

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**DEGRADABILIDADE RUMINAL *IN VITRO* DE GRÃO REIDRATADO
E ENSILADO DE MILHO E SORGO COM DIFERENTES
GRANULOMETRIAS**

Marcela Luzia Rodrigues Pereira
Orientador: Prof. Dr. Juliano José de Resende Fernandes

GOIÂNIA
2012

MARCELA LUZIA RODRIGUES PEREIRA

**DEGRADABILIDADE RUMINAL *IN VITRO* DE GRÃO REIDRATADO
E ENSILADO DE MILHO E SORGO COM DIFERENTES
GRANULOMETRIAS**

Dissertação apresentada para
obtenção do grau de mestre em
Ciência Animal junto a Escola de
Veterinária e Zootecnia da
Universidade Federal de Goiás.

Área de concentração:
Produção animal

Orientador:

Prof. Dr. Juliano José de Resende Fernandes - UFG

Comitê de orientação:

Prof. Dr. Kleber Augusto Gastaldi – UFMS

Prof^a. Dr^a. Eliane Sayuri Miyagi- UFG

GOIÂNIA
2012

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
GPT/BC/UFG**

P436d Pereira, Marcela Luzia Rodrigues.
Degradabilidade ruminal *in vitro* de grão reidratado e ensilado de milho e sorgo com diferentes granulometrias [manuscrito] / Marcela Luzia Rodrigues Pereira. - 2012.
62 f.

Orientador: Prof. Dr. Juliano José de Resende Fernandes; Co-Orientadores: Prof. Dr. Kleber Augusto Gastaldi; Prof^a. Dr^a. Eliane Sayuri Miyagi.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, 2012.

Bibliografia.

Inclui lista de figuras e tabelas.

Apêndices.

1. Milho e Sorgo – Processamento. 2. Grão Úmido – Silagem. I. Título.

CDU: 664.6/.7

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me dado saúde, força e coragem para enfrentar os desafios encontrados, possibilitando a realização deste trabalho.

À minha mãe, Valdete pelo carinho, amor e orações para que tudo caminhasse no sentido certo. Ao meu pai, Marcos pelo apoio. As minhas irmãs, Kelem, Juliana e Arligeny pelo carinho e incentivo. As minhas sobrinhas e meu sobrinho, a galerinha mais animada da família, Beatriz, Pabline, Luana, Marcos Emílio, Kerolayne, Amanda e Ketly. Sei que nos momentos mais complicados vocês estavam na torcida para que tudo ficasse mais tranquilo e mais fácil. Desde o começo de tudo sempre me apoiaram em todas as decisões. Por isso, sei que vocês tiveram uma participação mais do que importante para a concretização desse mestrado.

Aos meus avós, Geny e Waldir (Didi), pessoas que respeito e amo demais, sempre cuidaram de mim com muito amor e carinho. Sinto tanta falta de quando morávamos juntos, vocês juntamente com minha mãe são responsáveis por tudo que sou hoje. Amo vocês!!

Ao meu namorado, Paulo Ricardo, pessoa extraordinária, companheiro e incentivador. Merece mais que agradecimentos, pois desde o começo do mestrado até a concretização deste trabalho sempre esteve ao meu lado, dando suas sugestões, me ajudando em tudo. É um amigo especial e meu verdadeiro amor: MUITO OBRIGADA!!!

Ao meu orientador, professor Juliano José de Resende Fernandes, pela paciência e por ter aceitado me orientar. Muito obrigada professor pelos conselhos, pelas críticas nas horas necessárias, pela amizade e confiança. Sei que tudo isso serão válidos para o meu crescimento pessoal e profissional.

À professora Eliane Sayuri Miyagi, pela co-orientação e seus conselhos nas horas mais difíceis que tanto precisei e pela sua grande amizade.

Ao professor Emmanuel Arnhold, pela inestimável contribuição neste trabalho e em minha formação.

Ao professor Reginaldo e a professora Cristine, pela ajuda e disposição em me ajudar.

Ao Vitor pelas sugestões dadas na realização final do trabalho.

Aos membros da banca examinadora pela atenção e dedicação no exame dessa dissertação.

Aos meus colegas, companheiros e amigos, Humberto, Fabíola e Marcondes, pela dedicação e ajuda na condução do experimento.

Aos amigos e companheiros de curso, Douglas, Elis, Sérgio, Leonardo, Verônica, Reginaldo, Tiago, Neto, Flávia, Ernane, Barbara, Kíria, Marcos e Marcelo pela amizade e que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho.

Aos Funcionários Eder, Hélio, Gerson, Dito e Reginaldo, pelo auxílio sempre que precisei.

À Universidade Federal de Goiás pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ, pela concessão da bolsa de estudos.

Muito Obrigada!!!

“A vida é uma peça de teatro que não permite ensaios. Por isso, cante, chore, dance, ria e viva intensamente, antes que a cortina se feche e a peça termine sem aplausos...”

Charles Chaplin

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO GERAL	xi
CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1 Estrutura Anatômica do Milho	3
2.2 Estrutura Anatômica do Sorgo	3
2.3 Amido	4
2.4 Processamento de grãos na alimentação de ruminantes.....	6
3 REFERÊNCIAS.....	8
CAPÍTULO 2- DEGRADABILIDADE DA MATÉRIA SECA DE DIFERENTES PROCESSAMENTOS DE MILHO.....	11
RESUMO.....	11
ABSTRACT	12
1 INTRODUÇÃO	13
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
2.1 Local e período experimental	15
2.2 Tratamentos	15
2.3 Procedimento experimental.....	15
2.4 Análise de degradabilidade	17
2.4.1 Preparação dos sacos TNT e das amostras	17
2.4.2 Preparação da solução tampão.....	17
2.4.3 Coleta, preparação do líquido ruminal e incubação	18
2.5 Análises laboratoriais	20
2.5.1 Determinação de Proteína Bruta (PB	20
2.6 Delineamento experimental e análise estatística	20
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4 CONCLUSÃO.....	30
5 REFERÊNCIAS.....	31

CAPÍTULO 3- DEGRADABILIDADE DA MATÉRIA SECA DE DIFERENTES PROCESSAMENTOS DO SORGO.	35
RESUMO.....	35
ABSTRACT	36
1 INTRODUÇÃO	37
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	39
2.1 Local e período experimental	39
2.2 Tratamentos	39
2.3 Procedimento experimental.....	39
2.4 Análise de degradabilidade	41
2.4.1 Preparação dos sacos TNT e das amostras	41
2.4.2 Preparação da solução tampão.....	41
2.4.3 Coleta, preparação do líquido ruminal e incubação	42
2.4.4 Determinação de Proteína Bruta (PB).....	44
2.5 Delineamento experimental e análise estatística	44
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
4 CONCLUSÃO.....	55
5 REFERÊNCIAS.....	56
CAPÍTULO 4- CONSIDERAÇÕES FINAIS	60

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 1 - Degradabilidade <i>in vitro</i> na matéria natural dos processamentos reconstituídos de milho moído fino e grosso nos respectivos períodos de ensilagem (0, 14, 28, 56, 112, 168, 224).....	30
--	----

CAPÍTULO 3

Figura 1 - Degradabilidade <i>in vitro</i> na matéria natural dos processamentos reconstituídos de sorgo fino e grosso nos respectivos períodos de ensilagem (0, 14, 28, 56, 112, 168, 224).....	56
--	----

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

TABELA 1 -	Impacto das técnicas de processamento no grão de milho e sua digestibilidade.....	7
------------	---	---

