

DOUGLAS RODRIGUES DA COSTA

**USO DE INOCULANTE MICROBIANO EM SILAGEM DE GRÃOS DE
MILHO E DE SORGO REIDRATADOS PARA OVINOS EM CRESCIMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2017

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T

C837u
2017
Costa, Douglas Rodrigues da, 1988-
Uso de inoculante microbiano em silagem de grãos de
milho e de sorgo reidratados para ovinos em crescimento /
Douglas Rodrigues da Costa. – Viçosa, MG, 2017.
xii, 74f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Sebastião de Campos Valadares Filho.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Ovinos. 2. Animais - Alimentos. 3. Amido. 4. Alimentos
- Consumo. 5. Milho. 6. Sorgo. I. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-graduação
em Zootecnia. II. Título.

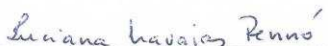
CDD 22 ed. 636.30855

DOUGLAS RODRIGUES DA COSTA

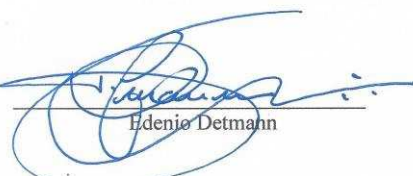
USO DE INOCULANTE MICROBIANO EM SILAGEM DE GRÃOS DE MILHO E DE SORGO REIDRATADOS PARA OVINOS EM CRESCIMENTO

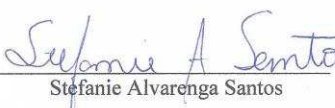
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

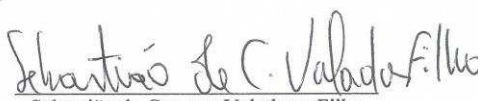
APROVADA: 31 de Julho de 2017


Luciana Navajas Rennó
(Coorientadora)


Odilon Gomes Pereira
(Coorientador)


Edenio Detmann


Stéfanie Alvarenga Santos


Sebastião de Campos Valadares Filho
(Orientador)

“Somos o que repetidamente fazemos. A excelência, portanto, não é um feito, mas um hábito.”

Aristóteles

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois sem ele nada faz sentido.

Aos meus pais, Walter Moreira da Costa e Cleonice Rodrigues da Costa. Em especial à minha mãe, que é o alicerce de minha vida, sendo sempre uma muralha que encara de frente todas as dificuldades que a vida nos traz. Pelo seu apoio e amor incondicional, pelas orações e conchecos. A toda minha família, por sempre incentivarem e acreditarem em meus sonhos.

A Thalita, minha querida namorada, companheira e amiga, por todo carinho, orações e amor a mim destinados. Por todos momentos maravilhoso que já passamos e que ainda virão. Por ser uma ótima ouvinte e conselheira nos momentos que precisei durante esta caminhada.

Agradeço aos grandes e eternos amigos, que se tornaram meus irmãos, Gutierrez, Herlon, Marcelo e Tadeu, pela paciência e companheirismo nos momentos de descontração, como também, nos momentos mais difíceis dessa caminhada rumo ao título de mestre.

À Universidade Federal de Viçosa, pelos ensinamentos e oportunidades oferecidos; em especial ao Departamento de Zootecnia.

Ao CNPq, Capes, INCT – Ciência Animal e Fapemig pelo financiamento desta pesquisa, e ao CNPq, pela bolsa de estudos.

Aos amigos do grupo de pesquisa do Professor Sebastião (Tião): Ana Clara, Breno, Flávia, Herlon, Jessiquinha, Letícia, Magal, Marquinhos e Zanette. Obrigado pelo companheirismo e apoio.

Aos Estagiários e Bolsistas de Iniciação Científica: Ághata, Angélica, Bruno, Caio, Everton, Lethiane, Nathália, Patrícia, Pauliane e Tamiris.

Aos amigos do Laboratório da Ciência da Carne: Débora, Dario, Fabiano, Guitierrez, Luiz, (Janaúba) e Maurício.

Aos amigos da Forragem: Felipe, Felipinho, João, Iana, Mariele, Neia, Ricardo e Vanessa.

Ao meu incansável guru, Thiago (Timão). Mesmo longe, sempre presente e disposto a esclarecer minhas dúvidas.

Ao Professor Sebastião, por ser um exemplo de profissional. Muito obrigado pela confiança em realizar este trabalho, paciência, pronto atendimento, dedicação, orientação e ensinamentos.

Aos Professores Luciana e Odilon, dispostos a contribuir sempre que procurados, pela excelente coorientação.

Aos Professores Edenio e Stefanie, por aceitarem participar desta banca e pela contribuição para melhoria deste trabalho.

Aos demais professores do Departamento de Zootecnia, por ajudarem em minha formação profissional e pessoal.

Aos funcionários e servidores do Departamento de Zootecnia, em especial, Joécio (Tio Jojô), Pum e Zé Geraldo por estarem sempre à disposição para ajudar.

A todos vocês, que sem dúvida, me ajudaram a ser alguém melhor do que quando iniciei esta jornada. Muito Obrigado, pelos momentos de convivência, auxílio, descontração e crescimento pessoal.

BIOGRAFIA

DOUGLAS RODRIGUES DA COSTA, filho de Walter Moreira da Costa e Cleonice Rodrigues da Costa, nasceu em João Monlevade, MG, em 15 de junho de 1988.

Em 2004 ingressou no curso Técnico em Metalurgia no Centro Federal de Educação Tecnológica de Ouro Preto, *campus* Ouro Preto, colando grau em 2007.

Em 2010 ingressou no curso de Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, colando grau em janeiro de 2015.

Em 2015 ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes, submetendo-se à defesa de dissertação em julho de 2017.

ÍNDICE

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	x
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	5
CAPÍTULO 1 - Silagem de grãos reidratados de milho ou sorgo associados à inoculante microbiano na dieta de cordeiros em crescimento: desempenho e qualidade de carne	
RESUMO.....	8
INTRODUÇÃO.....	10
MATERIAL E MÉTODOS.....	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
CONCLUSÕES.....	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
CAPÍTULO 2 - Silagem de grãos reidratados de milho ou sorgo associados à inoculante microbiano na dieta de ovinos em crescimento: consumo, digestibilidade, balanço de N e eficiência microbiana	
RESUMO.....	45
INTRODUÇÃO.....	47
MATERIAL E MÉTODOS.....	48
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
CONCLUSÕES.....	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68

RESUMO

COSTA, Douglas Rodrigues da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2017. **Uso de inoculante microbiano em silagem de grãos de milho e de sorgo reidratados para ovinos em crescimento.** Orientador: Sebastião de Campos Valadares Filho. Coorientadores: Luciana Navajas Rennó e Odilon Gomes Pereira.

A presente dissertação foi elaborada com base em dois experimentos. No primeiro, avaliou-se a utilização de inoculante microbiano em relação a melhora no consumo voluntário e na digestão dos nutrientes das dietas, e avaliar a substituição do milho pelo sorgo em relação ao desempenho, e sobre as alterações sensoriais na carne de cordeiros terminados em confinamento. Foram utilizados 28 cordeiros machos não castrados F1 Dorper × Santa Inês, com peso corporal médio inicial de $20,0 \pm 0,7$ kg e idade entre três e quatro meses. Inicialmente, quatro animais foram abatidos e tomados como referência para estimar o peso de corpo vazio (PCVZ) inicial dos animais remanescentes no experimento. Os demais 24 animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2×2 , e cada grupo foi alimentado com uma das dietas composta por dois tipos de grãos ensilados e reidratados: milho (MR) ou sorgo (SR), adicionados (I) ou não de inoculante microbiano (composto de *Lactobacillus plantarum*, *Propionibacterium acidipropionici* e sacarose), com seis repetições. Os grãos de milho e sorgo foram reidratados para 65% de matéria seca, sendo ensilados em toneis plásticos. O volumoso foi a silagem de milho. O experimento foi dividido em três períodos de 28 dias. As digestibilidades das dietas foram avaliadas dos 35° aos 40° dias e 75° aos 80° dias do período experimental, utilizando-se a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) para estimar a excreção fecal. Ao final dos 84 dias, todos os animais foram abatidos. Não houve interação ($P > 0,05$) entre tipo de grão e inoculante para nenhuma das variáveis avaliadas. Os consumos de matéria seca (MS), e dos nutrientes assim como dos nutrientes digestíveis totais (NDT) não foram influenciados pelo tipo de grão (milho ou sorgo) ou pela presença de inoculante ($P > 0,05$). Os coeficientes de digestibilidade para MS e

demais nutrientes, também não foram alterados ($P > 0,05$) pelo tipo de grão ou pela inclusão de inoculante microbiano. O ganho médio diário (GMD), o rendimento de carcaça (RC), a eficiência alimentar (EA) e os atributos qualitativos da carne como perdas por cocção (PCc), descongelamento (PD) e total (PT), maciez (FC), pH, acabamento de gordura (EGS) e cor, também não foram influenciados pelo tipo de grão ou pela presença do inoculante microbiano ($P > 0,05$). Conclui-se que as dietas contendo silagem de grãos reidratados de milho ou sorgo foram igualmente eficientes para a terminação de ovinos e que o inoculante microbiano utilizado não foi capaz de promover melhorias no desempenho produtivo de ovinos. No segundo experimento, avaliou-se utilização de inoculante microbiano, o processamento na forma de reidratação e ensilagem dos grãos de milho e sorgo em relação à melhora da digestão do amido e digestão dos nutrientes das dietas, no crescimento microbiano ruminal e a retenção de nitrogênio no organismo do animal. Foram utilizados cinco ovinos não castrados com peso médio inicial de $30,0 \pm 2,4$ kg distribuídos em um delineamento em quadrado latino 5×5 , em esquema fatorial $2 \times 2 + 1$, constituídos por dois tipos de grãos reidratados: milho (MR) ou sorgo (SR), adicionados (I) ou não de inoculante microbiano e um tratamento contendo milho moído (M). Os grãos de milho e sorgo no tratamento de reidratação alcançou 65% de matéria seca, sendo ensilados em toneis plásticos. O volumoso utilizado foi a silagem de milho. O experimento teve a duração de 105 dias, dividido em cinco períodos de 21 dias cada, sendo 14 dias para adaptação e sete dias para coleta de amostras. Houve interação ($P < 0,05$) entre tipos de grãos e uso de inoculante microbiano apenas para a digestibilidade do amido, dentre as variáveis testadas. O consumo de MS, dos demais nutrientes e dos nutrientes digestíveis totais (NDT), assim como os coeficientes de digestibilidade não foram influenciados pela interação ($P > 0,05$) tipo de grão (milho ou sorgo) e adição ou não de inoculante. Adicionalmente, não se observaram efeito ($P >$

0,05) do tipo de grão, inoculante ($P > 0,05$) e do tipo de processamento (M vs grãos de milho e sorgo reidratados (GR; $P > 0,05$). Entretanto, a digestibilidade do amido, apresentou interação ($P < 0,05$) entre tipo entre tipos de grãos e uso de inoculante microbiano, e também, foram influenciados ($P < 0,05$) pelo tipo de grão (milho ou sorgo), inclusão de inoculante e tipo de processamento (seco ou reidratado), sendo maior a digestibilidade do amido dos grãos que passaram pelo processamento de reidratação e uso de inoculante. Não houve efeito de interação entre tempo e dietas experimentais ($P > 0,05$) sobre os valores de pH no fluido ruminal; no entanto, observou-se efeito de tempo sobre esta variável ($P < 0,05$). Adicionalmente, não se observaram efeitos de interação entre tipo de grão e inoculante ($P > 0,05$), efeito do tipo de grão ($P > 0,05$), inoculante e do tipo de processamento (M vs GR). Não houve efeito de interação entre tempo e dietas experimentais ($P > 0,05$) sobre as concentrações de N-NH₃ no fluido ruminal; no entanto, observou-se efeito de tempo sobre esta variável ($P < 0,05$). Adicionalmente, observou-se efeitos ($P < 0,05$) para o tipo de processamento (M vs GR), em que os grãos reidratados obtiveram maiores médias. O balanço de nitrogênio e eficiência microbiana não foram influenciados pela interação ($P > 0,05$) tipos de grãos e adição ou não de inoculante. Também, não se observou efeito ($P > 0,05$) sobre tipo de grão, inoculante ($P > 0,05$) e do tipo de processamentos (M vs GR; $P > 0,05$). Conclui-se que dietas contendo grãos processados na forma seca ou reconstituída foram igualmente eficientes no funcionamento do rúmen, que o tipo de grãos também não altera os parâmetros ruminiais e que o inoculante microbiano utilizado não foi capaz de promover melhorias na digestibilidade das dieta de ovinos.

ABSTRACT

COSTA, Douglas Rodrigues da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2017. **Use of microbial inoculant in silage grains of corn and sorghum rehydrated for growing sheep.** Adviser: Sebastião de Campos Valadares Filho. Co-advisers: Luciana Navajas Rennó and Odilon Gomes Pereira.

The present dissertation was elaborated based on two experiments. In the first one was evaluated the effect of the microbial inoculant and the substitution of maize by sorghum on voluntary consumption and nutrient digestion of diets, performance, and sensorial changes in the meat of lambs finished in confinement. Were used 28 male lambs, not castrated F1 Dorper × Santa Inês, with initial body weight of $20,0 \pm 0,7$ kg, and age between three and four months. Initially, four animals were slaughtered and taken as reference to estimate the initial empty body weight (EBW) of the animals remaining in the experiment. The remaining 24 animals were distributed in a completely randomized design in a 2×2 factorial scheme, and each group was fed with one of the diets composed of two types of grains ensiled and rehydrated corn (RC) or sorghum (RS), added (A) or not of inoculant microbial (compound of *Lactobacillus plantarum*, *Propionibacterium acidipropionici* and sucrose), with six replicates. The corn and sorghum grains were rehydrated to 65% of dry matter, being ensiled in plastic sherds. The volume was corn silage. The experiment was divided into three periods of 28 days. The digestibilities of the diets were evaluated from the 35th to the 40th day, and from the 75th to the 80th day of the experimental period, using the indigestible neutral detergent fiber (INDF) to estimate fecal excretion. At the end of the 84 days, all animals were slaughtered. There was no interaction ($P > 0,05$) between grain type and inoculant for any of the evaluated variables. Consumption of dry matter (DM) and nutrients as well as total digestible nutrients (TDN) were not influenced by the type of grain (corn or sorghum) or by the presence of inoculant ($P > 0,05$). The digestibility coefficients for DM and other nutrients were also not altered ($P > 0,05$) by grain type or by the inclusion of microbial inoculant.

The average daily gain (ADG), carcass yield (CY), feed efficiency (FE) and the qualitative attributes of the meat as cooking losses (CL), thawing (TL) and total, softness (FC), pH, fat finishing (FF) and color were also not influenced by the type of grain or by the presence of the microbial inoculant ($P > 0,05$). It was concluded that the diets containing rehydrated grain silage of maize or sorghum were equally efficient for the finishing of sheep and that the microbial inoculant used was not able to promote improvements in the productive performance of sheep. In the second experiment, the use of microbial inoculant was evaluated in the processing, in the rehydration and ensilage of maize and sorghum grains and on the digestion of the starch and other nutrients of the diets, microbial growth and retention of nitrogen in the animal's organisms. Were used five uncastrated lambs with an initial average weight of 30.0 ± 2.4 kg distributed in a 5×5 Latin square design, in a $2 \times 2 + 1$ factorial scheme, consisting of two types of rehydrated grains corn (RC) or sorghum (RS), added (A) or not of microbial inoculant and a treatment containing ground corn (C). The maize and sorghum grains in the rehydration treatment reached 65% dry matter, being ensiled in plastic barrels. The volume used was corn silage. The experiment lasted 105 days, divided into five periods of 21 days each, being 14 days for adaptation and seven days for sample collection. There was interaction ($P < 0,05$) between grain types and use of microbial inoculant only for starch digestibility, among the variables tested. Consumption of (DM), of others dietary constituents and total digestible nutrients (TDN), as well as the digestibility coefficients were not influenced by the type of grain (corn or sorghum) interaction ($P > 0,05$) and addition or absence of inoculant. In addition, no effect ($P > 0,05$) of the grain type was observed, and the type of processing (dry corn grains vs rehydrated corn and sorghum grains (RG; $P > 0,05$) However, the digestibility of the starch presented interaction ($P < 0.05$) between grain types and the use of microbial inoculant, and was also influenced by

the ($P < 0,05$) type of processing (dry or rehydrated), being greater the digestibility of starch obtained for the grains that went through the processing of rehydration and use of inoculant. There was no interaction effect between time and experimental diets ($P > 0,05$) on pH values in the ruminal fluid however, we observed a time effect on this variable ($P < 0,05$). In addition, no interaction effects were observed between grain type and inoculant ($P > 0,05$), effect of grain type ($P > 0,05$), inoculant and type of processing (C vs RG). There was no interaction effect between time and experimental diets ($P > 0,05$) on the concentrations of N-NH₃ in the ruminal fluid. However, we observed a time effect on this variable ($P < 0,05$). In addition, an effect ($P < 0,05$) was observed for the type of processing (C vs RG), in which the rehydrated grains obtained higher averages. Nitrogen balance and microbial efficiency were not influenced by the interaction ($P > 0,05$), grain types and addition or not of inoculant. Also, no effect ($P > 0,05$) was observed on grain type, inoculant ($P > 0,05$) and type of processing (C vs RG; $P > 0,05$). It is concluded that diets containing grains processed in dry or reconstituted form were equally efficient in rumen function, that the type of grains also does not alter the ruminal parameters, and that the microbial inoculant used was not able to promote improvements in the digestibility of sheep diets.

INTRODUÇÃO GERAL

Almejando-se abater animais mais precoces, trabalhos vêm sendo realizados com ovinos consumindo dietas contendo diferentes níveis de concentrado (Moreno et al., 2010; Santos et al., 2015), demonstrando-se que, diminuindo o volumoso, aumenta-se o consumo de matéria seca e, conseqüentemente, o de todos nutrientes e de energia, ocasionando maior ganho de peso dos cordeiros, com diminuição do tempo para o abate.

O milho e o sorgo, encontrados em proporções significativas nos concentrados ofertados para ruminantes, são utilizados com o principal objetivo de fornecer energia, proveniente, principalmente, do amido (Oliveira et al., 2015). A proporção dos polímeros de glicose (amilose e amilopectina) que constituem os grânulos de amido são, em parte, responsáveis pelas diferentes taxas de digestão do amido (Denardin e Silva, 2009).

No grão, o endosperma é rico em amido e proteínas, como as prolaminas (Gibbon et al., 2005), ricas em aminoácido prolina, de baixa solubilidade em água ou fluido ruminal. Cada cereal possui nome específico para as prolaminas como a zeína contida no milho e a kafirina presente no sorgo (Hoffman et al., 2011). Por apresentarem hidrofobicidade, ocorre uma limitação na digestão do amido pelo trato digestório como um todo (Owens e Zinn, 1986; Giuberti et al., 2012).

Técnicas de processamento como a moagem, peletização, floculação, extrusão e ensilagem de grãos com alta umidade, maximizam a utilização do amido, tornando menor sua excreção nas fezes (Owens e Soderlund, 2006).

A técnica de reconstituição ou reidratação dos grãos, eleva a umidade do grão seco para valores que variam de 28 a 35% (Costa et al., 1999; Benton et al., 2005), proporcionando aumento da degradação ruminal do amido. Os grãos de sorgo e milho, dentre os cereais, são os que apresentam maiores ganhos em digestibilidade após este

processamento. A ensilagem de grãos reidratados proporciona aumento da digestibilidade, devido a ação das proteases bacterianas (Junges et al., 2015) que somada aos ácidos orgânicos advindos da fermentação, promovem maior solubilização das prolaminas (Hoffman et al., 2011).

No entanto, grãos de cereais apresentam elevada quantidade de amido, mas baixa quantidade de carboidratos solúveis, característica que pode prejudicar o processo fermentativo, como redução na produção de ácidos orgânicos e diminuição no tempo de queda do pH (Kung Jr. et al., 2007), possibilitando o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis que utilizam o amido como fonte de energia (Kung Jr. et al., 2007), principalmente leveduras. Nessas condições, a utilização de aditivos microbianos que possam garantir ambiente mais adequado no interior do silo se faz interessante, buscando-se com isso redução de perdas quantitativas e qualitativas durante a armazenagem.

