MIZUBUTI, I. Y.; VILLARROEL, A. B. S.; OLIVEIRA, S. M. P.; PIMENTEL, P. G. Variáveis ruminais em novilhos alimentados com feno de tifton 85 com diferentes tamanhos de partículas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, n.1, p.243-250, 2009. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2009v30n1p243>
- SATTER, L.D.; ROFFLER, R.E. Relationship between ruminal ammonia and nonprotein nitrogen utilization by ruminants. 1. Development of a model for predicting nonprotein nitrogen utilization by cattle. **Journal of Dairy Science**, v.58, n.12, p.1880-1888, 1975. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(75\)84803-x](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(75)84803-x)
- SCHONE, R.A. **Resíduo seco de destilaria com solúveis (DDGS) na alimentação de frangos de corte**. 57f, 2015. Dissertação (Mestre em Nutrição e Produção Animal), Programa de Pós Graduação em Zootecnia - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2005.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. 2. ed., Viçosa: UFV, 2002. 178 p.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992. <https://doi.org/10.2527/1992.70113562x>
- SOUZA, O.M.; MARTINS, E.N.; ROSSI, R.M.; OLIVEIRA, C.A.L.; AGUIAR, S.C.; PAULA, E.J.H.; GERON, L.J.V.; STIVANIN, T.E.; FERREIRA, E.B. Ruminal pH and N-NH₃ behavior: a Bayesian approach. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 37, n. 1, 2016. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n1p311>
- SPIEHS, M.J.; WHITNEY, M.H.; SHURSON, G.C. Nutrient database for distiller's dried grains with solubles produced from new ethanol plants in Minnesota and South Dakota. **Journal of Animal Science**, v.80, p.2639-2645, 2002. <https://doi.org/10.2527/2002.80102639x>
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistemas de análises estatísticas e genéticas - SAEG**. Versão 9.1. Manual do usuário. Viçosa: Imprensa Universitária, 2007. 150 p.
- UWITUZE, S.; PARSONS, G.L.; SJELOR, M.K.; DEPENBUSCH, B.E.; KARGES, K.K.; GIBSON, M.L.; REINHART, C.D.; HIGGINS, J.J.; DROUILLARD, J.S. Evaluation of dried distillers grains and roughage source in steam-flaked corn finishing diets. **Journal of Animal Science**, v.88, p.258-274, 2010. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1342>
- 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.

- VIEIRA, P. F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes.** 1980. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1980.
- WALTER, L.J.; AALHUS, J.L.; ROBERTSON, W.M.; McALLISTER, T.A.; GIBB, D.J.; DUGAN, M.E.R.; ALDAI, N.; McKINNON, J.J. Evaluation of wheat or corn dried distillers grains with solubles on performance and carcass characteristics of feedlot steers. **Canadian Journal of Animal Science**, v.89, p.259-270, 2010. <https://doi.org/10.4141/cjas09089>
- YU, P.; NUEZ-ORTÍN, W.G. Relationship of protein molecular structure to metabolisable proteins in different types of dried distillers grains with solubles: a novel approach. **British Journal of Nutrition**, v.104, p.1429-1437, 2010. <https://doi.org/10.1017/s0007114510002539>
- 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**, v. 32, n. 2, p. 491-502, 2003. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982003000200030>