CAPÍTULO 2

TABELA 1 -	Degradabilidade na matéria seca da fração a= fração de rápida degradação; b= fração potencialmente degradável; c= taxa de degradação da fração b. Em sete períodos, nos tratamentos: Milho moído fino (MMF); Milho moído grosso (MMG); Silagem reidratada de milho moído fino (SMMF); Silagem reidratada de milho moído grosso (SMMG).....	23
TABELA 2 -	Degradabilidade efetiva para taxas de passagem a 2, 5 e 8% e degradabilidade potencial na matéria seca. Em sete períodos, nos tratamentos: Milho moído fino (MMF); Milho moído grosso (MMG); Silagem reidratada de milho moído fino (SMMF); Silagem reidratada de milho moído grosso (SMMG).....	25
TABELA 3 -	Lag-Time (LG) e fração Indegradável (FI). Em sete períodos, nos tratamentos: Milho moído fino (MMF); Milho moído grosso (MMG); Silagem reidratada de milho moído fino (SMMF); Silagem reidratada de milho moído grosso (SMMG).....	27
TABELA 4 -	Variáveis de pH; Perda de gases (PG%); Perda de efluentes (PE%) da silagem reidratada de milho moído fino (SMMF) e Silagem reidratada de milho moído grosso (SMMG).....	28
TABELA 5 -	Proteína bruta (PB) da silagem reidratada de milho moído fino (SMMF) e Silagem reidratada de milho moído grosso (SMMG).....	29

CAPÍTULO 3

TABELA 1 -	Degradabilidade na matéria seca da fração a= fração solúvel; b= fração potencialmente degradável; c= taxa de degradação da fração b. Em sete períodos, nos tratamentos: Sorgo moído fino (SMF); Sorgo moído grosso (SMG); Silagem reidratada de sorgo moído fino (SSMF); Silagem reidratada de sorgo moído grosso (SSMG).....	49
TABELA 2 -	Degradabilidade efetiva para taxas de passagem a 2, 5 e 8% e degradabilidade potencial na matéria seca. Em sete períodos, nos tratamentos: Sorgo moído fino (SMF); Sorgo moído grosso (SMG); Silagem reidratada de Sorgo moído fino (SSMF); Silagem reidratada de Sorgo moído grosso (SSMG).....	50
TABELA 3 -	Lag-Time (LG) e fração Indegradável (FI). Em sete períodos, nos tratamentos: Sorgo moído fino (MMF); Sorgo moído grosso (MMG); Silagem reidratada de sorgo moído fino (SMMF); Silagem reidratada de sorgo moído grosso (SMMG).....	53
TABELA 4 -	Variáveis de pH; Perda de gases (PG%); Perda de efluentes (PE%) da silagem reidratada de milho moído fino (SSMF) e Silagem reidratada de milho moído grosso (SSMG).....	54
TABELA 5 -	Proteína bruta (PB) da silagem reidratada de sorgo moído fino (SSMF) e Silagem reidratada de sorgo moído grosso (SSMG).....	55

RESUMO GERAL

Foram realizados dois experimentos, com objetivo de avaliar o efeito dos processamentos de grãos de milho e sorgo e o tempo de ensilagem sobre a degradabilidade da matéria seca *in vitro* e os parâmetros fermentativos das silagens. No experimento I: Foram considerados quatro tipos de processamentos: Milho moído fino (MMF); Milho moído grosso (MMG); Silagem de milho moído fino reconstituído (SMMF); Silagem de milho moído grosso reidratado (SMMG). O delineamento foi em blocos casualizados para os seguintes tempos de abertura dos mini silos: 0, 14, 28, 56, 112, 168 e 224 dias, e quatro repetições. Os milhos reidratados e ensilados apresentaram maior degradação da fração a quando comparados aos tratamentos secos. Houve diferença entre tempo e tratamento sobre a degradabilidade efetiva a 2, 5 e 8% de taxa de passagem, sendo observados valores superiores com 14 dias ensilados nos tratamentos SMMF e SMMG ($p < 0,05$). A degradabilidade potencial não foi alterada ($p > 0,05$) com os processamentos. Para o *lag time* houve efeito ($p < 0,05$), sendo que os tratamentos reidratados e ensilados apresentaram valores inferiores aos tratamentos secos. Na fração indegradável, perda de gases e efluentes não houve diferença ($p > 0,05$) entre tratamentos SMMF e SMMG dentro dos períodos. O tratamento SMMF proporcionou ($p < 0,05$) menor valor de pH quando comparado com SMMG. Houve efeito dos processamentos ($p < 0,05$) sobre a proteína bruta nos tratamentos e tempos de abertura, sendo que a partir do dia 28 de ensilagem, apresentou-se um decréscimo na qualidade. Conclui-se que a degradabilidade das silagens de grãos reidratados foi superior. Para a inclusão destas silagens em dietas com taxa de passagem lenta, recomenda-se a abertura do silo a partir de 168 dias para SMMF e 112 dias para SMMG. No entanto, em dietas com taxas de passagens intermediária e rápida é recomendável a abertura do silo a partir de 224 dias para SMMF e 168 dias para SMMG. No experimento II: Os tratamentos avaliados foram: Sorgo moído fino (SMF); Sorgo moído grosso (SMG); Silagem de sorgo moído fino reconstituído (SSMF); Silagem de sorgo moído grosso reidratados (SSMG). O delineamento foi em blocos casualizados com tempos de abertura dos minisilos: 0, 14, 28, 56, 112, 168 e 224 dias, e quatro repetições. O tratamento SSMF proporcionou maior taxa de degradação dos parâmetros “a” a partir do

período de ensilagem 112 dias e o tratamento SSMG a partir de 14 dias. Os tratamentos reidratados e ensilados proporcionaram ($p < 0,05$) maior degradabilidade efetiva a 2, 5 e 8% que os tratamentos moídos secos. O tratamento SSMF a uma taxa de passagem de 5 e 8%/h foi superior ($p < 0,05$) aos tratamentos secos, e semelhante ao tratamento SSMG apenas nos períodos de 0, 14 e 112 dias. A degradabilidade potencial e a fração indegradável não foram alteradas ($p > 0,05$) com o processamento. O processamento reidratado e ensilado proporcionou ($p < 0,05$) menor *lag time* quando comparados aos tratamentos secos. Houve ($p < 0,05$) maiores perdas de gases e efluentes para os tratamentos SSMG e SSMF devido ao maior período de ensilagem. Não houve diferença ($p > 0,05$) entre os tratamentos SSMF e SSMG para pH. A proteína bruta dos tratamentos ensilados apresentou um decréscimo a partir do período com 14 dias. Conclui-se a degradabilidade das silagens de grãos reidratados foi superior. Para a inclusão destas silagens em dietas com taxa de passagem lenta, recomenda-se a abertura do silo a partir de 14 dias para SSMG. No entanto, em dietas com taxas de passagens intermediária e rápida é recomendável a abertura do silo a partir de 168 dias para SSMF e 14 dias para SSMG.

Palavras - Chave: Amido, digestibilidade, efluente, processamento, silagem de grão úmido

CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 INTRODUÇÃO

Alimentos concentrados apresentam na sua composição química, nutrientes que poderão ser melhor aproveitados, dependendo da sua degradabilidade ruminal (OLIVEIRA, 2002), e a qualidade nutricional de um alimento tem sido definida como o produto de seu consumo voluntário, da sua digestibilidade e da eficiência de utilização dos nutrientes digeridos (SILVEIRA, 2009).