A utilização dos inoculantes microbianos, que constituem-se da associação de bactérias lácticas e enzimas derivadas de subprodutos microbianos como os dos gêneros *Bacillus* e *Aspergillus* são desejados, uma vez que produzem celulases, hemicelulases, amilases, glicoamilases e proteases, que podem promover a digestão de carboidratos estruturais e não estruturais, produzindo açúcares solúveis, utilizados como substrato para a fermentação láctica (Patrizi et al., 2004).

A técnica de processamento aliada a um processo fermentativo mais controlado pode influenciar significativamente na degradação ruminal do amido, proporcionando assim, maior síntese de proteína microbiana.

Para otimizar a síntese de proteína microbiana no rúmen e a eficiência de utilização de proteína não-degradável, Casper e Schingoethe (1989) concluíram que, variando a fonte e a degradabilidade dos carboidratos não-estruturais nas rações, este resultado pode ser alcançado.

Owens e Zinn (2005) avaliando bovinos confinados consumindo dietas contendo de 70 a 80% de milho, sendo esse milho com alta umidade, floculado, laminado a seco e inteiro, encontraram digestibilidade no trato total de 98, 97, 90 e 84%, respectivamente. Quando avaliaram o sorgo, observou-se valor de 96,5% para o grão laminado e 98,8% para o floculado.

O principal efeito do processamento dos grãos, como alguns autores na literatura defendem, pode ser a mudança no local da digestão do intestino delgado para o rúmen. Quando a digestão do amido ocorre no rúmen, aumenta a produção de ácidos graxos voláteis e de proteína microbiana (Zinn et al., 2002).

A digestão com maior eficiência energética ocorre no intestino delgado, seguido pelo rúmen e por último pelo intestino grosso, nos dois últimos ocorre perda de metano e de calor da fermentação. No intestino grosso, a proteína microbiana produzida é perdida nas fezes (Huntington et al., 2006; Owens e Zinn, 2005).

Contudo, dietas com grãos que passaram por intensivos processamentos, ou com grãos que possuem amido mais degradável no rúmen como o trigo, apresentam menor consumo de matéria seca (Costa et al., 2002; Bradford e Allen 2007; Silva et al., 2007). O efeito do local da digestão do amido no consumo pode estar ligado à redução do pH, resultando em acidose subclínica, redução da digestão da fibra, aumento da osmolaridade, aumento de propionato, aumento da absorção de glicose e aumento do teor energético da dieta (Allen, 2000).

Diante disso, há de se destacar que, ainda são escassos os trabalhos na literatura, acerca do uso de silagens de grãos reidratados de milho e de sorgo, o que torna necessária sua avaliação, e poucos são os trabalhos que avaliam a utilização de inoculante microbiano capaz de modificar a fermentação ruminal dos nutrientes e do amido, visando maior desempenho animal.

A partir do exposto formularam-se a seguinte hipótese:

- A substituição total de grãos de milho pelos de sorgo não afeta o desempenho e qualidade da carne de cordeiros terminados em confinamento; e a utilização de inoculante microbiano melhora o consumo voluntário e a digestão dos nutrientes das dietas, conseqüentemente o desempenho de cordeiros terminados em confinamento.

Assim, essa pesquisa foi conduzida com os objetivos de:

- Mensurar os consumos e as digestibilidades dos constituintes das dietas, o teor de nutrientes digestíveis totais, o desempenho, as características de carcaça, o ganho de carcaça e a qualidade de carne de cordeiros, machos não castrados, alimentados com silagens de grãos de milho ou sorgo reidratados adicionados ou não de inoculante microbiano.
- Avaliou-se também os consumos e as digestibilidades aparentes dos constituintes das dietas, o balanço de nitrogênio, a concentração de amônia e o pH ruminal, e a produção de proteína microbiana em ovinos não castrados, alimentados com dietas contendo milho fubá ou silagem de grãos de milho ou sorgo reidratados, adicionados ou não de inoculante microbiano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactation daily cattle. *Journal of Dairy Science*, 83, n.7, 1598-1624, 2000.
- Benton, J.R.; Klopfenstein, T.J.; Erickson, G.R. Effects of corn moisture and length of ensiling on dry matter digestibility and rumen degradable protein. *Nebraska Beef Cattle Reports, Lincoln*, 151, 31-33, 2005.
- Bradford, B.J.; Allen, M.S. Short communication: rate of propionate infusion within meals does not influence feeding behavior. *Journal of Dairy Science*, 90, n.5, 2305-2308, 2007.
- Casper, D. P.; Schingoethe, D. J. Lactational Response of Dairy Cows to Diets Varying in Ruminal Solubilities of Carbohydrate and Crude Protein. *Journal of Dairy Science*, 72 n. 4, 928–941, 1989.
- Costa, C.; Arrigoni, M. D. B.; Silveira, A. C.; e Oliveira, H. N. de. Desempenho de bovinos superprecoces alimentados com silagem de milho ou feno de aveia e grãos de milho ensilados ou secos. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 24, 1175, 2002.
- Costa, C.; Arrigoni, M.B.; Silveira, A.C.; Chardulo, L.A.L. Silagem de grãos úmidos. In: *Simpósio Sobre Nutrição De Bovinos*, v.7,1999. Local. Anais..., p.69-87, 1999.
- Denardin, C. C.; Silva, L. P. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. *Ciência Rural*, 39, n. 3, 945-954, 2009.
- Gibbon, B.; L Arkins; B.A. Molecular genetic approaches to developing quality protein maize. *Trends in Genetics, London*, 4, n. 4, 227-233, 2005.
- Giuberti, G.; Gallo, A.; e Masoero, F. Technical note: Quantification of zeins from corn, high-moisture corn, and corn silage using a turbidimetric method: Comparative efficiencies of isopropyl and tert-butyl alcohols. *Journal of Dairy Science*, 95, n. 6, 3384–3389, 2012.
- Hoffman, P.C.; Esser, N.M.; Shaver, R.D.; Coblenz, W.K.; Scott, M.P.; Bodnar, A.L.; Charley, R.C. Influence of ensiling time and inoculation on alteration of the starch-

- protein matrix in high-moisture corn. *Journal of Dairy Science*, 94(5), 2465-2474, 2011.
- Huntington, G.B.; Harmon, D.L.; e Richards, C.J.. Sites, rates, and limits of starch digestion and glucose metabolism in growing cattle. *Journal of Animal Science*, 84 Suppl, 14-24, 2006.
- Junges, D.; Morais, G.; Daniel, J.L.P.; Spotto, M.H.F.; Nussio, L.G. Contribution of proteolytic sources during fermentation of reconstituted corn grain silages. In: *International Silage Conference*, Piracicaba. Rio das Pedras, SP: Grafica Riopedrense, n. 17, p.566-567, 2015.
- Kung Jr., L.; Schmidt, R.J.; Ebling, T.E., HU, W. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of ground and whole high-moisture corn. *Journal of Dairy Science*, 90, n. 5, 2309-23147, 2007.
- Moreno, G.M.B.; Silva Sobrinho, A.G.; Leão, A.G.; Loureiro, C.M.B.; Perez, H.L.; Rossi, R. C. Desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, 39, n. 4, 853-860, 2010.
- Oliveira, L.S.; Mazon, M.R.; Pesce, R.F.; Pesce, D.M.C.; Silva, S. da L. e, Nogueira Filho, J.C.M.; Leme, P.R. Processamento do milho grão sobre desempenho e saúde ruminal de cordeiro. *Ciência Rural*, 45 n. 7, 1292-298, 2015.
- Owens, F; Soderlund, S. "Ruminal and Postruminal Starch Digestion by Cattle." *Cattle Grain Processing Symposium* 1:116-28, 2006.
- Owens, F.; Zinn, R. A. Corn Grain for Cattle: Influence of Processing on Site and Extent of Digestion. In: Annual Southwest Nutrition and Management Conference, 20, 2005, Proceedings... Tempe: 2005, p.86-112. Disponível em: < <http://cals-cf.calsnet.arizona.edu/animsci/ansci/swnmc/papers/2005/OwensSWNMC%20Proceedings%202005.pdf>>. Acessado em: 20/05/2017.
- Owens, F.N.; Zinn, R.A.; e Kim, Y.K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. *Journal of Animal Science*, 63 n.5, 1634-1648, 1986.

- Patrizi, W.L.; Madruga, C.R.F.; Minetto, T.P.; Nogueira, E.; e Morais, M.G. Efeito de aditivos biológicos comerciais na silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria E Zootecnia*, 56 n. 3, 392-397, 2004.
- Santos, R.S.; Ribeiro, K.G.; Filho, S.C.V.; Pereira, O.G.; Villela, S.D.J.; Rennó, L.N.; e Silva, J.L. Effects of diets with high and low protein contents and two concentrate levels in Santa Ines×Texel lambs. *Livestock Science*, 177, 79-87, 2015.
- Silva, S. L.; Leme, P. R.; Putrino, S. M. et al. Milho grão seco ou úmido com sais de cálcio de ácidos graxos para novilhos nelore em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, n. 5, 1426-1434, 2007.
- Zinn, R.A.; Owens, F.N.; Ware, R.A. Flaking corn: Processing mechanics, quality standards, and impacts on energy availability and performance of feedlot cattle. *Journal of Animal Science*. 80, n. 5, 1145-1156, 2002.

CAPÍTULO 1

SILAGEM DE GRÃOS REIDRATADOS DE MILHO OU SORGO ASSOCIADOS À INOCULANTE MICROBIANO NA DIETA DE CORDEIROS EM CRESCIMENTO: DESEMPENHO E QUALIDADE DE CARNE

Resumo: Objetivou-se avaliar a utilização de inoculante microbiano em relação a melhora no consumo voluntário e na digestão dos nutrientes das dietas, e avaliar a substituição do milho pelo sorgo em relação ao desempenho, e sobre as alterações sensoriais na carne de cordeiros terminados em confinamento. Foram utilizados 28 cordeiros machos não castrados F1 Dorper × Santa Inês, com peso corporal médio de $20,0 \pm 0,7$ kg e idade entre três e quatro meses. Inicialmente, quatro animais foram abatidos e tomados como referência para estimar o peso de corpo vazio (PCVZ) inicial dos animais que permaneceram no experimento. Os demais 24 animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2×2 , sendo elaboradas silagens de dois tipos de grãos reidratados: milho (MR) ou sorgo (SR), adicionados (I) ou não de inoculante microbiano (composto de *Lactobacillus plantarum*, *Propionibacterium acidipropionici* e sacarose), com seis repetições. Os grãos de milho e sorgo foram reidratados para 65% de matéria seca, sendo ensilados em toneis plásticos, sendo abertos pela primeira vez após 70 dias do fechamento e, aberturas subsequentes ocorreram de acordo com o consumo dos animais. O experimento foi dividido em três períodos de 28 dias. As digestibilidades das dietas foram avaliadas dos 35° aos 40° dias e 75° aos 80° dias do período experimental, utilizando-se a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) para estimar a excreção fecal. Não houve interação ($P > 0,05$) entre tipo de grão e inoculante para nenhuma das variáveis avaliadas. Os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) não foram influenciados pelo tipo de grão (milho ou sorgo) ou pela presença de inoculante ($P > 0,05$). Os coeficientes de digestibilidade para MS, MO, PB, EE, FDNcp e CNF também não foram alterados ($P > 0,05$) pelo tipo de grão e inclusão ou não de inoculante microbiano. O ganho médio diário, o rendimento de carcaça, a eficiência alimentar e os atributos qualitativos da carne como perdas por cocção, descongelamento e total, maciez, pH, acabamento de gordura e cor, também não foram influenciados pelo tipo de grão ou pela presença do inoculante microbiano ($P > 0,05$). Conclui-se que as dietas contendo silagem de grãos reidratados de milho ou sorgo

foram igualmente eficientes para a terminação de ovinos e que o inoculante microbiano utilizado não foi capaz de promover melhorias no desempenho produtivo de ovinos.

Palavras-chave: amido, processamento , digestibilidade, qualidade de carne.

INTRODUÇÃO

O milho e o sorgo são os principais grãos usados como fonte de energia nas dietas de ruminantes no Brasil (Oliveira et al., 2015). Entretanto, o potencial energético desses grãos não é aproveitado ao máximo, devido à baixa digestão do amido (Denardin e Silva, 2009).

Somado a isso, os grãos apresentam no endosperma vítreo as prolaminas (Gibbon et al., 2005), que são proteínas ricas em aminoácido prolina, que apresenta baixa solubilidade em água e no fluido ruminal. Sua hidrofobicidade limita a digestão do amido, principalmente pelos microrganismos ruminais e também pelas enzimas do trato digestório total (Owens e Zinn, 1986; Giuberti et al., 2012).

Visando melhorar a degradação ruminal do amido e potencializar a produção de proteína microbiana, faz-se necessário o processamento dos grãos. Uma técnica que vem ganhando espaço dentre os processamentos, é a reconstituição ou reidratação dos grãos. O benefício da técnica consiste na produção dos ácidos orgânicos advindos da fermentação (Junges et al., 2015), que em conjunto com as proteases bacterianas, promovem solubilização das prolaminas (Hoffman et al., 2011), promovendo maior acesso aos grânulos de amido.

No entanto, grãos de cereais, apresentam elevada quantidade de amido, característica que pode prejudicar o processo fermentativo, como redução na produção de ácidos orgânicos e diminuição no tempo de queda do pH (Kung Jr. et al., 2007). Por essa razão, a utilização dos inoculantes microbianos, compostos da associação de bactérias lácticas e enzimas derivadas de subprodutos microbianos, pode promover a digestão de carboidratos estruturais e não estruturais, produzindo açúcares solúveis utilizados como substrato para a fermentação láctica (Patrizi et al., 2004), melhorando o perfil fermentativo do material ensilado.

São escassos os trabalhos na literatura acerca do uso de silagens de grãos reidratados de milho e de sorgo, e poucos são os trabalhos nos quais se avaliou a utilização de inoculante microbiano para modificar a fermentação e alcançar maior qualidade higiênica aliada a um menor risco de deterioração do material ensilado.

Desse modo, foi hipotetizado que a utilização de inoculante microbiano melhora o consumo voluntário e a digestão dos nutrientes das dietas, e que a substituição do milho pelo sorgo não altera o desempenho, e também não promove alterações sensoriais na carne de cordeiros terminados em confinamento.

Com isso objetivou-se mensurar o consumo de matéria seca, a digestibilidade aparente dos nutrientes, o teor de nutrientes digestíveis totais, o desempenho, as características de carcaça, o ganho de carcaça e a qualidade de carne de cordeiros machos não castrados alimentados com silagens de grãos de milho ou sorgo reidratados, adicionados ou não de inoculante microbiano.

MATERIAL E MÉTODOS

Local

Este experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais de Produção da UFV (CEUAP - UFV), protocolo nº 09/2016.

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), situada em Viçosa, Minas Gerais, Brasil. A cidade de Viçosa tem altitude média de 648 m, latitude 20°45'14" sul e longitude 42°52'55" oeste. O clima é do tipo Cwa, clima subtropical úmido, com verão chuvoso e inverno seco.

Ensilagem

Foram confeccionados 12 silos, sendo três de milho reidratado sem inoculante microbiano, três de milho reidratado com inoculante microbiano, três de sorgo reidratado

sem inoculante microbiano e três de sorgo reidratado com inoculante microbiano. Os grãos de milho e sorgo foram oriundos da Central de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro (CEPET), da Universidade Federal de Viçosa. A CEPET está localizada no município de Capinópolis, situada na Região do Pontal do Triângulo Mineiro do Estado de Minas Gerais, com altitude média de 620,2 m, latitude 18°40'55" sul e longitude 49°34'11" oeste. O clima é do tipo Aw, quente e úmido, com temperatura mínima do mês mais frio acima de 18 °C; apresentando precipitações médias anuais entre 1400 a 1600 mm, com estação chuvosa no verão e inverno seco.

O milho e o sorgo foram desintegrados em moinho estacionário de martelos, utilizando peneira de crivo com 3 mm. Após esse procedimento foi avaliada a matéria seca (MS) dos grãos segundo técnica INCT - CA G-003/1, que se encontrou próximo de 87% e em seguida realizou-se a reidratação da MS para 65%, utilizando a seguinte fórmula:

$\Delta H_2O = (MSi-MSd)/MSd$, sendo: ΔH_2O : quantidade de água a ser adicionada por kg de grão (L/kg); MSi: matéria seca inicial (%); MSd: matéria seca desejada (%).

No processo de ensilagem e reidratação do material, utilizou-se uma betoneira (MAQTRON® modelo M400, com motor 2 CV monofásico) com capacidade de 400 L para misturar e homogeneizar a água adicionada ao material, adotando um tempo de mistura de 10 minutos.

Aos tratamentos com adição de inoculante, utilizou-se o inoculante microbiano (LALSIL® Milho), solubilizado de forma homogênea na água no momento da mistura, usando a dosagem recomendada pelo fabricante para ensilagem de grãos reidratados de 5 g/tonelada, cuja composição é: *Lactobacillus plantarum* MA 18/5U ($3,0 \times 10^{10}$ UFC/g), *Propionibacterium acidipropionici* MA 26/4U ($3,0 \times 10^{10}$ UFC/g) e sacarose.

Os grãos, após a reidratação, foram ensilados em tonéis plásticos com capacidade média de 230 kg. Estes foram providos de tampa com válvulas do tipo “Bunsen” para permitir o livre escape dos gases da fermentação.

A compactação foi realizada para alcançar uma densidade de 900 a 1000 kg/m³. Os silos foram mantidos à sombra, em temperatura ambiente, sendo a primeira abertura para fornecimento aos animais, aos 70 dias após a ensilagem. As demais aberturas ocorreram de acordo com o consumo dos animais.

Animais e instalações

Foram utilizados 28 cordeiros machos não castrados F1 Santa Inês × Dorper, com idade de três a quatro meses e peso médio inicial de 20,0±0,7 kg. Inicialmente, quatro animais foram abatidos e tomados como referência para estimar o peso de corpo vazio (PCVZ) inicial dos animais que permaneceram no experimento. Os 24 animais que permaneceram no experimento, foram mantidos em período de adaptação por 15 dias. A dieta nesta etapa foi à base de silagem de milho *ad libitum*, 200 g de concentrado e 30 g de sal mineral específico para ovinos.

Após este período procedeu-se os sorteios dos tratamentos aos animais já alojados em suas respectivas gaiolas, segundo as premissas do delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 × 2, sendo dois tipos de grão (milho ou sorgo) e inoculante microbiano (adicionado ou não). Estes animais, foram alojados em galpão coberto e distribuídos individualmente em gaiolas de metal suspensas (0,70 m do piso ripado até o chão), com dimensões de 1,55 m × 0,88 m × 1,90 m (C × L × A), contendo cocho de alimentação e baldes com 6 L de capacidade como bebedouros individuais.

Antes de iniciar o experimento, os animais foram pesados, identificados e vermifugados contra ectoparasitas com medicamento a base de Ivermectina (Ivomec[®] Injetável), sendo aplicado via subcutânea na dose de 200 µL/kg. Foram também

vermifugados com endoparasiticida via oral, no início do período de adaptação e dois meses após a primeira aplicação, sendo administrados 3 mL por animal de vermífugo, que tem como princípio ativo o Albendazol (Albendazole[®]). O piso abaixo das gaiolas foi limpo diariamente.

Dietas

As dietas experimentais foram formuladas para serem isonitrogenadas (140,0 g de PB/kg de MS), para cordeiros com peso corporal médio de 20 kg e ganho médio diário de 200 g/dia, segundo o NRC (2007). O volumoso utilizado foi a silagem de milho e o concentrado foi constituído de milho ou sorgo reidratados, adicionados ou não de inoculante microbiano, mais um núcleo mineral proteico, composto por farelo de soja, calcário, mistura mineral e ureia/sulfato de amônio, contendo 532,5 g de proteína bruta por kg de matéria seca (MS). A relação volumoso:concentrado foi calculada para ser aproximadamente 40:60 na base da MS. Na Tabela 1 estão apresentadas as proporções dos ingredientes das dietas, e na Tabela 2 são apresentadas as dietas experimentais.

Manejo alimentar, consumo e análises laboratoriais.

Foram colhidas amostras das silagem de grãos reidratados de cada silo, antes e 70 dias após o fechamento destes. Uma alíquota de 25 g foi adicionada à 225 mL de Ringer's solution estéril (Oxoid, Cambridge, UK) e processadas em liquidificador industrial por cerca de 1 minuto, para homogeneização do extrato aquoso. Após, foi aferido o pH, utilizando um potenciômetro.

Para a determinação do nitrogênio amoniacal, o extrato aquoso obtido a partir do procedimento supracitado, foi filtrado em filtro de papel do tipo Whatman[®] 54, e uma alíquota de 10 mL foi adicionada com três gotas de H₂SO₄ (500 mL/L) e armazenado a -20 °C para posteriores análises. As concentrações de N-NH₃ foram determinadas através do método do fenol-hipoclorito (Weatherburn et al., 1967).

Tabela 1. Proporções e composição química dos ingredientes nas dietas experimentais na base da matéria seca

Ingredientes	Dietas (g/kg de MS)			
	MR	MRI	SR	SRI
Silagem de milho	417,00	420,00	415,00	415,00
MR	458,00	-	-	-
MRI	-	455,00	-	-
SR	-	-	460,00	-
SRI	-	-	-	460,00
Calcário	12,00	12,00	12,00	12,00
Farelo de soja	88,00	88,00	88,00	88,00
Mistura Mineral**	15,00	15,00	15,00	15,00
Ureia/SA (9:1)	10,00	10,00	10,00	10,00
Total	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

Composição química da silagem de milho, do concentrado proteico e dos grãos na base da MS (g/kg de MS)

Itens	NMP*	SM	Tipos de grãos			
			MR	MRI	SR	SRI
MS	918,20	335,60	636,20	634,00	640,50	639,50
MO	734,50	946,76	986,00	986,00	987,20	987,10
PB	532,50	72,50 ¹	90,40 ¹	90,41 ¹	99,52	99,45
EE	15,00	31,20	44,70	46,10	37,90	37,15
FDNcp	98,50	487,50	67,70	67,80	65,00	65,45
CNF	280,60	357,50	783,20	781,69	784,80	785,05
FDNi	17,60	180,40	24,25	24,00	21,50	24,60
pH	-	3,53	3,97	3,88	4,40	4,05
NH ₃	-	8,05	3,65	4,10	2,34	3,60

*NMP: núcleo mineral proteico; SA: sulfato de amônia; MR: milho reidratado sem inoculante microbiano; MRI: milho reidratado com inoculante microbiano; SR: sorgo reidratado sem inoculante microbiano; SRI: sorgo reidratado com inoculante microbiano; SM: silagem de milho; MS: matéria seca, expressa em g/kg; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDNcp: fibra em detergente neutro corrigida para contaminações por cinzas e proteína; CNF: carboidratos não fibrosos; FDNi: fibra insolúvel em detergente neutro indigestível; NH₃: amônia. **Inclusão segundo recomendação do fabricante. Composição por kg de produto: Na: 147,00 g; Ca: 120,00 g; P: 87,00 g; S: 18,00 g; Zn: 3800,00 mg; Fe: 1800,00 mg; Mn: 1300,00 mg; F: 870,00 mg; Cu: 590,00 mg; Mo: 10,00 mg; I: 80,00 mg; Co: 40,00 mg; Cr: 20,00 mg; Se: 15,00 mg. ¹: Foram utilizados dados tabelados do CQBAL 3.0 de PB para SM, MR e MRI.

Os alimentos foram ofertados *ad libitum* aos animais, em duas refeições diárias, às 08h00 e 15h00, metade pela manhã e metade à tarde, sendo o consumo no período de adaptação usado como referência para a alimentação no período experimental, de modo a possibilitar sobras de, aproximadamente 15% do ofertado (na base da matéria natural). As quantidades de volumoso, grãos reidratados e núcleo mineral proteico ofertadas, e também as sobras, foram registradas diariamente. Amostras dos mesmos foram coletadas, identificadas e acondicionadas em sacos plásticos de mantidos congelados a -20°C,

diferindo apenas o núcleo mineral proteico, que teve seus ingredientes amostrados na fábrica de ração nos dias das misturas.

As amostras foram agrupadas, de forma proporcional, em cada período de sete dias, constituindo-se em amostras compostas, as quais foram secas parcialmente em estufa de ventilação forçada (55°) por 72 horas (método INCT-CA G-001/1) e moídas em moinho de faca tipo Willey com peneira de malha de 2 e 1 mm, e agrupadas de forma proporcional a cada 28 dias para análises laboratoriais (Zanetti, 2014).

Foram realizados dois ensaios de digestibilidade, do 35° ao 40° dias e posteriormente do 75° ao 80° dias do período experimental (84 dias), nos quais as fezes de todos os animais foram coletadas às 06h00 no primeiro dia, 09h00 no segundo dia, 12h00 no terceiro dia, 15h00 no quarto dia e às 18h00 no quinto dia. As amostras de fezes foram devidamente identificadas, secas em estufas de ventilação forçada (55 °C por 72 horas) e moídas (em peneiras de 2 e 1 mm) em moinho tipo Willey. Posteriormente foram feitas amostras compostas de fezes por animal, que foram armazenadas em recipientes plásticos para posterior análises laboratoriais.

Tabela 2. Composição química das dietas experimentais

Itens	Dietas (g/kg de MS)			
	MR	MRI	SR	SRI
MS	546,09	544,19	548,67	548,21
MO	927,52	927,30	928,39	928,34
PB	138,19	138,14	138,28	140,12
EE	32,19	31,88	30,92	30,56
FDNcp	249,17	249,19	245,77	245,59
CNF	523,16	523,31	528,61	526,91

MR: milho reidratado sem inoculante microbiano; MRI: milho reidratado com inoculante microbiano; SR: sorgo reidratado sem inoculante microbiano; SRI: Sorgo reidratado com inoculante microbiano; SM: silagem de milho; MS: matéria seca, expressa em g/kg; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDNcp: fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF: carboidratos não fibrosos.

Para a análise da digestibilidade, usou-se o valor de consumo de MS referentes aos dias da semana destinados as coletas de fezes. Foi realizado a média das digestibilidade dos dois períodos de coleta, para obtenção dos valores da digestibilidade.

A fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) foi utilizada como indicador interno para a estimacão da excreo fecal. A FDNi, foi obtida, após a incubaco em bovinos, das amostras de fezes, sobras, volumoso, ingredientes do núcleo mineral proteico e grãos reidratados que foram coletados durante a semana do ensaio de digestibilidade e modos a 2 mm, em filter bags tipo F57 (Ankom[®]) *in situ* por 288 horas, de acordo com técnica descrita por Detmann et al. (2012; INCT-CA F-008/1).

As amostras de volumoso, ingredientes do núcleo mineral proteico, grãos reidratados, sobras e fezes foram avaliadas quanto ao teor de matéria seca (MS) segundo técnica INCT - CA G-003/1, matéria orgânica (MO) segundo INCT - CA M-001/1, proteína bruta (PB) segundo método INCT - CA N-001/1, fibra em detergente neutro (FDN) segundo método INCT - CA F-001/1 e correoes para proteína e cinzas, respectivamente, segundo métodos INCT- CA N004/1 e INCT - CA M-002/1, extrato etéreo (EE) segundo método INCT - CA G-004/1, conforme descritas por Detmann et al. (2012).

A quantificao dos carboidratos não fibrosos (CNF) foi realizada de acordo com (Detmann e Valadares Filho 2010).

Abate e avaliao de carcaça

Antes dos abates, os animais foram submetidos a jejum de sólidos por 16 horas. O abate foi realizado por insensibilizao via concussão cerebral, sendo logo após feita a sangria via seco da jugular para sangramento total. Após o abate, o trato gastrintestinal (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso) de cada animal foi esvaziado e lavado. Os pesos do coraco, pulmões, fígado, baço, rins, gordura interna, diafragma, mesentério, cauda e aparas, juntamente com os do trato gastrintestinal lavado, foram somados aos das demais partes do corpo (carcaça, cabeça, couro, patas e sangue) para mensurao do peso de corpo vazio (PCVZ). A relao média obtida entre o PCVZ

e o peso corporal do grupo referência foi utilizada para a estimativa do PCVZ inicial dos animais que permaneceram no ensaio.

Foram calculadas as relações entre o PCVZ e o peso corporal dos animais mantidos no experimento. Para conversão do peso corporal em jejum em peso de corpo vazio, utilizou-se o seguinte modelo: $PCVZ = a \times PCJ^b$, sendo PCVZ: peso de corpo vazio (kg); a: intercepto; b: coeficiente de regressão do peso corporal em jejum em função do peso de corpo vazio; PCJ: peso corporal em jejum (kg).

Para conversão do ganho médio diário em ganho de peso de corpo vazio, foram calculadas as relações entre estes a partir do seguinte modelo: $GPCVZ = a \times GMD^b$, sendo GPCVZ: ganho de peso de corpo vazio (kg/dia); a: intercepto; b: coeficiente de regressão do ganho médio diário em função do ganho de peso de corpo vazio; GMD: ganho médio diário (kg/dia).

Para estimar o pH, foi utilizado o parâmetro modelo MW102-Food® da marca Milwaukee. O músculo *Longissimus dorsi* foi escolhido para realizar as mensurações do pH, que ocorreram logo após o abate e ao completarem 24 horas de resfriamento de cada carcaça.

As carcaças foram pesadas após o abate, obtendo-se assim os pesos de carcaça quente. As carcaças foram penduradas pelos tendões em ganchos apropriados, distanciadas 17 cm uma da outra e resfriadas por 24 horas em câmara frigorífica a 4°C, sendo novamente pesadas após esse tempo para avaliação do rendimento de carcaça fria.

Em sequência, as carcaças foram seccionadas na metade, e foi tomado da meia carcaça esquerda, a seção do músculo *Longissimus dorsi*, entre a 12ª e 13ª costelas, para realização das medidas de área de olho de lombo e da espessura de gordura subcutânea. A espessura de gordura subcutânea foi medida no terceiro quarto do músculo, a partir da

coluna vertebral, perpendicularmente ao músculo *Longissimus dorsi*, segundo recomendações de Tullio (2004).

Foi realizado corte transversal na região entre a 12^a e 13^a costelas, e em seguida, foi retirado o decalque da peça em papel vegetal com o qual foi realizado a medida da área de olho de lombo, retirou-se também uma amostra do músculo *Longissimus dorsi* que foi embalada a vácuo e congelada a -20 °C para posteriores análises da qualidade da carne.

Posteriormente, da amostra do músculo *Longissimus dorsi*, foram obtidos três bifês de uma polegada cada, sendo um destinado a análise de coloração, outro para estimativas das perdas por descongelamento e cocção e em seguida avaliado quanto à força de cisalhamento, no terceiro bife foi realizada a análise para obtenção do índice de fragmentação miofibrilar (IMF). As análises foram realizadas no Laboratório de Ciência da Carne do Departamento de Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa.

Para a análise da coloração da carne, o bife foi previamente descongelado a 4°C durante 16 horas. Após o descongelamento, foi exposto durante 30 minutos ao ar, permitindo a re-oxigenação da mioglobina, posteriormente foi realizada a leitura para as faixas L, a*, b*, conforme o sistema CIELab, utilizando um colorímetro Hunterlab EZ4500. O valor de L* (luminosidade) máximo é 100, e representa uma perfeita reflexão difusa da luz, enquanto que o valor mínimo, zero, caracteriza o preto, ausência de reflexão da luz. Os eixos a* e b* não apresentam limites numéricos específicos. A coordenada a* varia do vermelho (+a*) ao verde (-a*) e a coordenada b* do amarelo (+b*) ao azul (-b*) (MacDougal, 1994). Os valores de L*, a*, b* foram obtidos a partir de cinco leituras realizadas em pontos diferentes da superfície de cada bife.

Nos bifês utilizados para calcular as perdas de exsudatos, a perda por descongelamento foi considerada como a diferença gravimétrica entre os bifês antes e após o descongelamento por 16 horas a 4 °C. Já na avaliação da perda por cocção, os bifês

foram pesados antes e depois de assados em banho maria entre 75 a 80 °C, sendo revolvidos a cada 15 minutos, até atingirem temperatura interna de 70 °C. O monitoramento da temperatura interna dos bifes foi realizada através de termômetros tipo K, cujas sondas foram inseridas no centro geométrico de cada bife. As perdas totais foram obtidas pela diferença de peso entre as amostras congeladas e após o cozimento.

A maciez da carne foi estimada por intermédio da força de cisalhamento. Esta análise foi realizada com os mesmos bifes utilizados para as avaliações de perdas em que os bifes após assados foram refrigerados por 16 horas à 4 °C. Após este período, cinco amostras cilíndricas de 1,27 cm de diâmetro, foram retiradas de cada bife, de forma paralela à orientação das fibras musculares, utilizando-se um amostrador de aço inox.

A força de cisalhamento foi mensurada, utilizando a técnica descrita por Wheeler et al. (1998); cisalhando as amostras citadas, a cima, utilizando-se lâmina de corte em V, com angulação de 60° e espessura de 1,016 mm com velocidade fixa de 20 cm/minuto, acoplada a um texturômetro Warner-Bratzler®.

O índice de fragmentação miofibrilar (IMF) das amostras, foi estimado de acordo com a técnica proposta por Culler et al. (1978), utilizando ainda as modificações propostas por Hopkins et al. (2004), conforme descrito abaixo.

Foram retiradas em duplicata 0,5 g de amostra de carne, no sentido da orientação das fibras musculares, evitando contaminação de tecido conectivo e gorduroso. As alíquotas foram homogeneizadas em tubos Falcon® com 30 mL de solução tampão de IFM à 2 °C (100 mM KCl, 20 mM de fosfato potássio pH 7,0, 1 mM MgCl₂ e 1 mM NaN₃, pH 7,0), por duas vezes com duração de 30 segundos cada rodada. A homogeneização foi realizada utilizando Ultra-Turrax (Ultra-80 II, Homomix) com haste de dispersão com 10 mm de diâmetro, moldada em aço inoxidável, utilizando uma rotação de 1000 × g. Durante as homogeneizações, as amostras foram mantidas em banho de gelo.

Após o procedimento, as alíquotas homogeneizadas foram filtradas em um tubo de centrífuga de 50 mL, utilizando um coador com porosidade de 1 mm². Para melhor recuperação das miofibrilas e ajudar na filtração foi utilizado mais 10 mL de solução tampão de IFM.

O material homogeneizado e filtrado foi então centrifugado na rotação de 1.000 × g a 2 °C por 10 minutos. Após a centrifugação, o sobrenadante foi descartado e o pellet foi ressuspenso, utilizando 10 mL de solução tampão de IFM. Este processo de centrifugação foi realizado mais duas vezes, refazendo o mesmo processo (totalizando 3 centrifugações) obtendo o material extraído do *pellet*. Ao final realizou-se a quantificação de proteínas miofibrilares totais pelo método do macro biureto (Gornaliet et al., 1949). Cada amostra foi então diluída, utilizando solução tampão de IFM para um volume final de 4,0 mL e concentração de proteína de 0,5 mg/mL. As amostras foram então submetidas à leitura de absorbância (540 nm). O índice de fragmentação miofibrilar foi obtido utilizando por Hopkins et al. (2004).

O comprimento de sarcômero foi estimado, segundo a técnica da difração do laser (Cross et al., 1981), descrita a seguir. Com o auxílio de uma pinça de ponta fina, foram retirados seis finos filamentos de carne de cada amostra, que foram colocadas separadamente em uma lâmina de vidro, posteriormente foi acrescentado uma gota de solução de sacarose 0,2 M (0,2 M de glicose e 0,1 M de NaHPO₄ com pH 7) à 4 °C sobre cada filamento. As lâminas preparadas com os filamentos foram então colocadas em um suporte onde o laser (632,8nm) foi incidido sobre os filamentos. As bancas de difração foram então tomadas 12 cm abaixo do suporte. Foram obtidas seis bandas de difração para cada amostra, sendo o valor médio utilizado para obter o comprimento de sarcômero segundo fórmula: $CS (\mu m) = [0,6328 \times D \times \sqrt{(T/D)^2 + 1}]/T$, sendo: CS: comprimento de sarcômero; D: a distância em mm entre o suporte de fixação das lâminas e o local de

coleta das bandas difusas do laser (no presente trabalho foi utilizado 120 mm) e T: distância em mm, entre as bandas extremas dividida por 2.

Análises estatísticas

As variáveis foram submetidas à análise de variância utilizando o procedimento MIXED do SAS (versão 9.4, 2013; SAS Institute INC., Cary, NC), segundo modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + I_j + TI_{ij} + \varepsilon_{(ij)k}.$$

Sendo μ : constante geral; T: tipo de grão i; I: inoculante j; TI: interação tipo de grão e inoculante; $\varepsilon_{(ij)k}$: erro aleatório não observável, pressuposto NID (0; σ^2).

Adotou-se $\alpha = 0,05$ como nível crítico de probabilidade para ocorrência do erro tipo

I. Foram considerados “*outliers*” os dados que apresentaram valores de resíduos studentizados superiores a $|2|$.

Para cálculo dos coeficientes do PCVZ e GPCVZ, em função do PCJ e GMD, respectivamente, utilizou-se o PROC NLIN do SAS (9.4).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que consumo de MS expressa em g/dia, g/kg PC e peso metabólico apresenta comportamento parecido ao encontrado por Ítavo et al. (2006), que avaliaram o desempenho de cordeiros consumindo dietas à base de capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum*) e grãos de milho ou sorgo, ensilados úmidos, e não encontraram diferença no consumo para os tipos de grãos .

Os valores de consumo de MS em g/dia são inferiores ao consumo de 1050,00 g predito pelas equações do NRC (2007) para cordeiros de 30 kg de PC, com ganho médio esperado de 200,00 g/dia. As médias observadas apresentaram comportamento semelhante ao descrito por Vieira et al. (2013) que, em estudo de metanálise utilizando

ovinos da raça Santa Inês, observaram que o NRC (2007) superestima o consumo de MS para animais desta raça.

A média de consumo das dietas em % PC obtida neste ensaio, foi pouco menor que o estimado pela equação do NRC (2007) que é de 3,51. Entretanto, o ganho de peso de 200,00 g predito, foi alcançado, mostrando que o modelo do NRC (2007) superestima essa variável. Este resultado, pode ter ocorrido devido à maior digestibilidade das dietas contendo silagens de grãos reidratados de milho e sorgo, adicionados de inoculante microbiano ou não, interferindo diretamente no consumo de alimentos, já que essas dietas foram formuladas com baixo teor de FDN oriunda da forragem (silagem de milho).

A provável falta de diferença significativa do CMS pode se dar pela semelhança no valor nutricional do milho e do sorgo. Os fatores que interferem no CMS são complexos, multifatoriais e não existe consenso de como é regulada nos ruminantes esta importante atividade (Forbes, 2007).

Para os consumos de proteína bruta que para PB é de (CPB) e NDT observou-se medias superiores às recomendadas pelo NRC (2007), sendo 130 g/dia para PB e 560 g/dia para o NDT quando estimado ganhos 200,00 g/dia. A ausência de efeito do tipo de grão ou do uso de inoculante microbiano sobre os consumos destas e das demais variáveis como MO, EE, FDNcp e CNF, pode ser explicada pela ausência de variação no CMS entre estas dietas.

Segundo Ítavo et al. (2009), não se faz necessário o uso de inoculante microbiano em silagens de grãos úmidos de milho e de sorgo, haja vista que a digestibilidade e o consumo de nutrientes, assim como o teor de NDT, não são influenciados por essa adição.