O milho e o sorgo possuem características importantes na dieta de ruminantes por serem alimentos ricos em amido, é encontrado em proporções significativas nas misturas de alimentos concentrados destinadas a ruminantes. Como no Brasil a dieta de ruminantes é predominantemente composta de forragem, estes grãos surgem como opção de alimento durante o período de estiagem (CORREA et al., 2002; LUCCI et al., 2008).

No Brasil quase todo o milho cultivado é do tipo duro ou “flint”. Esse material apresenta índice de vitreosidade expressivamente mais alto que o observado nos cultivares de milho farináceo. Então quanto maior a vitreosidade do endosperma dos grãos, maior a presença de prolamina envolvendo os grânulos de amido e menor a digestibilidade do amido. Sendo assim, o processamento destes grãos apresenta muitos benefícios, melhorando a eficiência de utilização de nutrientes dos alimentos pelos microrganismos ruminais e pelo trato digestório total (BARAJAS & ZINN, 1998; CORREA et al., 2002).

O objetivo dos processamentos é quebrar o revestimento do grão, romper as pontes de hidrogênio dentro dos grânulos de amido e dar acesso às reservas de amido e conseqüentemente aumentar a digestão no rúmex e no trato total (LYKOS & VARGA., 1995). Efeitos de tratamentos, como a moagem e umidade sobre estruturas de grânulos de amido, são usados para melhorar a disponibilidade do amido na digestão animal, pois visa aumentar a área superficial desses grãos, melhorando a eficiência do ataque enzimático, beneficiando a alimentação de ruminantes, e conseqüentemente melhorando o desempenho animal.

Em função da armazenagem inadequada dos grãos nas propriedades rurais, existe uma tendência de que, após alguns meses, ocorram significativas perdas qualitativas e quantitativas. Sendo assim o processo de reconstituição, ou seja, a hidratação dos grãos secos até o teor de umidade adequado para ensilagem pode representar uma alternativa viável, agregando benefícios aos pecuaristas (PEREIRA et al., 2011).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito dos processamentos de grãos de milho e sorgo e o tempo de ensilagem sobre a degradabilidade da matéria seca *in vitro*.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Estrutura Anatômica do Milho

O grão de milho é constituído por quatro estruturas físicas: endosperma, gérmen, pericarpo (casca) e ponta (Figura 1). As colorações dos grãos de milho geralmente são amarelas ou brancas, podendo variar de preto ao vermelho. Seu peso individual corresponde, em média de 250 mg a 300 mg, a composição do grão de milho em base seca é 72% de amido, 9,5% proteínas, 9% fibra (a maioria resíduo detergente neutro) e 4% de óleo (PAES et al., 2006).

O endosperma corresponde a cerca de 83% do peso do grão, consistindo principalmente de amido (88%), organizado na forma de grânulos. O gérmen representa 11% do grão de milho e concentra quase a totalidade dos lipídeos e minerais do grão, além de conter quantidades importantes de proteínas e açúcares. O pericarpo representa cerca de 5% do grão, em média, servindo de proteção, contra umidade, insetos e microrganismos. A ponta representa 2% do grão responsável pela conexão do grão ao sabugo (PAES et al., 2006).

2.2 Estrutura Anatômica do Sorgo

A cultura do sorgo possui um alto potencial de produtividade e um alto teor de carboidratos não fibrosos, principalmente amido (RESENDE et al., 2003). ANTUNES et al. (2007) trabalharam com 33 genótipos de sorgo e encontraram médias de 13,19% proteína bruta, 2,97% de extrato etéreo e os teores de amido entre 62,07% e 78,74%.

A estrutura e composição bruta dos grãos de sorgo são similares ao do milho, a maior diferença na estrutura do sorgo e do milho está no tipo e distribuição da proteína em volta do amido no endosperma. O endosperma destes grãos é dividido em endosperma periférico córneo (vítreo ou duro) e endosperma central farináceo (mole). Esta porção é mais densa no sorgo e caracteriza-se por uma região extremamente densa, dura e resistente a penetração de água (FERNANDES et al. 2011).

2.3 Amido

O amido é um polissacarídeo composto de glicose com dois tipos de organização molecular, a amilose e amilopectina. A amilose é um polímero linear de unidades D-glicose ligadas a α -1,4, e que estão presentes nos grânulos de amido numa concentração que varia em média de 20 a 30%. A amilopectina é uma molécula mais extensa, as ligações glicosídicas que unem os resíduos de glicose são a α -1,4, nas cadeias de amilopectinas, ligadas a α -1,6 nos seus pontos de ramificação (ROONEY & PFLUGFELDER, 1986).

Os grânulos de amido possuem regiões organizadas, denominadas cristalinas, e regiões não organizadas, denominadas amorfas. As regiões cristalinas são compostas principalmente por amilopectina, mais resistentes a entrada de água e ao ataque enzimático. As regiões amorfas são compostas principalmente de amilose, menos densa, o que permite livre movimentação de água, e é por onde se inicia o ataque enzimático (ROONEY & PFLUGFELDER, 1986).

Processamentos de grãos aumentam a degradabilidade ruminal do amido, melhorando o aproveitamento do nutriente pelo animal. BENTON et al. (2009) afirmaram que um longo período de ensilagem, juntamente com processamento intensivo e umidade mais elevadas do milho, levou a um aumento da degradabilidade na matéria seca do amido. SILVA et al. (2006) afirmaram que para aumentar a disponibilidade de energia da dieta, sem que se aumente o teor de concentrado, isso pode ser obtido através do processamento de grãos, que aumenta a disponibilidade do amido para a digestão.

Uma das grandes preocupações nos confinamentos onde processam grãos com alta-umidade, é que podem provocar acidose ruminal, devido ao consumo de grande quantidade de carboidratos fermentáveis em uma taxa rápida (BENTON et al., 2009). Sendo assim surge a necessidade de quantificar o amido presente nos grãos da dieta disponível para o animal.

2.4 Matriz Protéica

Sabe-se que grãos de milho e sorgo possuem uma matriz protéica ao redor do grânulo de amido bastante complexa, tornando estes grãos, mais resistentes ao ataque microbiano PASSINI et al. (2002).

A matriz protéica é um arcabouço protéico amorfo com função estrutural no grão (VAN SOEST, 1994). PHILIPPEAU et al. (2000) afirmaram que o endosperma do grão de milho é dividido em frações de proteínas (albuminas, globulinas, prolaminas, glutelinas), o qual impacto ocorre nutricionalmente, nas proteínas prolaminas, que são hidrofóbicas, sendo negativamente associada com a degradabilidade do amido em ruminantes. As prolaminas possuem nomes específicos de acordo com o cereal que se apresentam, como a zeína no milho, a kafirina no sorgo, a aveína na aveia e a gliadina no trigo (CHANDRASHEKAR et al. 1999; BERCHIELLI, 2006).

LOPES et al. (2002) trabalharam com grãos de milho seco e grãos de milho úmidos ensilados e relataram que os grãos secos apresentavam uma coroa de precipitação possivelmente protéica em volta do amido, o que não ocorreu com os grãos de milho úmido ensilado. Nestes grânulos em volta do amido apresentava uma camada superficial rompida e a ausência da camada protéica.