Tabela 3. Consumos da matéria seca, matéria orgânica, nutrientes digestíveis totais e demais constituintes das dietas contendo silagens de grãos reidratados de milho ou sorgo adicionadas ou não de inoculante microbiano

Variáveis	Dietas				EPM ¹	Valor-P ²		
	MR	MRI	SR	SRI		TG	I	TG × I
CMS (g/dia)	897	950	943	997	47,270	0,308	0,992	0,248
CMS (g/kg PC)	32,70	32,90	31,70	33,40	1,280	0,831	0,412	0,531
CMS (g/kg PV ^{0,75})	76,1	72,0	75,3	76,6	0,224	0,940	0,221	0,866
CMO (g/dia)	871	883	911	952	40,974	0,183	0,509	0,721
CPB (g/dia)	134	132	138	145	6,863	0,215	0,694	0,486
CEE (g/dia)	32,8	31,4	30,7	32,7	1,612	0,782	0,876	0,276
CFDNcp (g/dia)	225	235	234	240	12,100	0,558	0,830	0,492
CCNF (g/dia)	510	513	516	543	25,811	0,469	0,548	0,632
CNDT (g/dia)	696	712	721	733	28,833	0,408	0,939	0,626

CMS: consumo de matéria seca; CMO: consumo de matéria orgânica; CPB: consumo de proteína bruta; CEE: consumo de extrato etéreo; CFDNcp: consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CCNF: consumo de carboidratos não fibrosos; CNDT: consumo dos nutrientes digestíveis totais; MR: milho reidratado ensilado sem inoculante microbiano; MRI: milho reidratado ensilado com inoculante microbiano; SR: sorgo reidratado ensilado sem inoculante microbiano; SRI: sorgo reidratado ensilado com inoculante microbiano; ¹EPM: erro padrão da média ² Valore-P interação tipo de grão e inoculante (TG × I); efeito do tipo de grão (TG); efeito de inoculante (I).

As médias das digestibilidades de MS, FDNcp e PB, apresentam comportamento semelhantes aos resultados encontrado por Schaefer et al. (1989), que ao trabalharem com inoculante microbiano nas silagens de grãos úmidos de milho em dietas de novilhos em terminação, não detectaram diferenças para as digestibilidades da MS, FDN e da PB.

Também, Ítavo et al (2003), ao avaliarem a digestibilidade *in vitro* da MS não encontraram efeito de inoculante microbiano nas silagens de grãos úmidos de milho, inoculadas ou não. Ítavo et al. (2009) também avaliando o uso de inoculante microbiano nas silagens de grãos úmidos de milho ou sorgo, não encontraram diferença na DMS, não recomendando o uso de inoculante microbiano visando melhoras no desempenho animal.

Passini et al. (2002), estudando a digestibilidade em bovinos, de dietas a base de grãos úmidos de milho ou sorgo ensilados, encontraram que a substituição dos grãos úmidos de milho pelo sorgo diminuiu linearmente o teor de nutrientes digestíveis totais das dietas.

Em adição, Sniffen (1980) citou que o sorgo apresenta menor digestibilidade da PB que o milho, devido à maior porcentagem de endosperma periférico presente nos grãos de sorgo. Contudo, neste trabalho os valores observados, apresentaram comportamento semelhante aos observados por Ítavo et al. (2009), que não detectaram alterações entre as digestibilidade das dietas contendo silagem de grão úmido de milho ou sorgo. Esse resultado, pode ser explicado pelo fato dos grãos de sorgo apresentarem 25% amilose e 75% amilopectina, relação essa menor que a observada no milho, que é de 28 % amilose e 72% amilopectina, fato que pode estar relacionado com a teoria sugerida por Van Soest (1994), conferindo certa vantagem no que diz respeito à digestibilidade do grão de sorgo.

Tabela 4. Coeficientes de digestibilidade aparente dos constituintes das dietas contendo silagens de grãos de milho ou sorgo reidratados adicionados ou não de inoculante microbiano

Variáveis	Dietas				EPM ¹	Valor-P ²		
	MR	MRI	SR	SRI		TG	I	TG × I
DMS (%)	73,5	75,0	73,4	73,4	1,192	0,802	0,483	0,251
DMO (%)	71,2	72,5	72,0	71,7	0,993	0,974	0,604	0,398
DPB (%)	67,6	71,9	68,7	65,7	2,458	0,280	0,798	0,129
DEE (%)	84,9	85,9	84,3	83,6	2,045	0,431	0,933	0,661
DFDNcp (%)	40,7	40,7	40,6	39,3	2,124	0,694	0,745	0,721
DCNF (%)	89,5	90,6	90,2	89,7	0,781	0,839	0,671	0,293
DNDT (%)	68,3	70,5	73,6	71,0	3,193	0,241	0,949	0,340

DMS: digestibilidade da matéria seca; DMO: digestibilidade da matéria orgânica; DPB: digestibilidade da proteína bruta; DEE: digestibilidade do extrato etéreo; DFDNcp: digestibilidade da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; DCNF: digestibilidade dos carboidratos não fibrosos; DNDT: digestibilidade dos nutrientes digestíveis totais; MR: milho reidratado ensilado sem inoculante; MRI: milho reidratado ensilado com inoculante microbiano; SR: sorgo reidratado ensilado sem inoculante; SRI: sorgo reidratado ensilado com inoculante microbiano; ¹EPM: erro padrão da média; ²Valore-P interação tipo de grão e inoculante (TG × I); efeito do tipo de grão (TG); efeito de inoculante (I).

Fatores metabólicos podem auxiliar na explicação das similaridades nas digestibilidades quando contrastado o tipo de grão (milho ou sorgo). Ao estudar os parâmetros de fermentação ruminal, Passini et al. (2003), utilizando bovinos alimentados com dietas de grãos com 100% de milho ou 100% sorgo, encontraram que as proporções de ácidos graxos totais foram as mesmas, e que os valores de pH ruminal também foram semelhantes. Evidenciando com isso que pode haver semelhanças na degradação ruminal destes alimentos.

A regressão linear entre o peso de corpo vazio (PCVZ) e o corporal em jejum (PCJ) não apresentou intercepto significativo, sendo posteriormente reparametrizada, apresentando a seguinte equação: $PCVZ = 0,96 \times PCJ$. A relação encontrada foi superior às descritas por Almeida (2008), Silva et al. (2010) e Regadas Filho et al. (2011), que variaram de 0,80 a 0,92. O maior valor encontrado pode ser explicado devido ao consumo de matéria seca observado (Tabela 3) ter sido inferior ao predito pelo NRC (2007), propiciando menor enchimento, em virtude do maior teor de concentrado.

Para a relação entre o ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) e o ganho médio diário (GMD), a regressão linear não apresentou intercepto significativo, sendo posteriormente reparametrizado, sendo a equação: $GPCVZ = 0,93 \times GMD$. Este valor, é superior a 0,80, encontrado por Regadas Filho et al. (2011).

O abate de cordeiros jovens segundo Frescura et al. (2005), permite a obtenção de carcaças com pouca deposição de gordura, proporcionando cortes comerciais com uma melhor relação músculo \times gordura, o que propicia uma maior eficiência produtiva e melhor aproveitamento da carne ovina, aspecto importante para conquistar consumidores que exigem qualidade dos produtos.

A média do GMD e da EA foi de 203 e 219,5 g/dia; 23,6 e 23,4% nas dietas contendo silagem de milho ou sorgo reidratados, respectivamente (Tabela 5), sendo os ganhos bastante similares ao planejado quando foram formuladas as dietas experimentais. Contudo, Ítavo et al. (2006) ao utilizar grão úmido de milho ou sorgo em substituição ao grão seco de milho ou sorgo na alimentação de cordeiros, observaram ganhos de peso superiores com o processamento em que o milho e sorgo úmidos obtiveram maiores valores de ganho e eficiência.

As médias de GPCVZ foram de 218,00 e 229,00 g/dia nas dietas contendo silagem de milho ou sorgo reidratados, respectivamente (Tabela 5). Essa variável apresenta um valor mais seguro para a avaliação do ganho de peso, já que não sofre influência do tempo de jejum aplicado aos animais abatidos.

As médias do ganho diário de carcaça foram de 105,35 e 112,35 g/dia para as dietas contendo silagem de milho ou sorgo reidratados (Tabela 5). Para os RCQ, RCF as médias obtidas foram bem próximas às encontradas por Alves et al. (2003) e Almeida Jr. et al. (2004), avaliando animais da raça Santa Inês. Entretanto, Araújo Filho et al. (2010), Cartaxo et al. (2011) e Issakowicz et al. (2014) encontraram valores menores para animais da mesma raça. Estas variações de rendimento

podem ser explicados pela variação idade/peso dos animais abatidos e da quantidade de vísceras (Motta, J.F. et al., 2016).

Tabela 5. Desempenho e características de carcaça de cordeiros alimentados com silagens de grãos de milho ou sorgo reidratados adicionados ou não de inoculante microbiano

Variáveis	Dietas				EPM ¹	Valor-P ²		
	MR	MRI	SR	SRI		TG	I	TG × I
PF (kg)	37,4	37,5	37,5	38,1	1,238	0,593	0,316	0,269
GP (kg)	17,1	17,0	18,2	18,6	1,419	0,314	0,918	0,804
GMD (g/dia)	201	204	216	222	16,900	0,314	0,918	0,804
GPCVZ (g/dia)	212	225	225	233	1,300	0,519	0,724	0,417
RCF (%)	46,1	46,3	46,8	45,5	0,435	0,999	0,404	0,220
RCQ (%)	54,2	55,2	53,4	54,8	0,631	0,163	0,135	0,432
GDC (g/dia)	108	102	108	115	7,161	0,310	0,965	0,323
EA	0,24	0,23	0,24	0,23	0,008	0,886	0,713	0,990
AOL (cm ²)	14,1	14,4	14,6	14,6	0,307	0,392	0,719	0,671

PF: peso final; GP: ganho de peso; GMD: ganho de peso médio diário; GCVZ ganho de peso de corpo vazio; RCF: rendimento de carcaça fria; RCQ: rendimento de carcaça quente; GDC: ganho diário de carcaça; EA: eficiência alimentar; MR: milho reidratado ensilado sem inoculante; MRI: milho reidratado ensilado com inoculante microbiano; SR: sorgo reidratado ensilado sem inoculante; SRI: sorgo reidratado ensilado com inoculante microbiano; ¹EPM: erro padrão da média; ²Valore-P interação tipo de grão e inoculante (TG × I); efeito do tipo de grão (TG); efeito de inoculante (I).

Alguns autores (Almeida Jr. et al., 2004; Henrique et al., 2007; Almeida Jr. et al., 2008 e Igarasi et al., 2008) propõem que o rendimento de carcaça deve ser maior para animais alimentados com silagem de grãos com alta umidade, uma vez que esse processamento pode resultar em maior digestão ruminal do amido em comparação aos grãos secos. Neste caso, os autores assumem que os grãos na forma seca, podem proporcionar maior escape ruminal de amido, podendo resultar em maior deposição de gordura visceral.

Entretanto, devido a maior solubilização do amido com o processo de ensilagem, este pode apresentar maior escape ruminal, sendo digerido no intestino delgado, com isso, proporciona maior aporte energético, pois segundo Taniguchi et al. (1995), os carboidratos absorvidos no intestino são prioritariamente utilizados no metabolismo energético dos tecidos locais e deposição de

gordura visceral. Partindo deste pressuposto, observa-se divergência em relação ao rendimento de carcaça e local de digestão do amido, necessitando de mais estudos para melhores esclarecimentos. De maneira geral, os valores encontrados para rendimento de carcaça fria estão entre os sugeridos por Pérez e Carvalho, (2007) de 40 a 50% em relação ao peso corporal.

A AOL apresentou médias de 14,26 e 14,57 cm² para as dietas contendo silagem de milho ou sorgo, respectivamente (Tabela 5), este resultado pode ser explicado pela semelhança no CMS e desempenho entre as dietas experimentais.

As variáveis PCc; PD e PT são bons indicadores na avaliação do processo de transformação do músculo em carne, visto que estas variáveis contemplam as perdas de exsudatos. Com estas variáveis, é possível avaliar como ocorreram as mudanças que acontecem na água contida no músculo, que relaciona diretamente com a velocidade de queda e valores alcançados pelo pH da carne (Maturano, 2003). Como não foi observado efeito na interação tipo de grão e adição ou não de inoculante, permite inferir que a substituição do milho pelo sorgo não provoca alterações nestes parâmetros de avaliação da carne, visto que a composição química dos grãos são muito parecidas (Tabela 1).

A ausência de diferença significativa para as perdas de exsudatos dos bifes avaliados no presente trabalho, permite inferir que os valores de pH 24 horas das carcaças foram ideais para o processo de transformação do músculo em carne. Segundo Silva Sobrinho et al. (2005), valores entre 5,5 e 5,8 em um tempo de resfriamento variando de 12 a 24 horas após o abate, são considerados ideais visando uma maior capacidade de retenção de água, e conseqüentemente menores perdas de exsudados.

Na mensuração da força de cisalhamento (FC), as médias obtida apresentam-se dentro da margem que as classificam foram como de maciez mediana, considerando a recomendação de

Cezar e Souza (2007) que, ao avaliarem a força de cisalhamento das carnes ovina, utilizando o método de Warner-Bratzler, classificaram a textura da carne em macia (até 2,27 kgf/cm²), maciez mediana (entre 2,28 e 3,63 kgf/cm²) e dura (acima de 3,63 kgf/cm²).

Tabela 6. Perdas por cocção, perdas por descongelamento, perdas totais, pH 0 horas, pH 24 horas, força de cisalhamento e índice de fragmentação miofibrilar de cordeiros alimentados com silagem de milho e grãos de milho ou de sorgo reidratados adicionados ou não de inoculante microbiano

Variáveis	Dietas				EPM ¹	Valor-P ²		
	MR	MRI	SR	SRI		TG	I	TG × I
PCc (%)	9,73	9,80	9,72	11,80	0,725	0,157	0,102	0,133
PD (%)	19,05	20,17	20,79	20,41	0,852	0,239	0,653	0,368
PT (%)	28,24	28,70	29,43	29,21	0,640	0,170	0,845	0,571
pH 0 horas	6,93	6,95	6,97	6,92	0,031	0,913	0,612	0,301
pH 24 horas	5,65	5,65	5,68	5,75	0,048	0,170	0,477	0,499
FC (kgf/cm ²)	2,94	2,72	2,87	3,40	0,279	0,273	0,560	0,177
IMF (%)	48,31	48,97	59,22	47,94	5,188	0,333	0,299	0,244

PCc: perdas por cocção; PD: perdas por descongelamento; PT: perdas totais; FC: força de cisalhamento; IMF: índice de fragmentação miofibrilar; MR: milho reidratado ensilado sem inoculante; MRI: milho reidratado ensilado com inoculante microbiano; SR: sorgo reidratado ensilado sem inoculante; SRI: sorgo reidratado ensilado com inoculante microbiano; ¹EPM: erro padrão da média; ²Valore-P interação tipo de grão e inoculante (TG × I); efeito do tipo de grão (TG); efeito de inoculante (I).

Entretanto, o parâmetro FC, segundo Monte et al. (2012), é influenciado por diversos fatores como: temperatura pré-abate, velocidade de instalação do *rigor mortis*, pH no *post mortem*, início e tempo de duração da glicólise e a técnica que determina a FC, pois a temperatura e o tempo de cocção podem alterar os valores.

O IMF é uma variável de estimativa indireta da proteólise *post mortem* Karumendu et al. (2009). Os valor de IMF são altamente correlacionado com a força de cisalhamento e a maciez da carne avaliada por painel sensorial (Culler et al. 1978; Vestergaard et al., 2000).

Outro fator que pode alterar os valores desse índice, é o pH, que atua sobre a atividade das enzimas proteolíticas que degradam a estrutura miofibrilar do músculo, promovendo uma menor força de cisalhamento e melhorando o parâmetro sensorial de maciez da carne. Como as variáveis

pH e FC, não apresentaram diferença significativa entre as dietas, foi coerente o IMF apresentar comportamento semelhante, uma vez que são correlacionados.

As médias para a espessura de gordura subcutânea, permite inferir que as dietas consumidas proporcionaram mesmo valor energético para deposição de GSC. Além disso, os valores são próximos aos reportados na literatura (Bueno et al. 2000; Cunha et al. 2000 e Silva et al. 2000), que encontraram valores de 1,3 mm; 1,4 mm e 1,5 mm, respectivamente. A GSC se mostra importante no parâmetro maciez da carne, atuando como isolante térmico no processo de resfriamento da carcaça, evitando que essa passe por resfriamento brusco, com isso ocorra encurtamento dos sarcômeros promovendo maior dureza da carne.

Os valores médios obtidos para o comprimento de sarcômero foram de 1,62 e 1,56 μm nas dietas de silagem de milho ou sorgo, respectivamente (Tabela 7). Possivelmente, o CS não diferiu entre as dietas porque as carcaças sofreram um resfriamento mais brando, oriundo da espessura de gordura subcutânea (Tabela 7) evitando o excessivo encurtamento do sarcômero pelo frio (*cold short*).

Silva Sobrinho et al. (2005), ao avaliarem o efeito de genótipo sobre as características qualitativas da carne ovina, encontraram média para comprimento de sarcômero na ordem 1,66 μm para animais Finn \times Dorset.

As médias da temperatura final com valores de 4,69 e 4,52 $^{\circ}\text{C}$ nas dietas contendo silagem de milho ou sorgo reidratados, respectivamente (Tabela 7), estão dentro dos padrões estabelecidos por lei para resfriamento de carcaças com Portaria 210 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA; Brasil, 2008). A lei determina que o limite da temperatura de carcaças ao sair do resfriamento é 7 $^{\circ}\text{C}$, temperatura aceita como aquela que cessa a multiplicação da maioria das bactérias responsáveis por enfermidades transmitidas por alimentos, como a *Escherichia coli*,

Staphilococcus coagulase positivo, *Salmonella* sp. e *Clostridium porfringens*. Deve-se considerar fora desse grupo a *Listeria* sp. que mesmo a baixas temperaturas continua seu crescimento.

Tabela 7. Comprimento de sarcômero, espessura de gordura subcutânea, temperaturas inicial e final da carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo silagem de grãos de milho ou sorgo reidratados adicionados ou não de inoculante microbiano

Variáveis	Dietas				EPM ¹	Valor-P ²		
	MR	MRI	SR	SRI		TG	I	TG × I
GSC (mm)	1,87	1,29	1,19	1,51	0,564	0,647	0,795	0,376
CS (µm)	1,67	1,58	1,56	1,56	0,049	0,169	0,362	0,391
Ti (°C)	33,03	31,28	31,96	31,95	0,934	0,827	0,341	0,341
Tf (°C)	4,45	4,93	4,48	4,56	0,886	0,842	0,743	0,814

CS: comprimento do sarcômero; GSC: gordura subcutânea; Ti: temperatura inicial da carcaça; Tf: temperatura final da carcaça; MR: milho reidratado ensilado sem inoculante; MRI: milho reidratado ensilado com inoculante microbiano; SR: sorgo reidratado ensilado sem inoculante; SRI: sorgo reidratado ensilado com inoculante microbiano; ¹EPM: erro padrão da média; ²Valor-P interação tipo de grão e inoculante (TG × I); efeito do tipo de grão (TG); efeito de inoculante (I);

A cor da carne é um atributo qualitativo importante, sendo o principal fator de apreciação no momento da compra (Muchenje et al., 2009). O grau de intensidade da cor da carne pode ser influenciado por diversos fatores como idade, sexo, alimento, teor de gordura e comprimento de onda da luz que atinge a superfície da carne.

Tabela 8. Luminosidade, intensidade de vermelho e intensidade de amarelo em carnes de cordeiros alimentados com dietas contendo silagem grãos de milho ou sorgo reidratados adicionadas ou não de inoculante microbiano

Variáveis	Dietas				EPM ¹	Valor-P ²		
	MR	MRI	SR	SRI		TG	I	TG × I
Cor carne								
L*	42,51	43,45	42,72	41,46	1,552	0,555	0,916	0,469
a*	13,59	13,28	13,20	14,82	0,733	0,421	0,367	0,184
b*	12,18	11,88	12,08	12,95	0,527	0,353	0,576	0,260

L*: luminosidade; a*: intensidade do vermelho; b*: intensidade do amarelo; MR: milho reidratado ensilado sem inoculante microbiano; MRI: milho reidratado ensilado com inoculante microbiano; SR: sorgo reidratado ensilado sem inoculante; SRI: sorgo reidratado ensilado com inoculante microbiano; ¹EPM: erro padrão da média; ²Valor-P interação tipo de grão e inoculante (TG × I); efeito do tipo de grão (TG); efeito de inoculante (I).