2.5 Processamento de Grãos na Alimentação de Ruminantes

O ponto ótimo de processamento dos grãos utilizados na alimentação de ruminantes ainda não está bem definido. O que se sabe é que ocorrem alterações no consumo e na digestibilidade devido ações do processamento, ao tipo e à variedade do grão. Quando os níveis de concentrado na dieta são baixos, provavelmente o processamento dos grãos não tenha efeito nas reações digestivas, mas, quando os níveis são altos, o efeito pode ser mais notado, principalmente na digestibilidade da fibra (MERTENS, 1996).

OWENS et al. (1997) relataram que o processamento tem como objetivo aumentar a disponibilidade do amido e, conseqüentemente, da energia com melhor resultado de desempenho animal.

Diversos tipos de processamentos quebram o revestimento do grão, rompendo as pontes de hidrogênio dentro dos grânulos de amido e dando acesso as reservas de amido e conseqüentemente, aumenta a digestão no rúmex e no trato total (LYKOS & VARGA, 1995). O processo de moagem de grãos é a forma mais simples e prática que pode ser aplicado para obtenção de diferentes tamanhos de partículas, ocorrendo variações na proporção da degradação ruminal e digestão intestinal (HALE, 1973; VAN SOEST., 1994).

Outro processamento utilizado, principalmente em confinamentos de bovinos, é o de reconstituição do milho. Neste tipo de processamento ocorre o reumedecimento dos grãos secos até o teor de umidade adequado para ensilagem em torno de 35%. Sendo assim estes mesmos autores encontraram melhor digestibilidade da matéria seca e degradabilidade da proteína quando bovinos confinados receberam dietas com milho reconstituído comparados a laminado a seco e silagem de milho (BENTON et al. 2009).

Da mesma forma, PEREIRA et al. (2011) verificaram que a degradabilidade da matéria seca de milho moído fino reconstituído (71,6%) e sorgo moído fino reconstituído (67,1%) foi melhor, em função do processo de reconstituição com 38% de umidade dos grãos, quando comparada os grãos secos, milho moído fino (42,8%) e sorgo moído fino (41,1%).

Alguns tipos de processamentos nos grãos de milho sobre a sua digestibilidade são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Impacto das técnicas de processamento no grão de milho e sua digestibilidade.

Processamento	Exposição do endosperma	Redução do tamanho de partícula	Rompimento da matriz do endosperma	Rompimento dos grânulos de amido.
Milho Moido	+++	+++	-	-
Milho floculado	+++	++	+	+
Silagem de milho úmido	+		++	-
Milho laminado	+++	+	-	-

Fonte Adaptado por ROWE et al., (1999).

BENTON et al. (2009) citaram que pesquisas tem mostrado que o armazenamento e alimentação de milhos de alta-umidade melhorou a conversão alimentar em 8% comparando com milho seco laminado em confinamento e enfatizaram que o tamanho de partícula em amostras pode afetar as estimativas de matéria seca ou digestibilidade do amido e degradabilidade da proteína.

HIBBERD et al. (1985) compararam sorgo reidratado com sorgo laminado e encontraram que a digestão do amido foi maior para o sorgo reidratado que o laminado (97,3% *versus* 88,5%).

BITENCOURT et al. (2009) avaliaram o efeito da reidratação e ensilagem de milho duro finamente moído a 2mm ou da extrusão sobre digestibilidade. Concluíram que houve tendência de aumento na digestibilidade da matéria orgânica no tratamento com milho ensilado (76,6% *versus* 76,1%).

3 REFERÊNCIAS

ANTUNES, R.C.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; BORGES, I.; BORGES, A.L.C.C.; SALIBA, E.O.S. Composição bromatológica e parâmetros físicos de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.59, n.5, p.1351-1354, 2007.

BARAJAS, R.; ZINN, R.A. The feeding value of dry-rolled and steam- flaked corn in finishing diets for feedlot cattle: Influence of protein supplementation. **Journal of Animal Science**, Champaign, p.76: 1744, 1998.

BENTON, J.R.; KLOPFENSTEIN, T.J.; ERICKSON, G.E. Effects of corn moisture and length of ensiling on dry matter digestibility and rumen degradable protein. **Nebraska Beef Cattle Report** (File MP83-A, Institute of Agriculture and Natural Resources, 2009.

BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal, FUNEP. p. 583, 2006.

BITENCOURT, L.L.; SIÉCOLA JÚNIOR, S.; MELO, L. Q.; LOPES, , N. M.; SILVEIRA, V. A.; RIOS, I. R.; SILVA, J, R. M.; PEREIRA, R. A. N.; PEREIRA, M. N. Performance of dairy cows fed extruded or hydrated and ensiled mature corn grain. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.92, p.96-97, 2009 (E-Suppl.1).

CHANDRASHEKAR, A.; MAZHAR, H. The biochemical basis and implications of grain strength in sorghum and maize. **Journal Cereal Science**, v.30, p.193-207, 1999.

CORREA, C.E.S.; SHAVER, R.D.; PEREIRA, M.N.; LAUER, J.G.; KOHN, K. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.85, p.3008-3012, 2002.

FERNANDES, E. A.; FAGUNDES, N. S. Efeito do sorgo na performance, característica da carcaça de desenvolvimento da mucosa intestinal em frangos de corte. **Conferência FACTA**, p.209-228, 2011.

HALE, W. H. Influence of processing on the utilization of grains (starch) by ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.37, n.04, p.1075-1080, 1973.

HIBBERD, C.A.; WAGNER, D.G.; HINTZ, R.L.; GRIFFIN D.D. Extent of Starch and Protein Digestion in Steers Effect of Sorghum Grain Variety and Reconstitution on Site and. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.61, p.702-712, 1985.

LOPES, A.B.R.C.; LEONEL, M.; CEREDA, M.P.; BERTO, D.A. The effect of the ensilage process of moist corn grains on the microscopic characteristics of the starch. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.5, p.177-181, 2002.

LUCCI, C. S.; FONTOLAN, V.; HAMILTON, T. R.; KLU, R.; WICKBOLD, V, Processamento de grãos de milho para ruminantes: Digestibilidade aparente e “*in situ*”. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 45, n. 1, p. 35-40, 2008.

LYKOS, T.; VARGA, G. A. Effects of processing method on degradation characteristics of protein and carbohydrate sources in situ. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.78, p.1789–1801, 1995.

MERTENS, D.R. Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. In: **Informational conference with dairy and forage industries**, 1996, Wisconsin, USA. Wisconsin, [s.ed.], 1996. Proceedings. p.81-92.

OLIVEIRA, M.D.S.; MORGAN, V.C. Efeito do tipo de material utilizado na confecção dos sacos de fermentação sobre a degradabilidade ruminal in vitro da matéria seca pelo fermentador ruminal dayse II. **Archives Veterinária**, Jaboticabal, SP vol. 18, n. 1, p. 88-93, 2002.

OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. H.; GILL, D. R. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a Review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n.1, p.868-879, 1997.

OWENS, F.N.; SECRIST, D.S.; HILL, W.J.; GILL, D.R. review. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.75, p.868–879, 1997.

PAES, M. C. D.; Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. [on line]. 1ª ed. EMBRAPA: Sete Lagoas, 2006. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2006/circular/Circ_75.pdf. Acesso em: 26 de fevereiro de 2011.

PASSINI, R.; SILVEIRA, A. C.; RODRIGUES, P. H. M.; CASTRO, A. L.; TITTO, E. A. L.; ARRIGONI, M. D. B.; COSTA, C. Digestibilidade de dietas a base de grão úmido de milho ou de sorgo ensilados. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n.04, p.1147-1154, 2002.