A luminosidade (L*) apresentou médias de 42,98 e 42,09 nas dietas contendo silagem de milho ou sorgo reidratados, respectivamente (Tabela 8), valor dentro do citado para a carne de

ovinos por Sañudo et al. (2000), na faixa de 30,03 a 49,47 para L^* . Essa variável pode ser afetada pela quantidade de água presente dentro ou sobre a carne (Kuo e Chu 2003). Ao observar as perdas totais (Tabela 5), verifica-se que não foram influenciadas pelas dietas, podendo inferir sobre a ocorrência de uma boa retenção de água, justificando assim a não ocorrência de diferença entre as dietas para a luminosidade (L^*) da carne.

A cor do músculo é determinada pela quantidade de mioglobina e pelas proporções relativas desse pigmento (Silva Sobrinho et al., 2005). Quando é avaliado o sistema de criação, a carne de animais produzidos em sistema extensivo também apresenta uma coloração mais escura, em virtude da maior concentração de mioglobina, necessária para promover uma maior oxigenação do músculo, pois há maior atividade física desenvolvida pelos animais em pasto (Vestergaard et al., 2000).

Venturini et al. (2017), ao avaliarem cordeiros alimentados com dietas contendo alto concentrado constituído de milho ou sorgo, observaram diferença significativa para a cor subjetiva da carne. Valores mais elevados foram detectados naqueles ovinos alimentados com a dieta a base de grão de sorgo em relação ao de milho. Resultado esse que pode ser explicado pela possibilidade dos grãos de sorgo (84,74 mg/kg) apresentarem maior concentração de ferro, quando comparados aos de milho (44,16 mg/kg).

O teor de ferro em dietas animais pode influenciar a cor da carne, devido a uma maior síntese de mioglobina no músculo. Entretanto, no presente estudo não foi observado diferenças na cor da carne quando vaiado a fonte de grão, podendo ser explicado pela pequena alteração que a concentração de ferro presente nos grãos representa na dieta total, não sendo capaz de provocar alterações na coloração.

CONCLUSÕES

As dietas contendo silagens de grãos reidratados de milho podem ser substituídas pelas silagens de grãos reidratados de sorgo, sem que haja alteração do desempenho, características de carcaça ou qualidade da carne em ovinos. A utilização de inoculante microbiano na ensilagem de grãos reidratados de milho ou sorgo não afeta o desempenho animal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, T.R.V. Crescimento, exigências nutricionais e eficiência de utilização de energia de cordeiros Santa Inês em compensação. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2008. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, 2008.
- Almeida Júnior, G.A. De; Costa, C.; Carvalho, S.M.R. De; Persichetti Júnior, P.; Panichi, A. Composição físico-química de carcaças de bezerros holandeses alimentados após o desaleitamento com silagem de grãos úmidos ou grãos secos de milho ou sorgo. *Rev. Bras. Zootec.* 37, 164–170, 2008.
- Almeida Júnior, G.A. De; Costa, C.; Monteiro, A.L.G.; Garcia, C.A.; Munari, D.P.; Neres, M.A. Qualidade da carne de cordeiros criados em creep feeding com silagem de grãos úmidos de milho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33, n. 4, 1039-1047, 2004.
- Alves, K.S.; Carvalho, F.F.R. De; Ferreira, M. A.; Vêras, A.S.C.; Medeiros, A.N. De; Nascimento, J.F. Do; Anjos, A.V.A. Dos. Níveis de energia em dietas para ovinos Santa Inês: características de carcaça e constituintes corporais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32 n. (6 suppl 2), 1927-1936, 2003.
- Araújo Filho, J.T. De; Costa, R.G.; Fraga, A.B.; Sousa, W.H. De; Cezar, M.F.; Batista, A.S.M. Desempenho e composição da carcaça de cordeiros deslanados terminados em confinamento com diferentes dietas. *Rev. Bras. Zootec.* 39, 363-371, 2010.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 210 de 10 de novembro de 1998. Aprovar o regulamento técnico da inspeção tecnológica e higiênico-sanitária de carne de aves. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 26 nov. seção 1, p. 226, 1998
- Bueno, M.S.; Cunha, E.A. Da; Santos, L.E. Dos; Sanchez Roda, D.; Leinz, F.F. Características de carcaça de cordeiros Suffolk abatidos em diferentes idades. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(6), 1803-1810, 2000.
- Cartaxo, F.Q., De; Sousa, W.H.; Costa, R.G.; Cezar, M.F.; Filho, J.M.P.; Cunha, M. Das G.G. Características quantitativas da carcaça de cordeiros de diferentes genótipos submetidos a

- duas dietas. *Rev. Bras. Zootec.* 40, 2220-2227, 2011.
- Cezar, M.F.; Sousa, W.H. Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação. *Uberaba: Agropecuária Tropical*, 232p, 2007.
- Cross, H.R.; West, R.L.; Dutson, T.R. Comparison of methods for measuring sarcomere length in beef semitendinosus muscle. *Meat Science*, 5 n. 4, 261-266, 1981.
- Culler, R.D., Jr; F.C.P., Smith, G.C.; Cross, H.R. Relationship of Myofibril Fragmentation Index To Certain Chemical, Physical and Sensory Characteristics of Bovine Longissimus Muscle. *J. Food Sci.* 43, 1177-1180, 1978.
- Cunha, E.A.; Santos, L.E.; Bueno, M.S. Roda, D.S.; Leinz, F.F.; Rodrigues, C.F.C Utilização de carneiros de raças de corte para obtenção de cordeiros precoces para abate em plantéis produtores de lã. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29, n.1, 243-252, 2000.
- Denardin, C.C.; Silva, L.P. da. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. *Ciência Rural* 39, 945-954, 2009.
- Detmann, E.; Souza, M.A.; Valadares Filho, S.C. et al. *Métodos para Análise de Alimentos*. 214p, 2012.
- Detmann, E.; e Valadares Filho, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária E Zootecnia*, 62, n.4, 980-984, 2010.
- Forbes, J.M., A personal view of how ruminant animals control their intake and choice of food: minimal total discomfort. *Nutrition Research Reviews*. 20, 132-146, 2007.
- Frescura, R.B.M.; Pires, C.C.; Da Silva, J.H.S.; Müller, L.; Cardoso, A.; Kippert, C. et al. Avaliação das proporções dos cortes da carcaça, características da carne e avaliação a dos componentes do peso vivo de cordeiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34, n.1, 167-174, 2005.
- Gibbon, B.; LArkins, B.A. Molecular genetic approaches to developing quality protein maize. *Trends in Genetics, London*, 4, n. 4, 227-233, 2005.
- Giuberti, G.; Gallo, A.; e Masoero, F. Technical note: Quantification of zeins from corn, high-moisture corn, and corn silage using a turbidimetric method: Comparative efficiencies of

- isopropyl and tert-butyl alcohols. *Journal of Dairy Science*, 95, n. 6, 3384-3389 2012.
- Gornall, A.G.; Bardawill, C.J.; e David, M.M.. Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. *The Journal of Biological Chemistry*, 177, n. 2, 751-66, 1949.
- Henrique, W.; Beltrame Filho, J.A.; Leme, P.R.; Lanna, D.P.D.; Alleoni, G. F.; Coutinho Filho, J.L.V.; e Sampaio, A.A.M. Avaliação da silagem de grãos de milho úmido com diferentes volumosos para tourinhos em terminação: desempenho e características de carcaça. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, n. 1, 183-190, 2007.
- Hoffman, P.C.; Esser, N.M.; Shaver, R.D.; Coblenz, W.K.; Scott, M.P.; Bodnar, A.L.; Charley, R.C. Influence of ensiling time and inoculation on alteration of the starch-protein matrix in high-moisture corn. *Journal of Dairy Science*, 94 n.5, 2465-2474, 2011.
- Hopkins, D.L.; Martin, L.; Gilmour, A.R. The impact of homogenizer type and speed on the determination of myofibrillar fragmentation. *Meat Science*, 67, n.4, 705-710, 2004.
- Igarasi, M.S.; Arrigoni, M.D.B.; Hadlich, J.C.; Silveira, A.C.; Martins, C.L.; Oliveira, H.N. De., Características de carcaça e parâmetros de qualidade de carne de bovinos jovens alimentados com grãos úmidos de milho ou sorgo. *Rev. Bras. Zootec.* 37, 520-528, 2008.
- Issakowicz, J.; Bueno, M.S.; Issakowicz, A.C.K.S.; e Haguiwara, M.M.H. Características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne de cordeiros Morada Nova, Santa Inês e ½ Ile de France ½ Texel terminados em confinamento. *Boletim de Indústria Animal*, 71, n. 3, 217-225, 2014.
- Ítavo, C.C.B.F.; Morais, M.G.; Ítavo, L.C.V. et al. Composição e digestibilidade in vitro de silagens de grão úmido de milho com ou sem uso de aditivo microbiano. In: *Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia*, 40., 2003, Santa Maria. Sociedade Brasileira de Zootecnia, CD-ROM. Forragicultura. FOR-248, 2003.
- Ítavo, C.C.B.F.; Morais, M.D.G.; Ítavo, L.C.V.; Souza, A.R.D.L.De; Oshiro, M.M.; Biberg, F.A.; Lempp, B. Efeitos de diferentes fontes de concentrado sobre o consumo e a produção de cordeiros na fase de terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35 n. 1, 139-146, 2006.

- Ítavo, C.C.B.F.; Morais, M.G.; Ítavo, L.C.V; Souza, A.R.D.L.; Davy, F. C.A.; Biberg, F. A., Santos, M.V. Consumo e digestibilidade de nutrientes de dietas com silagens de grãos úmidos de milho ou sorgo, em ovinos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria E Zootecnia*, 61, n. 2, 452-459, 2009.
- Junges, D.; Morais, G.; Daniel, J.L.P. ; Spotto, M.H.F.; Nussio, L.G. Contribution of proteolytic sources during fermentation of reconstituted corn grain silages. In: *International Silage Conference*, Piracicaba. Rio das Pedras, SP: Grafica Riopedrense, 17, 566-567, 2015.
- Karumendu, L.U.; Ven, R. van de; Kerr, M.J.; Lanza, M.; e Hopkins, D.L. Particle size analysis of lamb meat: Effect of homogenization speed, comparison with myofibrillar fragmentation index and its relationship with shear force. *Meat Science*, 82, n. 4, 425-431, 2009.
- Kung Jr., L.; Schmidt, R.J.; Ebling, T.E.; Hu, W. The Effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the Fermentation and Aerobic Stability of Ground and Whole High-Moisture Corn. *J. Dairy Sci.* 90, 2309-2314, 2007.
- Kuo, C.C.; e Chu, C.Y. Quality characteristics of Chinese sausages made from PSE pork. *Meat Science*, 64 n. 4, 441-449, 2003.
- Maturano, A.M.P. Estudo do efeito do peso de abate na qualidade da carne de cordeiros da raça Merino Australiano e Ile de France x Merino. 2003. 94 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.
- Monte, A.L. De S.; Gonsalves, H.R. De O.; Villarroel, A.B.S.; Damaceno, M.N.; e Cavalcante, A.B.D. Qualidade da carne de caprinos e ovinos : uma revisão Quality of goats and lambs meat : a review, *ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido*, 8, n.3, 11-17, 2012.
- Motta, J.F.; Ferreira, O.G.L.; Vaz, R.Z.; Costa, O.A.D.; Alonzo, L.A.G.; Gonçalves, M.; Lopes, A.G.; Pedra, W.U. Desempenho Produtivo e qualidade da carcaça de cordeiro avaliados em dois sistemas alimentares. *Bol. Indústria Anim.* 73, 15-23, 2016.
- Muchenje, V.; Dzama, K.; Chimonyo, M.; Strydom, P.E.; Hugo, A.; e Raats, J.G. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. *Food Chemistry*, 112, n.2, 279-289, 2009.

- National Research Council - NRC. *Nutrient requirements of small ruminants*. 362p 2007.
- Oliveira, L.S.; Mazon, M.R.; Pesce, R.F.; Pesce, D.M.C.; Silva, S. da L. e, Nogueira Filho, J.C.M.; Leme, P.R. Processamento do milho grão sobre desempenho e saúde ruminal de cordeiro. *Ciência Rural*, 45,n.7, 1292-1298, 2015.
- Owens, F.N.; Zinn, R.A.; e Kim, Y.K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. *Journal of Animal Science*, 63(5), 1634-1648, 1986.
- Passini, R.; Rodrigues, P.H.M.; Castro, A.L. de; e Silveira, A.C. Parâmetros de fermentação ruminal em bovinos alimentados com grãos de milho ou sorgo de alta umidade ensilados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32, n.5, 1266-1274, 2003.
- Passini, R.; Silveira, A.C.; Henrique, P.; Rodrigues, M.; Luiz, A.; Castro, D. Costa, C. Digestibilidade de dietas a base de grão úmido de milho ou de sorgo ensilados. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 24, 1147-1154, 1995, 2002.
- Patrizi, W.L.; Madruga, C.R.F.; Minetto, T.P.; Nogueira, E.; e Moraes, M.G. Efeito de aditivos biológicos comerciais na silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*, 56, n.3, 392-397 2004.
- Pérez, J. R. O.; Carvalho, P. A. Considerações sobre carcaças ovinas. Adaptado de Met and Livestock Commision, UK. Disponível em: <http://livraria.editora.ufla.br/upload/boletim/tecnico/boletim-tecnico-61.pdf>>. Acesso em: 31 de Junho de 2017.
- Regadas Filho, J.G.L.; Pereira, E.S.; Villarroel, A.B.S.; Pimentel, P.G.; Medeiros, A.N. De; Fontenele, R.M.; Maia, I.S.G. Composição corporal e exigências líquidas proteicas de ovinos Santa Inês em crescimento. *Revevista Brasileira de Zootecnia* 40, 1339-1346, 2011.
- Sañudo, C.; Enser, M.E.; Campo, M.M.; Nute, G.R.; María, G.; Sierra, I.; e Wood, J.D. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. *Meat Science*, 54, n.4, 339-346, 2000.
- Schaefer, D.M.; Brotz, P.G.; Arp, S.C.; e Cook, D.K. Inoculation of corn silage and high-moisture corn with lactic acid bacteria and its effects on the subsequent fermentations and on feedlot

- performance of beef steers. *Animal Feed Science and Technology*, 25, n.(1-2), 23-38, 1989.
- Silva Sobrinho, A.G.da; Purchas, R.W.; Kadim, I.T.; e Yamamoto, S.M. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34 n.3, 1070-1078, 2005.
- Silva, A.M.A; Santos, E.M. Dos ; Pereira Filho, J. M.; Gonzaga Neto, S.; Costa, R.G. Body composition and nutritional requirements of protein and energy for body weight gain of lambs browsing in a tropical semiarid region.. *Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science* , 39, 210-216, 2010.
- Silva, L.F. Da; Pires, C.C. Avaliações quantitativas e predição das proporções de osso, músculo e gordura da carcaça em ovinos. *Rev. Bras. Zootec.* 29, 1253-1260, 2000.
- Sniffen, C.J. The use of by-pass protein in ration formulation. In: *American Feed Manufacture Association Nutrition Council*, 40., New York. Proceedings. New York: p.40, 1980.
- Taniguchi, K.; Huntington, G.B.; Glenn, B.P. Net nutrient flux by visceral tissues of beef steers given abomasal and ruminal infusions of casein and starch. *Journal of Animal Science*, 73, n.1, 236-249, 1995.
- Tullio, R.R. Estratégias de manejo para a produção intensiva de bovinos visando à qualidade da carne. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2004. 107p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 2004.
- Valadares Filho, S.C.; Machado, P.A.S.; Chizzotti, M.L. et al. CQBAL 3.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos. Disponível em www.ufv.br/cqbal. Acesso em 15/06/2017.
- Van Soest, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca, NY: Comstock, 476p., 1994.
- Venturini, R.S.; Carvalho, S.; Pacheco, P.S.; Ribeiro, A.C.; Pellegrin, S.De; Martins, A.A.; e Lopes, J.F. Characteristics of carcass and of non-carcass components of lambs and hoggets fed high-concentrate corn or sorghum diets, *Revista Brasileira de Zootecnia* 46(3):257-263, 2017.

- Vestergaard, M.; Oksbjerg, N.; e Henckel, P. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fibre characteristics and meat colour of semitendinosus, longissimus dorsi and supraspinatus muscles of young bulls. *Meat Science*, 54 n.2, 177-185, 2000.
- Vieira, P.A.S.; Pereira, L.G.R.; Azevêdo, J.A.G.; Neves, A.L.A.; Chizzotti, M.L.; Dos Santos, R.D.; De Araújo, G.G.L.; Mistura, C.; Chaves, A.V. Development of mathematical models to predict dry matter intake in feedlot Santa Ines rams. *Small Rumin. Res.* 112, 78-84, 2013.
- Weatherburn, M.W. 1967. Phenol-hipochlorite reaction for determination of ammonia. *Anal. Chem.*, v.39, p.971-974, 1967.
- Wheeler, T.L.; Cundif, L.V.; Koch, R.M. Effect of marbling degree on beef palatability in Bos Taurus and Bos indicus cattle. *Journal of Animal Science*, Savoy, 72, 3145-3151, 1994.
- Zanetti, D. Exigências nutricionais, frequência de alimentação e níveis de cálcio e fósforo para bovinos Holandeses × Zebu em confinamento. Universidade federal de Viçosa, 2014. (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2014.

CAPÍTULO 2

SILAGEM DE GRÃOS REIDRATADOS DE MILHO OU SORGO ASSOCIADOS À INOCULANTE MICROBIANO NA DIETA DE OVINOS EM CRESCIMENTO: CONSUMO, DIGESTIBILIDADE, BALANÇO DE N E EFICIÊNCIA MICROBIANA

Resumo: objetivou-se avaliar a utilização de inoculante microbiano, o processamento na forma de reidratação e ensilagem dos grãos de milho e sorgo em relação à melhora da digestão do amido e digestão dos nutrientes das dietas, no crescimento microbiano ruminal e a retenção de nitrogênio no organismo do animal. Foram utilizados cinco ovinos fistulados, não castrados, com peso médio inicial de $30,0 \pm 2,4$ kg distribuídos em um delineamento em quadrado latino 5×5 , em esquema fatorial $2 \times 2 + 1$, constituídos por dois tipos de grãos reidratados: milho (MR) ou sorgo (SR), adicionados (I) ou não de inoculante microbiano e um tratamento contendo milho moído (M). O experimento teve a duração de 105 dias, dividido em cinco períodos de 21 dias cada, sendo 14 dias para adaptação e sete dias para coleta de amostras. Houve interação ($P < 0,05$) entre tipos de grãos e uso de inoculante microbiano apenas para a digestibilidade do amido, dentre as variáveis testadas. Os consumos de matéria seca (MS), dos demais constituintes e dos nutrientes digestíveis totais (NDT) não foram influenciados ($P > 0,05$), pelo tipo de grão (milho ou sorgo), pela inclusão de inoculante, e nem pelo processamento (seco ou reidratado). Os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes não foram alterados ($P > 0,05$) pelo tipo de grão, pela inclusão de inoculante microbiano e pelo processamento. Entretanto, a digestibilidade do amido, apresentou interação ($P < 0,05$) entre tipo entre tipos de grãos e uso de inoculante microbiano, e também, foram influenciados ($P < 0,05$) pelo tipo de grão (milho ou sorgo), inclusão de inoculante e tipo de processamento (seco ou reidratado), sendo maior a digestibilidade do amido dos grãos que passaram pelo processamento de reidratação e foram inoculados. O balanço de nitrogênio, pH

ruminal, purinas totais excretadas e síntese de proteína microbiana, também não foram alterados ($P > 0,05$) pelo tipo de grão, pela adição de inoculante e pelo processamento. Entretanto, a concentração de amônia (N-NH₃) no fluido ruminal foi maior ($P < 0,05$) para os grãos que passaram pelo processamento de reidratação. Conclui-se que dietas contendo grãos processados na forma seca ou reconstituída foram igualmente eficientes no funcionamento do rúmen, que o tipo de grão também não altera os parâmetros ruminais e que o inoculante microbiano utilizado não foi capaz de promover melhorias na digestibilidade da dieta de ovinos.

Palavras-chave: consumo, N-NH₃, pH, balanço de nitrogênio, proteína microbiana

INTRODUÇÃO

Os grãos de milho e sorgo constituem as principais fontes de energia utilizadas nas dietas ofertadas a animais confinados no Brasil (Millen et al., 2009). A preferência na utilização destes grãos se justifica pelo fato destes ingredientes apresentarem alta proporção de amido na matéria seca, com valores superiores a 64 e 74% para os grãos de sorgo e milho, respectivamente (Valadares Filho et al., 2010).

No entanto, o amido presente nestes alimentos possui matriz proteica composta por albuminas, glutelinas, globulinas e as prolaminas (Gibbon et al., 2005). Estas últimas apresentam características hidrofóbicas, sendo de baixa solubilidade em água ou fluido ruminal, limitando a digestão do amido (Owens e Zinn., 1986; Giuberti et al., 2012)

Nesse sentido, o processamento dos grãos torna-se uma ferramenta interessante para reduzir o efeito deletério dessas prolaminas sobre a digestão do amido. No Brasil, a principal forma de processamento para otimizar a utilização do amido no trato gastrointestinal dos animais é a moagem fina (Millen et al., 2009). Por outro lado, observa-se que a ensilagem dos grãos com alta umidade pode promover maior eficiência alimentar que a simples moagem (Costa et al., 2002; Silva et al., 2007).

No processamento a partir da reconstituição ou reidratação dos grãos tem-se como principais benefícios a produção dos ácidos orgânicos advindos da fermentação (Junges et al., 2015), que em conjunto com a ação das proteases bacterianas durante o processo de ensilagem, promovem solubilização das prolaminas (Hoffman et al., 2011), aumentando a digestibilidade do amido.

Além do processamento, outro fator importante na utilização do amido é o seu local de digestão. A maior degradação ruminal do amido tem se mostrado vantajosa visando aumentar a

síntese de proteína microbiana e a produção de ácidos graxos voláteis (Igarasi et al., 2008), em particular o ácido propiônico, que é o principal precursor gliconeogênico em ruminantes (Bradford e Allen, 2007). Em adição, processamentos que aumentem a digestibilidade do amido, podem decorrer em maior digestão intestinal (Owens e Zinn, 1986), podendo com isso obter incrementos no fluxo líquido de energia na via sistema porta, aumento na síntese de glicose no fígado.

Neste contexto, hipotetizou-se que a utilização de inoculante microbiano, aliado ao processamento na forma de reidratação e ensilagem dos grãos de milho e sorgo, melhora a digestão do amido, e dos demais constituintes das dietas e o crescimento microbiano ruminal e a retenção de nitrogênio no organismo animal.

Dessa forma, objetivou-se avaliar o consumo, a digestibilidade total, as características ruminais e a síntese de proteína microbiana de cordeiros machos não castrados alimentados com grãos reidratados de milho ou sorgo, adicionados ou não de inoculante microbiano e diferentes formas de processamento (secos ou reidratados).

MATERIAL E MÉTODOS

Local, animais e instalações

Este experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais de Produção da UFV (CEUAP - UFV), protocolo nº 09/2016.

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), situada em Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

Foram utilizados cinco cordeiros machos não castrados, desmamados, F1 Santa Inês × Dorper, com idade de quatro meses e peso médio inicial de $30,0 \pm 2,4$ kg. Os animais foram

fistulados no rúmen, segundo técnica descrita por Coelho da Silva e Leão (1979), e após a cirurgia, permaneceram por 30 dias em recuperação.

Após o tempo de recuperação, os animais foram mantidos em período de adaptação por quinze dias recebendo uma mesma dieta à base de silagem de milho *ad libitum*, 200 g de concentrado e 30 g de sal mineral específico para ovinos. Os animais foram distribuídos em um quadrado latino (QL) 5 × 5. O experimento teve duração de 105 dias, sendo cinco períodos de 21 dias cada, distribuídos em 14 dias de período de adaptação às dietas (Machado et al., 2016) e sete dias para coleta de amostras.

Os animais foram alojados em um galpão coberto e distribuídos individualmente em gaiolas metabólicas de metal, suspensas (0,70 m do piso ripado até o chão), com dimensões de 1,55 m × 0,88 m × 1,90 m (C × L × A), contendo cocho de alimentação e, baldes com 6 L capacidade como bebedouros individuais, e sistema de coleta de urina, adequadas para ensaios de digestibilidade *in vivo*.

Antes de iniciar o experimento, os animais foram pesados, identificados e vermifugados contra ectoparasitas com medicamento a base de Ivermectina (Ivomec[®] injetável), sendo aplicado via subcutânea na dose de 200 µL/kg. Foram também vermifugados com endoparasiticida oral no início do período de adaptação e dois meses após a primeira aplicação, sendo administrados 3 mL por animal de vermífugo, que tem como princípio ativo o Albendazol (Albendazole[®]). A higienização das gaiolas metabólicas foram realizadas diariamente.

Ensilagem

Foram confeccionados 12 silos, sendo três de milho reidratado sem inoculante microbiano, três de milho reidratado com inoculante microbiano, três de sorgo reidratado sem inoculante microbiano e três de sorgo reidratado com inoculante microbiano. Adotou-se também uma dieta

em que os grãos de milho não passaram pelo processamento de reidratação dos grãos, sendo usado na forma seca (fubá; M).

Os grãos de milho e sorgo foram oriundos da Central de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro (CEPET), da Universidade Federal de Viçosa. A CEPET está localizada no município de Capinópolis, situada na Região do Pontal do Triângulo Mineiro do Estado de Minas Gerais, com altitude média de 620,2 m, latitude 18°40'55" sul e longitude 49°34'11" oeste. O clima é do tipo Aw, quente e úmido, com temperatura mínima do mês mais frio acima de 18 °C; apresentando precipitações médias anuais entre 1400 a 1600 mm, com estação chuvosa no verão e inverno seco.

O milho e o sorgo foram desintegrados em moinho estacionário de martelos, utilizando peneira de crivo com 3 mm. Após esse procedimento foi avaliada a matéria seca (MS) dos grãos segundo técnica INCT - CA G-003/1, que se encontrou próximo de 87% e em seguida realizou-se a reidratação da MS para 65%, utilizando a seguinte fórmula:

$\Delta H_2O = (MSi-MSd)/MSd$, sendo: ΔH_2O : quantidade de água a ser adicionada por kg de grão (L/kg); MSi: matéria seca inicial (%); MSd: matéria seca desejada (%).

No processo de ensilagem e reidratação do material, utilizou-se uma betoneira (MAQTRON® modelo M400, com motor 2 CV monofásico) com capacidade de 400 L para misturar e homogeneizar a água adicionada ao material, adotando um tempo de mistura de 10 minutos.

Aos tratamentos com adição de inoculante, utilizou-se o inoculante microbiano (LALSIL® Milho), solubilizado de forma homogênea na água no momento da mistura, usando a dosagem recomendada pelo fabricante para ensilagem de grãos reidratados de 5 g/tonelada, cuja composição é: *Lactobacillus plantarum* MA 18/5U ($3,0 \times 10^{10}$ UFC/g), *Propionibacterium acidipropionici* MA 26/4U ($3,0 \times 10^{10}$ UFC/g) e sacarose.

Os grãos, após a reidratação, foram ensilados em tonéis plásticos com capacidade média de 230 kg. Estes foram providos de tampa com válvulas do tipo “Bunsen” para permitir o livre escape dos gases da fermentação.

A compactação foi realizada para alcançar uma densidade de 900 a 1000 kg/m³. Os silos foram mantidos à sombra, em temperatura ambiente, sendo a primeira abertura para fornecimento aos animais, aos 70 dias após a ensilagem. As demais aberturas ocorreram de acordo com o consumo dos animais.

Foram colhidas amostras de silagem de grãos reidratados de cada silo, antes e 70 dias após o fechamento destes. Uma alíquota de 25 g foi adicionada à 225 mL de Ringer’s solution estéril Oxoid, Cambridge, UK) e processadas em liquidificador industrial por cerca de 1 minuto, para homogeneização do extrato aquoso. Após, foi aferido o pH, utilizando um potenciômetro.

Para a determinação do nitrogênio amoniacal, o extrato aquoso obtido a partir do procedimento supracitado, foi filtrado em filtro de papel do tipo Whatman[®] 54, e uma alíquota de 10 mL foi adicionada com três gotas de H₂SO₄ (500 mL/L) e armazenado a -20 °C para posteriores análises. As concentrações de N-NH₃ foram determinadas através do método do fenol-hipoclorito (Weatherburn et al., 1967).

Dietas

As dietas experimentais foram formuladas para serem isonitrogenadas (140,0 g de PB/kg de MS) para cordeiros com peso corporal médio de 30 kg e ganho médio diário de 200 g/dia, segundo o NRC (2007).

Para as dietas experimentais, utilizou-se a silagem de milho como volumoso e concentrados compostos de milho seco ou silagem de milho ou sorgo reidratados adicionados ou não de inoculante microbiano, mais núcleo mineral proteico composto por farelo de soja, calcário, mistura

mineral e ureia contendo 532,50 g/kg de proteína bruta (PB), na base da matéria seca (MS). A relação volumoso:concentrado foi calculada para ser de 40:60 na base da MS. Na Tabela 1 estão apresentadas as proporções dos ingredientes das dietas e Tabela 2 estão apresentadas as dietas experimentais.

Tabela 1. Proporções e composição química dos ingredientes nas dietas experimentais na base da matéria seca

Ingredientes	Dietas* (g/kg de MS)				
	M	MR	MRI	SR	SRI
Silagem de milho	386,00	398,00	398,00	389,00	391,00
M	489,00	-	-	-	-
MR	-	477,00	-	-	-
MRI	-	-	477,00	-	-
SR	-	-	-	486,00	-
SRI	-	-	-	-	484,00
Calcário	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Farelo de soja	88,00	88,00	88,00	88,00	88,00
Mistura Mineral**	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Ureia:SA (9:1)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Total	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

Composição química do núcleo mineral proteico, silagem de milho e grãos (g/kg de MS)							
Itens	NMP	SM	Tipo de grãos				
			M	MR	MRI	SR	SRI
MS	918,20	291,80	908,02	639,15	639,00	649,50	648,52
MO	734,50	946,26	986,31	985,88	985,79	986,65	986,27
PB	532,50	72,50 ¹	84,89	90,20 ¹	90,27 ¹	95,80	95,14
EE	15,00	32,70	43,85	43,48	43,02	42,66	42,70
FDN _{cp}	98,50	469,85	77,00	67,14	67,15	66,26	66,11
CNF	280,10	371,21	780,56	785,06	785,35	781,93	782,32
AMIDO	38,60	210,65	697,70	699,20	700,75	658,90	657,50
pH	-	3,53	5,88	3,87	3,98	4,43	4,00
NH ₃	-	8,05	2,66	3,65	4,10	2,34	3,60

*M: milho fubá; MR: milho reidratado sem inoculante microbiano; MRI: milho reidratado com inoculante microbiano; SR: sorgo reidratado sem inoculante microbiano; SRI: Sorgo reidratado com inoculante microbiano; NMP: núcleo mineral proteico; SM: Silagem de milho; MS: matéria seca, expressa em g/kg; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN_{cp}: fibra em detergente neutro corrigida para contaminações por cinzas e proteína; CNF: carboidratos não fibrosos; NH₃: amônia. **Inclusão segundo recomendação do fabricante. Composição por kg de produto: Na: 147,00 g; Ca: 120,00 g; P: 87,00 g; S: 18,00 g; Zn: 3800,00 mg; Fe: 1800,00 mg; Mn: 1300,00 mg; F: 870,00 mg; Cu: 590,00 mg; Mo: 10,00 mg; I: 80,00 mg; Co: 40,00 mg; Cr: 20,00 mg; Se: 15,00 mg. ¹: Foram utilizados dados tabelados do CQBAL 3.0 (2010) da PB para SM, MR e MRI.

Manejo alimentar, consumo e análises laboratoriais.

Os alimentos foram ofertados *ad libitum* aos animais, em duas refeições diárias, às 08h00 e 16h00, metade pela manhã e metade à tarde, sendo o consumo no período de adaptação usado como referência para a alimentação no período experimental, de modo a possibilitar sobras de, aproximadamente 15% do ofertado (na base da matéria natural). As quantidades de volumoso, grãos reidratados e núcleo mineral proteico ofertadas, e também as sobras, foram registradas diariamente.

As sobras do volumoso e as amostras dos grãos (secos ou reidratados), foram amostradas proporcionalmente nos sete dias do período de coleta (15° ao 21° dia) e posteriormente identificadas e acondicionadas em sacos plásticos e mantidas a -20°C. Os ingredientes que compuseram o núcleo mineral proteico foram amostrados diretamente das sacarias na fábrica de ração nos dias das misturas. Ao final de cada período de coletas, procedeu-se à preparação das amostras compostas de sobras de cada animal, do núcleo mineral proteico, dos concentrado energéticos (grãos secos ou reidratados) e do volumoso ofertados (Zanetti, 2014). Para isso as amostras foram submetidas à secagem parcial em estufa de ventilação forçada (55 °C/72 horas), técnica (INCT-CA G-001/1). Posteriormente essas amostras foram moídas a 2 e 1 mm em moinho de facas tipo Willey.

As coletas totais de fezes foram realizadas do 15° ao 19° dia de cada período experimental. Em cada animal, foi adaptada uma sacola de napa própria para coleta de fezes. Diariamente pela manhã, as fezes foram recolhidas, pesadas e homogeneizadas, sendo retiradas amostras correspondentes a 10% do peso fecal total. Posteriormente, foram secas parcialmente em estufa de ventilação forçada (55 °C/72 horas), técnica (INCT-CA G-001/1) e pesadas. Ao final, foram

trituras em moinho de facas com peneira de crivos de 2 e 1 mm, sendo então confeccionada uma amostra composta por animal em cada período, com base no peso fecal seco de cada dia de coleta.

Tabela 2. Composição química das dietas experimentais

Ingredientes	Dietas (g/kg de MS)				
	M	MR	MRI	SR	SRI
MS	671,42	535,76	535,71	543,94	544,03
MO	939,34	938,62	938,57	934,74	941,31
PB	136,01	138,53	138,50	141,13	141,12
EE	35,91	35,59	35,40	35,29	35,41
FDNcp	231,30	231,29	231,29	227,23	228,12
CNF	551,30	548,39	548,54	546,08	551,84
AMIDO	431,30	420,60	421,10	405,20	403,30
MOR	104,80	112,60	112,30	125,90	133,40

M: milho fubá; MR: milho reidratado sem inoculante microbiano; MRI: milho reidratado com inoculante microbiano; SR: sorgo reidratado sem inoculante microbiano; SRI: Sorgo reidratado com inoculante microbiano; MS: matéria seca, expressa em g/kg; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDNcp: fibra em detergente neutro corrigida para contaminações por cinzas e proteína; CNF: carboidratos não fibrosos; MOR: matéria orgânica residual.

As amostras de volumoso, ingredientes do núcleo mineral proteico, grãos reidratados, sobras e fezes foram avaliadas quanto ao teor de matéria seca (MS) segundo técnica INCT - CA G-003/1, matéria orgânica (MO) segundo INCT - CA M-001/1, proteína bruta (PB) segundo método INCT - CA N-001/1, fibra em detergente neutro (FDN) segundo método INCT - CA F-001/1 e correções para proteína e cinzas, respectivamente, segundo métodos INCT- CA N004/1 e INCT - CA M-002/1, extrato etéreo (EE) segundo método INCT - CA G-004/1, conforme descritas por Detmann et al. (2012).

A quantificação dos carboidratos não fibrosos (CNF) foi realizada de acordo com (Detmann e Valadares Filho, 2010).

As amostras de volumoso, ingredientes do núcleo mineral proteico, grãos reidratados, sobras e fezes foram avaliadas quanto ao teor de amido segundo método descrito por Zinn (1990).

Para o cálculo da matéria orgânica residual (MOR) foi utilizado a equação MOR (g/kg de MS) = 1000 - PB - EE - CZ - amido - FDNcp, descrita por Tebbe et al. (2017).

Coleta de urina, avaliação dos derivados de purinas, quantificação da proteína microbiana e balanço de nitrogênio

No período entre os 15º ao 19º dias foi realizada a coleta total de urina com a retirada de amostras individuais diariamente às 06h00, utilizando-se baldes plásticos com capacidade de 8 L, cobertos com telas de *nylon*, buscando evitar contaminação por pelos, ração e fezes. Em cada balde, foi adicionado 100 mL de solução de H₂SO₄ (200 mL/L), para evitar perdas de compostos nitrogenados da urina por volatilização. O volume urinário de cada animal foi mensurado diariamente na parte da manhã com o auxílio de uma proveta graduada de 1000 mL. Os volumes foram anotados e realizou-se a amostragem da urina, sendo uma pura e outra diluída.

O volume individual total de amostra armazenado por dia foi de 60 mL, sendo estas armazenadas em frascos, devidamente identificados por animal, em cada período experimental, e armazenadas a -20°C para posteriores análises. Amostras compostas da urina foram feitas, proporcionalmente ao volume excretado em cada dia de coleta.

Para formar as amostras de urina diluída, alíquotas de 10 mL de urina composta concentrada foram diluídas, imediatamente, em 40 mL de ácido sulfúrico a 0,036 N, para evitar destruição bacteriana dos derivados de purinas e precipitação do ácido úrico. As amostras foram armazenadas a -20°C para posterior análise de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina.

Para realizar as análises nas urinas, procedeu-se o descongelamento das amostras e posterior homogeneização por agitação.

As análises de alantoína, xantina e hipoxantina na urina foram realizadas pelo método colorimétrico, conforme Chen e Gomes (1992). A excreção total dos derivados de purina foi estimada pela soma das quantidades de hipoxantina e xantina, ácido úrico e alantoína excretadas na urina.

A concentração urinária de ácido úrico foi mensurada usando kit da Bioclin (K139; Belo Horizonte, Brasil), em equipamento automático para bioquímica, modelo BS200E (Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co. Ltd., China)

As quantidades de purinas microbianas absorvidas (X, mmol/dia) foram estimadas a partir da excreção de derivados de purinas (Y, mmol/dia), por meio das equações propostas por Chen e Gomes (1992), para ovinos:

$Y = 0,84 \times X + (0,150 \times PC^{0,75} \times e^{-0,25X})$, sendo em que Y: a excreção de derivados de purinas (mmol/dia), X: corresponde às purinas microbianas absorvidas (mmol/dia) e $PC^{0,75}$: corresponde ao peso metabólico.

O fluxo intestinal de N microbiano (g NM/dia) foi estimado a partir da quantidade de purinas absorvidas (X mmol/dia), segundo a equação de Chen e Gomes (1992):

$NM \text{ (g/dia)} = X \text{ (mmol/dia)} \times 70/0,116 \times 0,83 \times 1000 = 0,727 \times X$, assumindo-se a digestibilidade de 0,83 para as purinas microbianas; a relação 0,116 de N purina:N total e o conteúdo de N das purinas de 70 mg N/mmol.

Amônia e pH ruminais

No 21º dia de cada período experimental, foram realizadas coletas de digesta ruminal via fístula, nos seguintes tempos: 06h00; 08h00; 10h00; 12h00; 14h00; 16h00; 18h00; 20h00; 22h00, 00h00 e 02h00, para quantificação do pH. As medições de pH foram realizadas imediatamente após as coletas, com uso de peagâmetro digital (Omegaette®).

Também nesse mesmo dia, foram realizadas coletas de digesta ruminal via fístula, nos tempos, 06h00; 10h00; 14h00 18h00 e 22h00 para a quantificação das concentrações de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) do fluido ruminal. Alíquotas de 40 mL de líquido ruminal filtrado, acrescidas de 1 mL de H₂SO₄ (500 mL/L), foram acondicionadas em frasco de polietileno e armazenadas a -

20 °C, para posteriores análises de N-NH₃ segundo a técnica colorimétrica descrita por Chaney e Marbach (1962).