PEREIRA, M.L.R.; LINO, F.A.; MELO, A.U.F.; NETO, M.D.F.; LIMA, D.A.; FERNANDES, J.J.R; ARNHOLD, E. Degradabilidade de grão reconstituído de milho e sorgo ensilados com diferentes granulometrias. In: **Congresso Brasileiro de Zootecnia**, XXI, 2011, Maceió. Anais eletrônicos... [CD-Rom], Maceió: UFAL, 2011.

PHILIPPEAU, C.; LANDRY,J.; MICHALET-DOREAU, B. Influence of the protein distribution of maize endosperm on ruminal starch degradability. **Journal Science of Food and Agriculture**, London, v. 80, p.404–408, 2000.

RESENDE, J.A.; PEREIRA, M.N.; PINHO, R.G.V.; FONSECA, A.H.; SILVA, A.R.P. Ruminant silage degradability and productivity of forage and grain-type sorghum cultivars. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.3, p.457-463, 2003.

ROONEY, L. W.; PFLUGFELDER, R. L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.63, p.1607-1623, 1986.

SILVA, M. A. A.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I.; PAIANO, D.; JOBIM, C.C.; BARCELLOS, L.C.G. Avaliação nutricional do milho com maior teor de óleo, nas formas de grãos secos e silagens, para suínos nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.3, p.830-839, 2006.

SILVA, S.L.; LEME, P.R.; PUTRINO, S.M.; VALINOTE, A.C.; FILHO, J.C.M.N.; LANNA, D.P.D. Milho grão seco ou úmido com sais de cálcio de ácidos graxos para novilhos Nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.5, p.1426-1434, 2007.

SILVEIRA, M.F et al. Avaliação de métodos laboratoriais para estimar a digestibilidade e o valor energético de dietas para ruminantes. **Arquivos Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia**, Belo Horizonte, V. 61, n.2, p. 429-437, 2009.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2nd ed. Cornell University Press, Ithaca, NY, p. 476, 1994.

CAPÍTULO 2 - DEGRADABILIDADE DA MATÉRIA SECA DE DIFERENTES PROCESSAMENTOS DE MILHO

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito do processamento de grãos de milho e o tempo de ensilagem sobre a degradabilidade *in vitro*. Foram considerados quatro tipos de processamentos: Milho moído fino (MMF); Milho moído grosso (MMG); Silagem de milho moído fino reconstituído (SMMF); Silagem de milho moído grosso reidratados (SMMG). O delineamento foi em blocos casualizados para os seguintes tempos de abertura dos mini silos: 0, 14, 28, 56, 112, 168 e 224 dias, e quatro repetições. Os milhos reidratados e ensilados apresentaram maior degradação da fração a quando comparados aos tratamentos secos. Houve diferença entre tempo e tratamento sobre a degradabilidade efetiva a 2, 5 e 8% de taxa de passagem, sendo observados valores superiores com 14 dias ensilados nos tratamentos SMMF e SMMG ($p < 0,05$). A degradabilidade potencial não foi alterada ($p > 0,05$) com os processamentos. Para o *lag time* houve efeito ($p < 0,05$), sendo que os tratamentos reidratados e ensilados apresentaram valores inferiores aos tratamentos secos. Na fração indegradável, perda de gases e efluentes não houve diferença ($p > 0,05$) entre tratamentos SMMF e SMMG dentro dos períodos. O tratamento SMMF proporcionou ($p < 0,05$) menor valor de pH quando comparado com SMMG. Houve efeito dos processamentos ($p < 0,05$) sobre a proteína bruta nos tratamentos e tempos de abertura, sendo que a partir do dia 28 de ensilagem, apresentou-se um decréscimo na qualidade. Conclui-se que a degradabilidade das silagens de grãos reconstituídos foi superior. Para a inclusão destas silagens em dietas com taxa de passagem lenta, recomenda-se a abertura do silo a partir de 168 dias para SMMF e 112 dias para SMMG. No entanto, em dietas com taxas de passagens intermediária e rápida é recomendável a abertura do silo a partir de 224 dias para SMMF e 168 dias para SMMG.

Palavras - chave: Milho moído fino, milho moído grosso, silagem de grão úmido reconstituído.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of the corn grain processing and ensilage time about the degradability *in vitro*. The treatments were: finely ground corn (MMF), coarsely ground corn (MMG), corn silage reconstituted finely ground (SMRMF); corn silage reconstituted coarsely ground (SMRMG). The experimental design was in randomized blocks for the following opening times of mini silos: 0, 14, 28, 56, 112, 168 and 224 days and four replications. The reconstituted corn and ensiled presented higher degradability in fraction “a” when compared to the dry treatments. There was difference between time and treatment on the effective degradability at 2, 5 and 8% for passage rate, with greater values in 14 days of ensiling in treatments SMMF and SMMG ($p < 0.05$). The potential degradability wasn't altered ($p > 0.05$) with the processing. For the *lag time* there was effect ($p < 0.05$) the reconstituted treatments and ensiled presented lower values than the dry treatments. In undegradable fraction, gases and effluent losses there wasn't difference ($p > 0.05$) between treatments SMMF and SMMG inside the periods. The treatment SMMF provided ($p < 0.05$) lower value pH when compared with SMMG. There was effect of the processing ($p < 0.05$) on the crude protein in the treatments and opening times, from the 28 days of ensiling, presented a decrease in the quality. We conclude that the degradability of the grain silage reconstituted was higher. For the inclusion of these silage in diets with slow rate passage, recommended the opening of the silo from 168 days for SMMF and 112 days for SMMG. However, in diets with intermediary and fast rate passage recommended the opening of the silo from 224 days for SMMF and 168 days for SMMG.

Keywords: Finely ground corn, coarsely ground corn, high moisture grain silage reconstituted

1 INTRODUÇÃO

O milho é o principal cereal produzido no Brasil em função da extensão territorial e diversidade climática que possibilitam seu cultivo durante o ano todo (FERREIRA et al., 2009; FURLANETO & ESPERANCINI, 2010). Em nosso país, no ano de 2009, o milho foi plantado em cerca de 13,4 milhões de hectares com produção aproximada de 47,1 milhões de toneladas de grãos e produtividade média de 3,51 toneladas por hectare (IBGE, 2011).

Os grãos de milho têm diferentes finalidades nos sistemas de criação animal. Podendo ser utilizado o grão seco em rações e silagens do grão úmido e da planta inteira, sendo encontrado em proporções significativas nas misturas de alimentos concentrados destinadas a ruminantes, garantindo a energia digestível suficiente para melhores resultados de desempenho.

A quase totalidade do milho cultivado é do tipo duro ou “flint”. Esse material apresenta índice de vitreosidade expressivamente mais alto que o observado nos cultivares de milho farináceo. Então quanto maior a vitreosidade do endosperma dos grãos, maior a presença de prolaminas envolvendo os grânulos de amido e menor a digestibilidade do amido no rúmen. Sendo assim, processar estes grãos, apresenta benefícios com melhor eficiência de utilização de nutrientes pelos microrganismos ruminais e pelo trato digestório total (BARAJAS & ZINN., 1998; CORREA et al., 2002).

Este alimento é rico em nutrientes importantes, sendo a composição do grão de milho de 72% de amido, 9,5% de proteína bruta, 9% fibra (a maioria resíduo detergente neutro) e 4% de óleo, valores com base na matéria seca (CORREA et al., 2002; LUCCI et al., 2008; PAES et al., 2006).