Análises estatísticas

As análises de variância (ANOVA) foram realizadas conforme o modelo:

$$y_{ijk} = \mu + T_i + A_j + P_k + \varepsilon_{ijk}.$$

Sendo μ : constante geral; T_i : efeito do tratamento i (fixo); P_j : efeito do animal j (aleatório); A_k : efeito do período k (aleatório); ε_{ijk} : erro aleatório não observável, pressuposto NID (0; σ^2).

O experimento foi avaliado em esquema fatorial $2 \times 2 + 1$ (dois tipos de grãos reidratados e ensilados, adicionados ou não de inoculante microbiano, mais tratamento referência constituído por grão de milho moído), após realização da análise de variância, decompôs-se a somas de quadrados de tratamentos em contrastes ortogonais, testando-se os efeitos de interação entre tipo de grão reidratado e uso de inoculante, além dos efeitos independentes de tipo de grão e do uso de inoculante. O tratamento adicional, milho moído, foi contrastado contra os demais tratamentos.

A ANOVA para as variáveis pH e amônia foi feita considerando as coletas como medidas repetidas no tempo, selecionando-se as mais adequadas estruturas de (co) variâncias por intermédio do menor valor de Critério de Informação de Akaike corrigido.

Em todos os procedimentos estatísticos, utilizou-se $\alpha = 0,05$ como nível crítico de probabilidade de ocorrência do erro tipo I. Para comparações entre médias ao longo do tempo, utilizou-se o teste DMS de Fisher.

Todos os procedimentos estatísticos foram realizados por intermédio do procedimento MIXED do Statistical Analysis System 9.4 (SAS Institute, Inc.).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que não houve interação ($P > 0,05$) entre os tipos de grãos reidratados (milho ou sorgo) e a presença ou não de inoculante microbiano, como também não houve efeito ($P > 0,05$) do tipo de grão reidratado, da presença ou não do inoculante e tipo de processamento dos grãos (seco ou reidratado) para os consumos de MS e demais constituintes das dietas, para as digestibilidades, o balanço de nitrogênio, o pH e a síntese de proteína microbiana. Entretanto observou-se efeito do o tipo de processamento dos grãos ($P < 0,05$) para a concentração de amônia do fluido ruminal, com maiores médias para as silagens de grãos reidratados de milho ou sorgo.

Observaram-se consumos de matéria seca médios de 874,30 g/dia para dietas contendo o milho fubá e 810,35 e 908,50 g/dia para dietas contendo silagens de grãos reidratados de milho ou sorgo, respectivamente (Tabela 3). Estes valores estão abaixo do recomendado pelo NRC (2007), em média de 1050,00 g/dia para animais de 30 kg, com ganho de 200 g/dia. Este comportamento está de acordo com o sugerido por Vieira et al. (2013), que observaram uma superestimação do NRC (2007) para o CMS de animais da raça Santa Inês.

Os valores encontrados no presente estudo para CMS em %PC também foram inferiores ao sugerido pelas equações de predição do NRC (2007), que é de 3,51%. Entretanto, verificaram-se consumos médios de NDT de 729,17 g/dia para dietas com milho seco e 678,00 e 772,42 g/dia para dietas contendo silagens de grãos reidratados de milho ou sorgo, respectivamente (Tabela 3), sendo estes superiores aos sugeridos pelo mesmo conselho de 560,00 g/dia para ganhos de 200 g/dia.

Embora os animais tenham apresentado menores valores de CMS (em g/dia e em relação ao PC) do que é sugerido pelo NRC (2007), o consumo total de NDT (g/dia) foi superior ao recomendado pelo mesmo comitê para atender as exigências energéticas para GMD de 200 g.

Era esperado um menor consumo de MS com a dieta contendo grãos reidratados, devido ao incremento no escape ruminal do amido em relação ao grão seco, o que não foi observado no presente estudo. Segundo Henrique et al. (2007), como há menor interferência da matriz proteica do endosperma na hidrólise do amido, este se encontra mais solúvel no líquido ruminal, ocorrendo escape desta porção para o intestino delgado, compartimento gástrico de melhor eficiência energética quando comparado ao rúmen e intestino grosso. Em adição a essa teoria, Owens et al. (1997) relataram em estudo de revisão, avaliando o processamento de grãos sobre o desempenho de bovinos confinados, menores CMS em animais alimentados com silagem de grãos úmidos de milho, comparados aos animais alimentados com grãos secos de milho.

A ausência de efeito do tipo de grão, do uso de inoculante microbiano e do tipo de processamento (seco ou reidratado) sobre os consumos destas e das demais variáveis como MO, EE, FDNcp, CNF e amido, pode ser explicada pela ausência de variação no CMS entre estas dietas.

As digestibilidades da MS e da MO foram semelhantes entre as dietas com diferentes tipos de processamento dos grãos (milho fubá ou silagem de milho ou sorgo reidratados), indicando que o processamento utilizado não foi eficiente em melhorar a digestibilidade das dietas, ou que a melhora obtida na digestibilidade das silagens de milho ou sorgo reidratados, não foi suficiente para alterar a digestibilidade total das dieta.

Tabela 3. Valores médios de consumo de matéria seca e demais constituintes das dietas, e dos nutrientes digestíveis totais das dietas contendo milho fubá seco ou silagem de grãos reidratados de milho ou sorgo adicionados ou não de inoculante microbiano

Variáveis	Dietas					EPM ¹	Valor-P ²			
	M	MR	MRI	SR	SRI		M vs GR	TG	I	TG × I
CMS (g/dia)	874	797	823	839	977	162,702	0,461	0,544	0,341	0,655
CMS (g/kg PC)	29,2	22,9	26,4	25,1	26,8	3,220	0,241	0,543	0,472	0,863
CMS (g/kg PC ^{0,75})	67,8	61,7	62,0	56,4	64,5	10,040	0,923	0,606	0,425	0,892
CMO (g/dia)	822	744	784	787	903	152,601	0,446	0,649	0,413	0,672
CPB (g/dia)	124	122	125	123	145	23,660	0,647	0,517	0,465	0,444
CEE (g/dia)	32,0	29,0	28,1	29,8	34,9	6,384	0,597	0,582	0,290	0,877
CFDNcp (g/dia)	208	187	204	202	232	35,301	0,334	0,634	0,445	0,549
CCNF (g/dia)	484	432	441	458	532	92,060	0,451	0,550	0,295	0,776
CAMIDO (g/dia)	357	302	320	322	374	72,010	0,432	0,348	0,839	0,868
CNDT (g/dia)	729	675	684	713	831	130,740	0,479	0,418	0,317	0,646

CMS: consumo de matéria seca; CMO: consumo de matéria orgânica; CPB: consumo de proteína bruta; CEE: consumo do extrato etéreo; CFDNcp: consumo de fibra em detergente neutro corrigida para contaminação por cinzas e proteína; CCNF: consumo de carboidratos não fibrosos; CAMIDO: consumo de amido; CNDT: consumo dos nutrientes digestíveis totais; M: milho fubá; MR: milho reidratado ensilado sem inoculante microbiano; MRI: milho reidratado ensilado com inoculante microbiano; SR: sorgo reidratado ensilado sem inoculante microbiano; SRI: sorgo reidratado ensilado com inoculante microbiano; ¹EPM: erro padrão da média. ²Valor-P: contraste entre milho fubá e grãos reidratados (M vs GR); efeito do tipo de grão (TG); efeito do inoculante (I); efeito de interação entre tipo de grão e inoculante (TG × I).

Entretanto, a digestão do amido apresentou tendência na interação entre tipo de grão e utilização de inoculante microbiano. Observa-se aumento na digestibilidade do milho e do sorgo reidratados quando estes são inoculados, este comportamento pode ter ocorrido devido ao aumento da população de bactérias produtoras dos ácidos orgânicos (Junges et al., 2015), que em conjunto com a ação das proteases advindas também dessas bacterianas, podem ter promovido a solubilização das prolaminas (Hoffman et al., 2011), promovendo com isso melhora na digestibilidade do amido.

Também foi observado efeito no tipo de processamento na digestibilidade do amido, em que os grãos reidratados apresentaram maiores médias em relação ao milho seco. Este comportamento já era esperado, pois sabe-se que as prolaminas apresentam características hidrofóbicas, sendo de baixa solubilidade em água ou fluido ruminal, limitando a digestão do amido (Owens e Zinn., 1986; Giuberti et al., 2012). Adotando a reidratação e ensilagem dos grãos como forma de processamento além da simples moagem, fez com que houvesse melhoras na digestibilidade total do amido.

A média da ingestão de nitrogênio para os animais recebendo dieta à base de milho fubá foi de 19,89 g/dia, já para as dietas contendo silagem de grãos de milho ou sorgo reidratados, essas foram de 19,73 e 21,43 g/dia (Tabela 5). Estes resultados foram próximos, uma vez que as dietas foram formuladas para conter 140,0 g de PB/kg na MS (Tabela 2) e, não observou-se diferença na ingestão da MS entre as mesmas (Tabela 3).

Observou-se média para a excreção fecal de 4,03 g/dia para dieta contendo milho fubá e médias de 3,58 e 3,74 g/dia para dietas contendo silagem de grãos de milho ou sorgo reidratados (Tabela 5). No entanto, Mouro et al. (2007) observaram maior excreção (11,98 g/dia) para dietas com 40% de volumoso.

Tabela 4. Valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente dos constituintes das dietas contendo milho fubá ou silagens de grãos reidratados de milho ou sorgo adicionados ou não de inoculante microbiano

Variáveis	Dietas					EPM ¹	Valor-P ²			
	M	MR	MRI	SR	SRI		M vs GR	TG	I	TG × I
DMS (%)	79,5	81,4	80,4	83,0	82,3	1,847	0,939	0,128	0,654	0,960
DMO (%)	81,2	83,1	83,3	83,0	83,1	1,463	0,782	0,587	0,493	0,465
DPB (%)	81,9	81,9	81,7	84,7	83,0	1,870	0,609	0,238	0,661	0,579
DEE (%)	90,9	92,2	91,9	90,9	90,9	0,607	0,108	0,916	0,797	0,788
DFDNcp (%)	60,8	61,5	61,5	57,9	65,8	4,045	0,990	0,813	0,243	0,162
DCNF (%)	90,8	91,4	90,9	91,8	92,0	0,797	0,945	0,197	0,937	0,817
DAMIDO (%)	94,6	97,2	98,2	97,1	97,2	0,660	0,044	0,069	0,085	0,061
DNDT (%)	71,9	66,7	68,6	72,1	78,5	13,172	0,452	0,533	0,552	0,849

DMS: digestibilidade da matéria seca; DMO: digestibilidade da matéria orgânica; DPB: digestibilidade da proteína bruta; DEE: digestibilidade do extrato etéreo; DFDNcp: digestibilidade da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; DCNF: digestibilidade dos carboidratos não fibrosos; DAMIDO: digestibilidade do amido; DNDT: digestibilidade dos nutrientes digestíveis totais M: milho fubá; MR: milho reidratado ensilado sem inoculante; MRI: milho reidratado ensilado com inoculante microbiano; SR: sorgo reidratado ensilado sem inoculante; SRI: sorgo reidratado ensilado com inoculante microbiano; ¹EPM: erro padrão da média. ²Valor-P: contraste entre milho fubá e grãos reidratados (M vs GR); efeito do tipo de grão (TG); efeito do inoculante (I); efeito de interação entre tipo de grão e inoculante (TG × I)

O N excretado via urina apresentou valor de 30,11% para a dieta contendo milho fubá. Para as dietas contendo silagem de grãos milho ou sorgo reidratados, apresentaram os valores de 28,88 e 28,69%, respectivamente.

Para o N excretado nas fezes, obteve-se 20,26% para a dita contendo milho fubá, e 18,14 e 17,44%, respectivamente, para as dietas contendo silagem de grãos milho ou sorgo reidratados.

Zeoula et al. (2006), avaliando diferentes teores de proteína degradável no rúmen (PDR) e fonte de amido de baixa degradabilidade ruminal (milho moído) em ovinos, observaram que a excreção do N via urinária foi de 35,70% do N ingerido (NI), superior à excreção nas fezes, de 20,36% do NI.

Segundo Van Soest (1994), aumentos na ingestão de N estão associados à maior produção de ureia no fígado e à maior excreção de ureia via urina, enquanto o baixo conteúdo de N conduz a uma redução na excreção de ureia na urina para manutenção do *pool* de ureia plasmático, que está sob controle fisiológico homeostático.

As médias encontradas para o N retido apresentaram comportamento semelhante ao encontrado por Morgado et al. (2014), que avaliando duas fontes de carboidratos, fibra solúvel em detergente neutro (polpa cítrica e casca de soja) e amido (grão de milho), e inclusão de óleo de girassol na dieta de ovinos, também não encontraram diferença no N retido para as diferentes fontes de carboidratos, observando média de 7,41 g/dia.

Não houve interação entre tempo e dietas experimentais ($P > 0,05$) sobre os valores de pH no fluido ruminal; no entanto, observou-se efeito de tempo sobre esta variável ($P < 0,05$; Tabela 6). Adicionalmente, não se observou interação entre tipo de grão e inoculante ($P > 0,05$), diferença entre tipo de grão ($P > 0,05$), inoculante e do tipo de processamento (M vs GR; $P > 0,05$) (Tabela 6).

Tabela 5. Valores médios do balanço de nitrogênio em dietas contendo milho fubá ou silagens de grãos reidratados de milho ou sorgo adicionados ou não de inoculante microbiano

Variáveis	Dietas					EPM ¹	Valor-P ²			
	M	MR	MRI	SR	SRI		M vs GR	TG	I	TG × I
N (g/dia)										
Ingerido	19,8	19,5	19,9	19,7	23,2	3,785	0,647	0,517	0,465	0,444
Fezes	4,0	3,5	3,7	3,4	4,1	0,906	0,635	0,843	0,441	0,790
Absorvido	15,9	16,0	16,3	16,3	19,1	3,000	0,682	0,386	0,516	0,390
Urina	6,0	5,0	6,4	6,6	5,5	1,451	0,670	0,703	0,968	0,452
Retido	9,9	11,2	11,3	9,7	12,0	2,043	0,768	0,864	0,782	0,262
NR/NI	0,50	0,57	0,55	0,47	0,52	0,041	0,135	0,429	0,959	0,236
NR/NA	0,63	0,69	0,67	0,56	0,63	0,049	0,197	0,229	0,785	0,261

NR/NI: nitrogênio retido em relação ao nitrogênio ingerido; NR/NA: nitrogênio retido em relação ao nitrogênio absorvido; M: milho fubá; MR: milho reidratado ensilado sem inoculante; MRI: milho reidratado ensilado com inoculante microbiano; SR: sorgo reidratado ensilado sem inoculante; SRI: sorgo reidratado ensilado com inoculante microbiano; ¹EPM: erro padrão da média. ²Valor-P: contraste entre milho fubá e grãos reidratados (M vs GR); efeito do tipo de grão (TG); efeito do inoculante (I); efeito de interação entre tipo de grão e inoculante (TG × I)

A média de pH foi 6,03 para a dieta contendo milho fubá, já para as dietas contendo silagem de grãos de milho e sorgo reidratados, as médias foram de 6,20 e 6,36, respectivamente (Tabela 6). Os valores encontrados estão acima dos reportados na literatura como causadores de acidose ruminal subaguda (5,5; 5,8 e 5,9) segundo Plaizier et al. (2014).

Além do valor de pH abaixo de 5,6, outro fator que impacta a digestão ruminal é o fluido ruminal permanecer nessa faixa de pH por mais de 180 min./dia (Plaizier et al., 2008). Entretanto, o valor mais baixo atingido pelo pH no presente estudo foi de 5,72, apresentando elevação a valores fora da faixa de acidose subclínica (Figura 1).

Observou-se efeito do tempo sobre as concentrações do pH ruminal, em que seu abaixamento ocorreu nas horas próximas às alimentações (08h00 e 16h00), e segundo Ørskov (1986), este comportamento do pH ruminal ocorre, principalmente, após a ingestão de alimentos, especialmente concentrados, devido à sua rápida taxa de fermentação (Figura 1).

Igarasi et al. (2008) mencionaram que, devido ao processo de reidratação, pode se esperar aumento na degradação do amido de cereais, promovendo com isso, excessiva produção de AGV's no rúmen, levando a uma acidose subclínica, comportamento esse que não foi observado no presente estudo, quando comparado o processamento entre os grãos (milho fubá e milho ou sorgo reidratados). Nota-se que provavelmente a reidratação não seja capaz de aumentar a digestão ruminal do amido, e sim sua solubilização no fluido ruminal e escape deste compartimento, promovendo maior digestão intestinal

Tabela 6. Valores médios de pH e das concentrações de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) no fluido ruminal para dietas contendo milho fubá ou silagens de grãos reidratados de milho ou sorgo adicionados ou não de inoculante microbiano

Variáveis	Dietas					EPM ¹	Valor-P ²					
	M	MR	MRI	SR	SRI		M vs GR	TG	I	TG × I	T	T × D
pH	6,03	6,21	6,20	6,59	6,13	0,145	0,364	0,158	0,500	0,448	<0,001	0,601
NH ₃ (mg/dL)	10,58	12,12	12,87	11,98	12,24	0,701	0,040	0,591	0,483	0,727	<0,001	0,131

M: milho fubá; MR: milho reidratado ensilado sem inoculante; MRI: milho reidratado ensilado com inoculante microbiano; SR: sorgo reidratado ensilado sem inoculante; SRI: sorgo reidratado ensilado com inoculante microbiano; ¹EPM: erro padrão da média. ²Valor-P: contraste entre milho fubá e grãos reidratados (M vs GR); efeito do tipo de grão (TG); efeito do inoculante (I); efeito de interação entre tipo de grão e inoculante (TG × I); tempo (T); interação entre tempo e dietas (T × D).

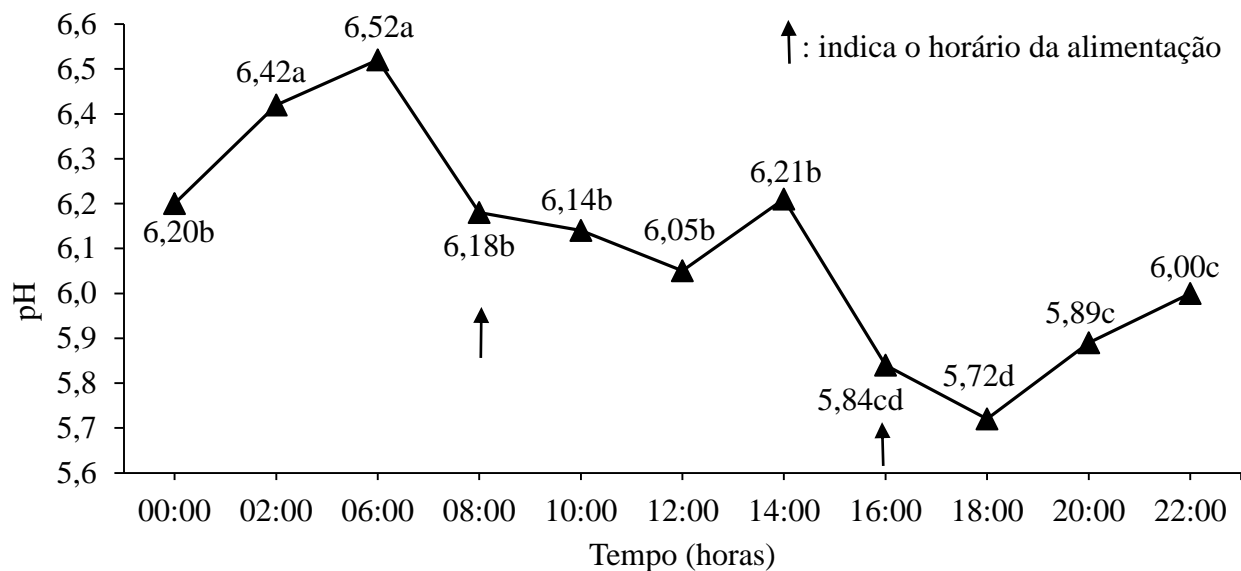


Figura 1. pH do líquido ruminal em função do tempo após alimentação com dietas contendo milho fubá ou silagens de grãos reidratados de milho ou sorgo adicionados ou não de inoculante microbiano.