Entretanto, grande parte desse amido encontrado nos grãos, fica indisponível para os microrganismos ruminais devido uma matriz protéica intensa, que dificulta o ataque enzimático com degradabilidade do nutriente (RONNEY & PFLUGLILDER., 1986).

Para melhor aproveitamento desse amido tem sido utilizado o processamento dos grãos como a ensilagem de grão reconstituído, o que permite melhor disponibilidade do amido na digestão animal. E quando se fala no processo de ensilagem tem que levar em conta o teor de matéria seca adequado,

sendo um dos principais fatores para obtenção de silagens com bom padrão de fermentação (ANDRADE, 1995), com teor de umidade ideal para reconstituição de 35% (BENTON et al., 2009).

O teor de umidade da silagem pode variar de acordo com a produção de efluentes, tipo de silo, grau de compactação e processamento físico da forragem. Neste processo, perdem-se em solução, componentes nitrogenados, açúcar e minerais, ocasionando perdas no valor nutritivo do alimento (HAIGH, 1999).

O pH também é influenciado pelo teor de matéria seca e segundo WOOLFORD (1984), silagens com maior conteúdo de MS estabilizam em pH mais alto. Para o sucesso da ensilagem destes grãos, é necessário garantir a fermentação láctica e inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis, como clostrídeos, enterobactérias, leveduras e fungos. O controle do desenvolvimento de clostrídeos depende dessa redução do pH (maior teor de MS), para obtenção de uma silagem de melhor qualidade.

Sendo assim, o objetivo neste trabalho foi avaliar o efeito dos processamentos de grãos de milho e o tempo de ensilagem sobre a degradabilidade *in vitro*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e Período Experimental

O experimento foi conduzido no período de janeiro de 2011 a agosto de 2011, no departamento de Produção Animal (DPA) da Escola de Veterinária e Zootecnia (EVZ) da Universidade Federal de Goiás (UFG) situada no município de Goiânia-GO. As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos (LANA) e a degradabilidade *in vitro* realizada no Laboratório multidisciplinar da rede produção animal sustentável.

A determinação de amido foi realizada no Laboratório de Fisiologia da Digestão/ICB II, da Universidade Federal de Goiás situada no município de Goiânia-GO.

2.2 Tratamentos

Os tratamentos foram: MMF= Milho moído fino; MMG= Milho moído grosso; SMMF= Silagem de milho moído fino reidratado; SMMG= Silagem de milho moído grosso reidratado.

2.3 Procedimento Experimental

O híbrido de milho utilizado foi o Dow AgroSciences 2B- 587. Os grãos de milho foram moídos em duas granulometrias, com peneira de 3 mm e 10mm, sendo que os tratamentos SMMF e SMMG foram reconstituídos e ensilados em mini silos experimentais.

Os tratamentos SMMF e SMMG foram submetidos à reidratação de umidade, onde esta foi elevada para 38% antes de serem ensilados. Conforme a metodologia descrita por (GONÇALVES, 1997).

Na confecção da silagem utilizou-se 48 baldes de plásticos de doze litros como mini silos experimentais. Foram confeccionados no primeiro dia 12 baldes e a cada três dias mais doze, até completarem o número total de baldes, totalizando assim 4 repetições por tratamento. As tampas próprias à vedação

foram adaptadas a válvulas tipo *Bunsen*, para que fosse possível o escape dos gases e a avaliação das perdas gasosas durante a ensilagem. No fundo de cada balde foi adicionado um quilo de areia seca, separado da silagem por TNT (tecido não tecido), com vista à avaliação quantitativa dos efluentes.

Os baldes foram pesados antes da ensilagem sem tampa e contendo apenas o aparato para colheita dos efluentes para que fosse possível realizar o cálculo do peso líquido do resíduo contido em cada mini silo experimental e posteriormente dos efluentes (JOBIM et al., 2007). Após o enchimento dos mini silos experimentais estes foram pesados e posteriormente fechados.

Os mini silos foram abertos nos tempos, 14, 28, 56, 112, 168 e 224 dias. Em cada dia de amostragem procedeu à retirada das tampas plásticas e a pesagem dos mini silos, posteriormente foram coletadas amostras da silagem, retirado o resíduo dos baldes e feita uma pesagem dos mesmos contendo apenas o aparato de recepção de efluente.

Cada amostra da silagem foi composta por três porções retiradas da parte central da massa do resíduo contida em cada silo. As amostras utilizadas para determinação da Matéria Seca ao ar (ASA) foram elevadas à estufa de ventilação forçada de 55°C até atingirem peso constante. Em seguida as amostras foram moídas em peneira com crivo de 1 mm para determinação da 2ª MS, de amido e de proteína bruta (PB). Para a determinação da ASE as amostras foram levadas a estufa à 105°C por 12 horas sendo posteriormente pesadas para se obter o valor de MS total.

Para determinação do pH, foi utilizada uma quantidade de 250 grama de cada amostra, misturada a 250 mL de água destilada por aproximadamente 30 minutos sendo homogeneizada de 10 em 10 minutos, como proposto por JOBIM et al. (2007). Em seguida o pH foi mensurado através de um potenciômetro digital da marca Digimed modelo DM 20.

A perda de MS na forma de gases foi calculada pela diferença entre o peso bruto inicial e final dos mini silos e a quantidade de efluentes pela diferença entre o peso inicial e final dos baldes contendo apenas a areia, e tecido não tecido (TNT) (JOBIM et al., 2007).

2.4 Análise de Degradabilidade

2.4.1 Preparação dos sacos TNT e das amostras

Foram confeccionados sacos de TNT com dimensões 5,0 cm x 5,0 cm (LINO et al., 2011), lavados com acetona por três a cinco minutos. Após o escoamento do produto, foram colocados em estufa com circulação forçada de ar de 55°C por duas horas para secagem da acetona em seguida foram levados a estufa à 105°C por 3 horas para posterior pesagem isenta de umidade.

Após este período foram retirados da estufa e marcados com caneta de tinta permanente sendo colocados novamente em estufa à 105°C por 3 horas dessa vez para estabilização dos pesos. Em seguida permaneceram em dessecador por 40 minutos e tiveram seus pesos registrados. Em cada saco, foram adicionados 0,5 g na matéria natural de amostra moídos a 3 e 10 mm, dos tratamentos reconstituídos avaliados sendo então selados. Para incubação foram acondicionados nos frascos de vidro da incubadora TE-150 (TECNAL) 53 sacos em cada repetição sendo que: 48 contendo amostras, quatro vazios (branco) e uma testemunha. O branco (saco lacrado vazio) consistiu no fator de correção. As amostras foram incubadas em duplicata que posteriormente formaram uma única amostra de cada tempo.

2.4.2 Preparação da solução tampão

Inicialmente, a (ST) solução tampão (4,08 g de KH_2PO_4 ; 1,5 g de $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 8,72 g de Na_2HPO_4 ; 0,50 g de KCl em 1L de água destilada) foi completada com as seguintes soluções para cada litro da ST: 20 mL da solução carbonato de sódio anidro (15,73 g de $\text{Na}_2\text{CO}_3/100$ mL); 10 mL da solução de uréia (8,0 g da uréia/100 mL); 0,10 g de CaCl_2 ; e 0,025 g de $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, e ajustada para obter pH final de 6,8 e pré-aquecidas a 39°C. Aproximadamente 1600 mL da solução resultante (tampão Kansas) foram adicionados a cada jarro, contendo os sacos (substrato, branco e testemunha).