Não houve efeito de interação entre tempo e dietas experimentais ($P > 0,05$) para as concentrações de N-NH₃ no fluido ruminal; no entanto, observou-se efeito de tempo do tipo de processamento (M vs GR; $P < 0,05$) sobre esta variável (Tabela 6). Adicionalmente, não se observou efeitos de interação entre tipo de grão e inoculante ($P > 0,05$), nem efeito do tipo de grão ($P > 0,05$) e presença ou não do inoculante (Tabela 6).

A média de N-NH₃ da dieta contendo milho fubá foi de 10,58 mg/dL, sendo menor que as observadas para dietas contendo silagem de grãos de milho ou sorgo reidratados, que foram de 12,50 e 12,11 mg/dL, respectivamente. Estes resultados divergem dos encontrados por Pires et al. (2008), que avaliaram influência das fontes de amido (milho e raspa de mandioca) e formas de processamento (moagem fina, grossa, floculação) sobre o metabolismo do nitrogênio em vacas Holandesas, que observaram diminuição das concentrações de N-NH₃, quando fornecidas as

rações, com diferentes processamentos, contendo milho floculado ou raspa de mandioca, indicando segundo os autores, fermentação mais ativa destas fontes de amido.

O processamento dos grãos na forma de reidratação e ensilagem, promove, pelo processo fermentativo do material no interior do silo, redução da concentração das prolaminas, por atividade proteolítica, aumentando as concentrações de N-NH₃ e o teor de proteína solúvel, com o passar do tempo (Kung Jr et al., 2014), sendo esta, uma provável explicação para maiores concentrações de N-NH₃ nos grãos ensilados em comparação ao milho fubá.

Trabalhos como os de Fregadolli et al. (2001) e Zeoula et al. (2003), envolvendo substituição da fonte de amido em dietas para ovinos, não encontraram interação entre as fontes de amido e processamento na concentração de N-NH₃, apresentando comportamento semelhantes aos observados no presente trabalho entre as silagens de grãos reidratados (milho ou sorgo).

Quando observa-se o efeito do tempo nas concentrações da N-NH₃ no fluido ruminal ao longo do dia (Figura 2), nota-se que o valor mais baixo (7,96 mg/dL) se dá antes da alimentação e alcança pico (14,49 mg/dL) duas horas após alimentação (08h00 e 16h00), padrão que corrobora com os reportados na literatura e com o comportamento de queda no pH (Figura 1).

Entretanto, mesmo a menor concentração observada no presente experimento, apresenta valor próximo ao que Detmann et al. (2009) preconizaram, como sendo a concentração mínima de amônia ruminal, para suprir a demanda de compostos nitrogenados aos microrganismos ruminais, que seria de 8 mg/dL de fluido ruminal, com base em dados de gramíneas tropicais. Van Soest (1994) por outro lado, cita como nível ótimo, concentração próxima de 10 mg/dL. Todavia, estes valores não devem ser considerados fixos, pelo fato da capacidade de síntese de proteína e captação de amônia pelas bactérias depender da taxa de fermentação dos carboidratos (Homem Jr. et al., 2010).

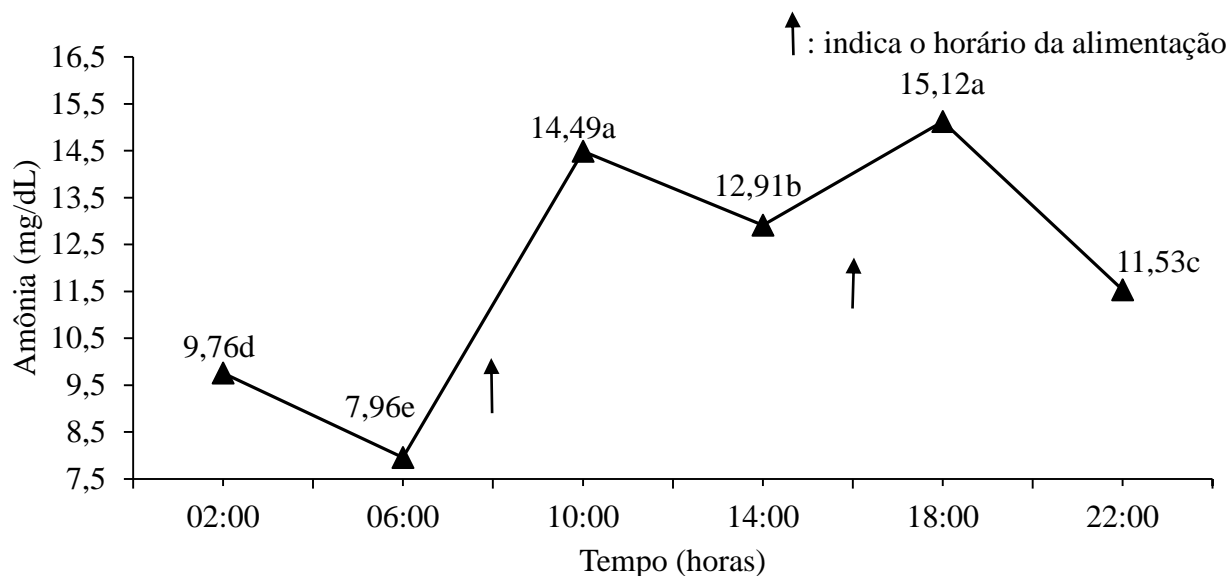


Figura 2. Concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) do líquido ruminal em função do tempo após alimentação com dietas contendo milho fubá ou silagens de grãos reidratados de milho ou sorgo adicionados ou não de inoculante microbiano.

Os valores médios das excreções diárias relativas de derivados de purinas foram semelhantes às propostas por Chen e Gomes (1992), que são de 60 a 80% para alantoína, 10 a 30% para ácido úrico e de 5 a 10% de xantina e hipoxantina em relação às purinas totais.

A ausência de incremento na produção de proteína microbiana advinda dos processamentos dos grãos (milho fubá e milho ou sorgo reidratados) e tipo de grãos (milho ou sorgo) se deve possivelmente por não haver alteração da relação entre PB e energia e nem sobre a degradabilidade destes nutrientes. Somado ao consumo de NDT, que não diferiu entre as dietas (Tabela 3), resultou semelhante desenvolvimento dos microrganismos ruminais, apesar do milho fubá ter apresentado menores concentrações de N-NH₃ no fluido ruminal (Tabela 6).

Tabela 7. Valores médios das excreções diárias dos derivados de purinas e para a síntese e eficiência de síntese de proteína microbiana para dietas contendo milho fubá ou silagens de grãos reidratados de milho ou sorgo adicionados ou não de inoculante microbiano

Variáveis	Dietas					EPM ¹	Valor-P ²			
	M	MR	MRI	SR	SRI		M vs GR	TG	I	TG × I
Alan (mmol/dia)	10,18	10,09	11,94	11,32	11,55	2,006	0,583	0,855	0,709	0,628
AcU (mmol/dia)	1,11	1,02	1,00	1,02	1,20	0,160	0,350	0,733	0,366	0,829
X + Hpx (mmol/dia)	0,59	0,61	0,55	0,54	0,50	0,094	0,536	0,906	0,260	0,775
PT (mmol/dia)	11,88	11,73	13,49	12,88	13,25	2,073	0,626	0,814	0,781	0,622
PA (mmol/dia)	13,92	13,63	15,82	15,10	15,72	2,535	0,608	0,818	0,789	0,614
N-Mic (g/dia)	10,0	9,9	11,5	10,9	11,4	1,843	0,608	0,818	0,789	0,614
N-Mic (g/dia)/N-Ing (g/dia)	0,55	0,63	0,71	0,60	0,62	0,216	0,936	0,879	0,572	0,661
EMic (g PB Mic/kg NDT)	92,9	97,5	96,1	93,2	100,7	25,563	0,946	0,915	0,927	0,822

Alan: alantoína; AcU: ácido úrico; X + Hpx: xantina e hipoxantina; PT: purinas totais; PA: purinas absorvidas; N-Mic: nitrogênio microbiano; PBMic: proteína bruta microbiana; N-mic/N-ing: relação entre nitrogênio microbiano e nitrogênio ingerido; EMic: eficiência de síntese microbiana; M: milho fubá; MR: milho reidratado ensilado sem inoculante; MRI: milho reidratado ensilado com inoculante microbiano; SR: sorgo reidratado ensilado sem inoculante; SRI: sorgo reidratado ensilado com inoculante microbiano; ¹EPM: erro padrão da média. ²Valor-P: contraste entre milho fubá e grãos reidratados (M vs GR); efeito do tipo de grão (TG); efeito do inoculante (I); efeito de interação entre tipo de grão e inoculante (TG × I)

Fregadolli et al. (2001) não encontraram efeito na produção de nitrogênio microbiano ao variar a fonte de amido e a fonte de N de alta ou baixa degradabilidade ruminal. Entretanto, Spicer et al. (1986), trabalhando com novilhos e Herrera-Saldana et al. (1990), trabalhando com vacas da raça Holandesa, avaliaram a fonte de amido (milho ou cevada) na produção de N-Mic, e encontraram efeito positivo para os animais alimentados com cevada.

Supondo que haja uma maior degradação ruminal do amido, devido à proteólise das prolaminas nos grãos reidratados e ensilados, a síntese de proteína microbiana poderia ser alterada, pois segundo Theurer et al. (1999), com o aumento na digestibilidade ruminal do amido, há maior eficiência de utilização de nitrogênio no rúmen, permitindo maior produção de proteína microbiana, e maior incremento desta no duodeno.

A eficiência de síntese microbiana, não apresentou efeito ($P > 0,05$) do tipo de processamento e nem interação entre tipos de grãos e presença ou não de aditivo microbiano. O valor médio para a dieta contendo milho fubá foi de 92,92 g PB Mic/kg NDT enquanto para as dietas contendo silagem grãos reidratados de milho ou sorgo foram de 96,76 e 97,00 g PB Mic/kg NDT, respectivamente.

CONCLUSÕES

Dietas contendo silagem de grãos reidratados de milho ou sorgo podem substituir as dietas contendo milho fubá. As dietas contendo silagens de grãos reidratados de milho podem ser substituídas pelas de silagens de grãos reidratados de sorgo, sem que haja prejuízo sobre as características nutricionais. A utilização de inoculante biológico na ensilagem de grãos reidratados de milho ou sorgo fornecidas para ovinos, não promove melhoras no desempenho destes animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bradford, B.J.; Allen, M.S.. Depression in feed intake by a highly fermentable diet is related to plasma insulin concentration and insulin response to glucose infusion. *Journal of Dairy Science*, v.90, n. 8, p. 3838-3845, 2007.
- Chaney, A.L.; Marbach, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. *Clinical Chemistry*, v.8, p.130-132. 1962.
- Chen, X.B.; Gomez, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives an overview of the technical details. *International Feed Resource Unit, Rowett Research Institute*. Occasional Publication, Aberdeen, pp. 2-20, 1992.
- Coelho Da Silva, J.F.; Leão, M.I. *Fundamentos da nutrição de ruminantes*. Piracicaba: Livroceres. 380p, 1979.
- Costa, C.; Arrigoni, M. D. B.; Silveira, A. C.; e Oliveira, H. N. De. Desempenho de bovinos superprecoces alimentados com silagem de milho ou feno de aveia e grãos de milho ensilados ou secos. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 24, 1175, 2002.
- Detmann, E.; Paulino, M.F.; Mantovani, H.C. et al. Parameterization of ruminal fibre degradation in low-quality tropical forage using Michaelis-Menten kinetics. *Livestock Science*, 126, 136-146, 2009.
- Detmann, E.; Souza, M.A.; Valadares Filho, S.C. et al. *Métodos para Análise de Alimentos*. 214p, 2012.
- Detmann, E.; e Valadares Filho, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária E Zootecnia*, 62, n.4, 980-984, 2010.
- Fregadolli, F.L.; Zeoula, L.M.; Branco, A.F.; Prado, I.N. do; Caldas Neto, S.F.; Guimarães, K.C.; Kassies, M.P.; Dalponte, A.O. Efeito das fontes de amido e nitrogênio de diferentes

degradabilidades ruminais.2. pH, concentração de amônia no líquido ruminal e eficiência de síntese microbiana. *Rev. Bras. Zootec.* 30, 870-879, 2001.

Gibbon, B.; LArkins, B.A. Molecular genetic approaches to developing quality protein maize. *Trends in Genetics, London*, v. 4, n. 4, p. 227-233, 2005.

Giuberti, G.; Gallo, A.; Masoero, F. Technical note: Quantification of zeins from corn, high-moisture corn, and corn silage using a turbidimetric method: Comparative efficiencies of isopropyl and tert-butyl alcohols. *J. Dairy Sci.* 95, 3384-3389, 2012.

Herrera-Saldana, R.E.; Gomez-Alarcon, R.; Torabi, M. Et al. Influence of synchronizing protein and starch degradation in the rumen on nutrient utilisation and microbial protein synthesis. *J. Dairy Sci.*, 73(1):142-148, 1990.

Henrique, W.; Beltrame Filho, J.A.; Leme, P.R.; Lanna, D.P.D.; Alleoni, G.F.; Coutinho Filho, J.L.V.; Sampaio, A.A.M. Avaliação da silagem de grãos de milho úmido com diferentes volumosos para tourinhos em terminação: desempenho e características de carcaça. *Rev. Bras. Zootec.* 36, 183–190, 2007.

Hoffman, P.C.; Esser, N.M.; Shaver, R.D.; Coblenz, W.K.; Scott, M.P.; Bodnar, A.L.; Schmidt, R.J.; Charley, R.C. Influence of ensiling time and inoculation on alteration of the starch-protein matrix in high-moisture corn. *J. Dairy Sci.* 94, 2465-2474, 2011.

Homem Junior, A.C.; Ezequiel, J.M.B.; Galati, R.L.; Gonçalves, J. de S.; Santos, V.C.; Sato, R.A. Grãos de girassol ou gordura protegida em dietas com alto concentrado e ganho compensatório de cordeiros em confinamento. *Rev. Bras. Zootec.* 39, 563-571, 2010.

Igarasi, M.S.; Arrigoni, M.D.B.; Hadlich, J.C.; Carlos, A.; Martins, C.L.; Oliveira, H.N. De. Características de carcaça e parâmetros de qualidade de carne de bovinos jovens alimentados com grãos úmidos de milho ou sorgo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2008.

Junges, D.; Morais, G.; Daniel, J.L.P. ; Spotto, M.H.F.; Nussio, L.G. Contribution of proteolytic sources during fermentation of reconstituted corn grain silages. In: *International Silage Conference*, 2015, Piracicaba. Rio das Pedras, SP: Grafica Riopedrense, 17, 566-567, 2015.

- Kung Jr., L.; Windle, M.C.; Walker, N. The effect of an exogenous protease on the fermentation and nutritive value of high-moisture corn. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 97, 1-6, 2014.
- Machado, M.G.; Detmann, E.; Mantovani, H.C.; Valadares Filho, S.C.; Bento, C.B.P.; Marcondes, M.I.; Assunção, A.S. Evaluation of the length of adaptation period for changeover and crossover nutritional experiments with cattle fed tropical forage-based diets. *Anim. Feed Sci. Technol.* 222, 132-148, 2016.
- Millen, D.D.; Pacheco, R.D.L.; Arrigoni, M.D.B.; et al. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. *Journal of Animal Science*, 87, n. 10, 3427-3439, 2009.
- Morgado, E.D.S.; Ezequiel, J.M.B.; Galzerano, L.; Santos, V.C. Consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio de cordeiros alimentados com alto teor de amido ou fibra solúvel em detergente neutro associados ao óleo de girassol. *Semin. Ciências Agrárias* 35, 457, 2014.
- Mouro, G.F.; Branco, A.F.; Harmon, D.L.; Rigolon, L.P.; Coneglian, S.M. Fontes de carboidratos e porcentagem de volumosos em dietas para ovinos: Balanço de nitrogênio, digestibilidade e fluxo portal de nutrientes. *Rev. Bras. Zootec.* 36, 489-498, 2007.
- National Research Council - NRC. *Nutrient requirements of small ruminants*. 362p., 2007.
- Ørskov, E.R. Starch digestion and utilization by ruminants. *J. Anim. Sci.*, v.63, p.1624-1633, 1986.
- Owens, F.N.; Secristi, D.S.; Jeff Hill, W. et al. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. *Journal of Animal Science*, v.75, p.868-879, 1997.
- Owens, F.N.; Zinn, R.A.; e Kim, Y.K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. *Journal of Animal Science*, 63(5), 1634-1648, 1986.
- Pires, A.V.; Susin, I.; Santos, F.A.P.; Mendes, C.Q.; Oliveira Junior, R.C. de; Fernandes, J.J. de R.; Simas, J.M.C. de. Efeito de fontes e formas de processamento do amido sobre o desempenho e o metabolismo do nitrogênio em vacas Holandesas em lactação. *Rev. Bras. Zootec.* 37, 1456-1462, 2008.

- Plaizier, J.C.; D.O. Krause; G.N. Gozho; e B.W. McBride. Subacute ruminal acidosis in dairy cows: The physiological causes, incidence and consequences. *Vet.* 176:21-31, 2008.
- Plaizier, J.K.; Li, S.; Gozho, G.; Khafipour, E. Minimizing the Risk for Rumen Acidosis Proceedings of the 23rd Tri-State Dairy Nutrition Conference, Fort Wayne, Indiana, USA, Ohio State University, pp.11-26, 2014.
- Silva, S. L.; Leme, P. R.; Putrino, S. M. et al. Milho grão seco ou úmido com sais de cálcio de ácidos graxos para novilhos nelore em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.5, p.1426-1434, 2007.
- Spicer, L.A.; Theurer, C.B.; Sowe, J. et al. Ruminant and post-ruminant utilisation of nitrogen and starch from sorghum grain, corn and barley-based diets by beef steers. *J. Anim. Sci.*, 62(2): 521-530, 1986.
- Tebbe, A.W.; Faulkner, M.J.; Weiss, W.P.; Soest, P.J. Van; Pleasant, R.S.; Taylor, S.J. Effect of partitioning the nonfiber carbohydrate fraction and neutral detergent fiber method on digestibility of carbohydrates by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 100, 6218-6228, 2017.
- Theurer, C.B. et al. Invited review: summary of steam-flaking corn or sorghum grain for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.82, n.9, p.1950-1959, 1999.
- Valadares Filho, S.C.; Machado, P.A.S.; Chizzotti, M.L. et al. CQBAL 3.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos. Disponível em www.ufv.br/cqbal. Acesso em 15/06/2017.
- Van Soest, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca, NY: Comstock, 476p., 1994.
- Vieira, P.A.S.; Pereira, L.G.R.; Azevêdo, J.A.G.; Neves, A.L.A.; Chizzotti, M.L.; Dos Santos, R.D.; De Araújo, G.G.L.; Mistura, C.; Chaves, A.V. Development of mathematical models to predict dry matter intake in feedlot Santa Ines rams. *Small Rumin. Res.* 112, 78-84, 2013.
- Weatherburn, M.W. 1967. Phenol-hypochlorite reaction for determination of ammonia. *Anal. Chem.*, v.39, p.971-974, 1967.
- Zanetti, D. Exigências nutricionais, frequência de alimentação e níveis de cálcio e fósforo para

bovinos Holandeses × Zebu em confinamento. Universidade federal de Viçosa, 2014.
(Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2014.

Zeoula, L.M.; Caldas Neto, S.F.; Geron, L.J.V.; Maeda, E.M.; Prado, I.N. Do; Dian, P.H.M.; Jorge, J.R.V.; Marques, J.D.A. 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. *Rev. Bras. Zootec.* 32, 491-502, 2003.

Zeoula, L. M.; Fereli, F.; Prado, I. N.; Geron, L. J. V.; Caldas Neto, S. F.; Prado, O. P. P.; Maeda, E. M. Digestibilidade e balanço de nitrogênio com diferentes teores de proteína degradável no rúmen e milho como fonte de amido em ovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 35, n. 5, p. 2179-2186, 2006.

Zinn, R.A. Influence of flake density on the comparative feeding value of steam-flaked corn for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 68, 767, 1990.