Os jarros de digestão foram colocados na incubadora, que foi aquecida a temperatura de 39°C, 20 a 30 minutos antes da incubação do líquido ruminal e infusão de CO_2 .

2.4.3 Coleta, preparação do líquido ruminal e incubação

Para coleta de líquido ruminal foi utilizado um novilho da raça Holandesa, castrado, com peso aproximando de 200 kg, munido de cânula ruminal, recebendo dieta a base de feno de tifton com sal mineral e água a vontade, durante 14 dias antes da primeira coleta.

Foram realizadas vinte e oito coletas de líquido ruminal, com intervalo de três dias cada. O líquido ruminal foi coletado às 8 horas da manhã, antes do fornecimento da alimentação. Para coletar o líquido ruminal a garrafa térmica, funil, provetas, recipientes de coletas e liquidificador foram aquecidos com água a 39°C.

Cerca de 2000 mL de líquido foram coletados manualmente em diferentes pontos. O líquido ruminal foi liquidificado em alta velocidade durante 30 segundos e posteriormente, filtrado em tecido de algodão e colocado nas garrafas térmicas. O material foi levado ao laboratório e adicionou-se 400 mL em cada frasco contendo os sacos de incubação e solução tampão de Kansas. Os frascos foram acondicionados na incubadora TE-150 (TECNAL). Todo procedimento ocorreu com infusão constante de CO₂.

As amostras foram incubadas por 0, 3, 6, 8, 12, 24 e 48h a 39°C, em meio anaeróbio. Após a retirada dos sacos de TNT, estes foram colocados em água fria para paralisar a atividade microbológica e posteriormente lavados em água corrente, até que a água se apresentasse clara. Depois de retirado o excesso de água, os sacos foram colocados em um béquer de 250 mL com acetona, por 5 minutos, e levados a estufa com circulação forçada de ar de 55°C e secados completamente a 105°C, por 12 horas. Os sacos foram colocados em dessecador durante 40 minutos e tiveram seus pesos registrados.

Segue abaixo a fórmula utilizada para calcular a degradabilidade *in vitro* da MS das amostras (ANKOM, 2011):

$$\text{DIVMS (\%)} = \frac{100 - (W3 - (W1 \times C1))}{(W2 \times \text{MS})} \times 100$$

W1= peso dos sacos vazios;

W2 = peso da amostra;

W3= peso final dos sacos após incubação;

C1 (Fator de Correção) = peso final do saco em branco após degradação / peso do saco em branco antes da incubação;

MS (%)= Teor de matéria seca do alimento.

Os dados de degradabilidade obtidos foram ajustados pelo modelo de ØRSKOV & MCDONALD (1979), segundo a equação:

$$p = a + b (1 - e^{-ct})$$

Em que:

p = taxa de degradação no tempo t;

a = fração de rápida degradação (representado pelo intercepto da curva de degradação no tempo zero);

b = fração potencialmente degradável;

c = taxa horária de degradação da fração potencialmente degradável;

e = log natural de “-ct”.

t = tempo de incubação;

$$a + b \leq 100$$

As constantes a, b e c foram utilizadas para cálculos da degradabilidade potencial (a+b), que representa o alimento solubilizado degradado no rúmen quando o tempo não é fator limitante e a degradabilidade efetiva conforme equação de ØRSKOV et al. (1980).

$$p = a + (bc)/(c + Kp)$$

Onde:

p = representa a taxa de degradabilidade efetiva;

a = é a interseção da curva no tempo zero, a fração rapidamente solúvel;

b = é a fração potencialmente degradável, a fração degradada no tempo;

c = é a taxa horária de degradação da fração potencialmente degradável;

Kp = taxa estimada de passagem das partículas no rúmen por hora.

O tempo de colonização, ou lag time (L) foi estimado usando a equação: $L=1/cx(\ln(b/(a+b-t_0)))$, sendo t_0 o valor no tempo 0.

A fração considerada indegradável foi calculada da seguinte forma:

$$I = (100 - (a+b)).$$

2.5 Análises Laboratoriais

2.5.1 Determinação de proteína bruta (PB)

O nitrogênio (N) total da silagem foi determinado pelo método de Micro Kjeldahl (AOAC, 1990), o valor obtido foi multiplicado por 6,25, obtendo assim o teor de proteína bruta presente na silagem.

2.6 Delineamento Experimental e Análise Estatística

Foram realizados sete experimentos em delineamento de blocos ao acaso, com quatro tratamentos cada (MMF, MMG, SMMF e SMMG). Foram quatro blocos por experimento, constituídos por quatro diferentes rúmens. A diferença entre experimentos foi constituída por diferentes períodos de ensilagem (0,14, 28, 56, 112, 168 e 224). Realizou-se análise conjunta dos experimentos considerando o seguinte modelo estatístico:

$$y_{ijk} = m + a_i + b_j + (w/b)k(j) + (ab)_{ij} + e_{ijk}$$

y_{ijk} = valor observado para o alimento i, no período j, no bloco k dentro do período j;

m = média geral;

a_i = efeito do alimento i;

b_j = efeito do período j;

$(w/b)k(j)$ = efeito do bloco k dentro do período j;

$(ab)_{ij}$ = interação entre o alimento i e o período j;

e_{ijk} = erro aleatório associado a observação y_{ijk} .

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software R (R Development Core Team, 2011). As médias foram comparadas pelo teste Scott knott e utilizado nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que na fração “a” (rápida degradação) e fração “b” (potencialmente degradável) dos tratamentos de milho moído fino e milho moído grosso, não houve diferença ($p>0,05$) entre os períodos avaliados e entre os tratamentos (Tabela 1). REIS (2006) encontrou diferença para degradabilidade na fração “a” quando comparou milho moído fino e milho moído grosso. Concluiu que o Milho moído fino apresentou maior degradabilidade (14,44%; 12,80%).

Em contrapartida, os tratamentos reidratados ensilados, na fração de rápida degradação (a), apresentaram ($p<0,05$) maior degradação para os períodos avaliados quando comparados com o tempo 0 dias. Este resultado pode estar relacionado com a queda do pH da silagem. ANTUNES et al. (2011) relataram que o pH ácido da silagem favorece a solubilização parcial da matriz protéica de grãos, com melhor acesso ao amido pelos microrganismos ruminais e possível aumento da degradabilidade dos grãos após a ensilagem.

Na degradabilidade da fração potencialmente degradável “b”, observou-se efeito ($p<0,05$) para os tratamentos reidratados e ensilados dentro dos períodos avaliados, sendo que o tratamento SMMF, a partir do tempo 56 dias, ocorreu decréscimo. No tratamento SMMG ocorreu ($p<0,05$) menor potencial de degradação apenas para o tempo 168, que pode estar relacionado com a fração “c” (maior taxa horária de degradação da fração potencialmente degradável), encontrada neste período que apresentou maior teor (0,068%).

Houve efeito ($p<0,05$) na interação tratamentos reidratados e tratamentos secos, na fração de rápida degradação “a”, e potencialmente degradável “b”. Observa-se que os tratamentos reidratados foram superiores na fração “a”, e inferiores na fração “b” em relação aos tratamentos secos.

JOBIM et al. (2011) encontraram valores menores da fração de degradabilidade b, de feno de alfafa comparada com feno de Tifton-85 e silagem de milho. Estes autores relataram que devido o feno de alfafa ter obtido valores maiores da fração a, quando comparada com a fração b, as respostas foram inferiores aos outros tratamentos, sendo que este fator associado juntamente à maior fração solúvel (a) obteve maior taxa de desaparecimento do feno de alfafa,

no mesmo intervalo de tempo, em relação ao feno de Tifton-85 e silagem de milho.

Tabela 1- Degradabilidade na matéria seca da fração a= fração de rápida degradação; b= fração potencialmente degradável; c= taxa de degradação da fração b. Em sete períodos, nos tratamentos: Milho moído fino (MMF); Milho moído grosso (MMG); Silagem reidratada de milho moído fino (SMMF); Silagem reidratada de milho moído grosso (SMMG).

Fração	Período (dias)	Tratamentos				CV (%)
		MMF	MMG	SMMF	SMMG	
a	0	5,92 ^{aB}	5,79 ^{aB}	26,10 ^{dA}	24,90 ^{cA}	14,46
	14	5,42 ^{aB}	5,42 ^{aB}	31,32 ^{cA}	30,43 ^{bA}	
	28	7,65 ^{aB}	7,65 ^{aB}	30,65 ^{cA}	30,36 ^{bA}	
	56	7,08 ^{aC}	7,08 ^{aC}	35,44 ^{bA}	29,96 ^{bB}	
	112	7,45 ^{aB}	7,85 ^{aB}	41,29 ^{aA}	40,87 ^{aA}	
	168	7,28 ^{aB}	4,11 ^{aB}	40,06 ^{aA}	42,82 ^{aA}	
	224	5,55 ^{aB}	7,64 ^{aB}	38,79 ^{aA}	38,27 ^{aA}	
	b	0	80,22 ^{aA}	76,72 ^{aA}	60,64 ^{aB}	
14		74,78 ^{aA}	77,40 ^{aA}	52,90 ^{aB}	53,42 ^{aB}	
28		81,20 ^{aA}	84,35 ^{aA}	51,77 ^{aB}	53,90 ^{aB}	
56		79,49 ^{aA}	79,54 ^{aA}	45,02 ^{bB}	48,91 ^{aB}	
112		82,60 ^{aA}	79,52 ^{aA}	48,13 ^{bB}	56,07 ^{aB}	
168		81,34 ^{aA}	77,70 ^{aA}	42,86 ^{bB}	36,81 ^{bB}	
224		85,62 ^{aA}	83,67 ^{aA}	46,15 ^{bB}	54,68 ^{aB}	
c		0	0,049 ^{aA}	0,043 ^{aA}	0,043 ^{aA}	0,042 ^{bA}
	14	0,056 ^{aA}	0,052 ^{aA}	0,046 ^{aA}	0,043 ^{bA}	
	28	0,046 ^{aA}	0,029 ^{aA}	0,056 ^{aA}	0,044 ^{bA}	
	56	0,037 ^{aA}	0,034 ^{aA}	0,059 ^{aA}	0,040 ^{bA}	
	112	0,025 ^{aB}	0,044 ^{aB}	0,049 ^{aA}	0,034 ^{bB}	
	168	0,029 ^{aB}	0,049 ^{aA}	0,052 ^{aA}	0,068 ^{aA}	
	224	0,033 ^{aB}	0,028 ^{aB}	0,062 ^{aA}	0,042 ^{bB}	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas dentro da mesma coluna diferem entre si pelo teste Scott knott ($p < 0,05$). Médias seguidas de letras maiúsculas distintas dentro da mesma linha diferem entre si pelo teste Scott knott ($p < 0,05$).

Não houve diferença ($p < 0,05$) na fração “c” (taxa horária de degradação da fração potencialmente degradável) entre tratamentos dentro dos períodos avaliados (MMF; MMG e SMMF). Sendo que apenas no tratamento SMMG no tempo 168 dias, ocorreu maior taxa horária de degradação (0,068%).

PASSINI et al. (2003) trabalharam com silagem úmida de milho e encontraram valores inferiores a este trabalho, para os parâmetros de degradação a, (15,54%) e concordaram parcialmente nos valores da fração b e c, (50, 49% e

0,034%). PEREIRA et al. (2000) avaliaram capim elefante juntamente com 100% de resíduos do beneficiamento do milho, e verificaram resultados para degradação a, b e c da matéria seca das silagens, 53,20%, 53,20% e 0,27%/h, respectivamente.

JOBIM et al. (2011) avaliaram a fração solúvel (a), potencialmente degradável (b) e taxa de degradação da fração “b” (c) da matéria seca da silagem de milho e encontraram valores, 28,82% e 58,67% semelhantes aos tratamentos reidratados e 2,37%/h superiores ao encontrados neste trabalho.

Houve efeito ($p < 0,05$) para os tratamentos ensilados reidratados dentro dos períodos, sobre a De (Degradabilidade efetiva), a uma taxa de passagem (kp) de 2; 5 e 8%/h (Tabela 2). A degradabilidade aumentou devido ao maior tempo (dias) de ensilagem proporcionado pela queda do pH neste trabalho. ANTUNES et al. (2011) relataram que o pH ácido da silagem favorece a solubilização parcial da matriz protéica de grãos, com melhor acesso do amido pelos microrganismos ruminais e possível aumento da degradabilidade dos grãos após a ensilagem.

Para os tratamentos secos na De (MMF e MMG), não houve diferença ($p > 0,05$) nos períodos avaliados. Foi observado em alguns períodos oscilações no tratamento MMG sobre a degradabilidade, diferença não esperada. MAGALHÃES et al. (2005) relataram que a moagem em peneira com malha de abertura de 5 mm promoveu excessiva quebra das diferentes partes dos grãos de sorgo, ocorrendo assim aumento na proporção de partículas não homogêneas que obtiveram menores valores de degradação. Esse fenômeno pode ter ocorrido nesse trabalho.

Os tratamentos MMG e SMMG no período de 56 dias proporcionaram ($p < 0,05$) menores valores para a degradabilidade efetiva por hora sendo que estes tratamentos foram incubados na mesma garrafa contendo o mesmo inóculo ruminal, portanto o mesmo pH. STERN et al. (1997) relataram que a redução do pH no inóculo é um dos maiores problemas apresentados pela técnica *in vitro*, podendo afetar a digestibilidade, uma vez que os microrganismos celulolíticos são mais sensíveis a queda do pH.

Tabela 2- Degradabilidade efetiva para taxas de passagem a 2, 5 e 8% e degradabilidade potencial na matéria seca. Em sete períodos, nos tratamentos: Milho moído fino (MMF); Milho moído grosso (MMG); Silagem reidratada de milho moído fino (SMMF); Silagem reidratada de milho moído grosso (SMMG).

Taxa de passagem (%h)	Período (dias)	Tratamentos				CV (%)
		MMF	MMG	SMMF	SMMG	
De ₂	0	61,46 ^{aA}	58,15 ^{aB}	67,32 ^{bA}	64,77 ^{bA}	4,21
	14	69,85 ^{aB}	60,48 ^{aB}	68,12 ^{bA}	66,22 ^{bA}	
	28	61,81 ^{aB}	57,50 ^{aC}	68,78 ^{bA}	67,28 ^{bA}	
	56	58,90 ^{aC}	52,67 ^{cD}	68,56 ^{bA}	62,40 ^{bB}	
	112	65,86 ^{aB}	57,80 ^{aC}	70,78 ^{bA}	69,42 ^{aA}	
	168	63,25 ^{aB}	63,19 ^{aB}	73,74 ^{aA}	69,99 ^{aA}	
	224	64,44 ^{aC}	60,33 ^{aD}	76,44 ^{aA}	72,11 ^{aB}	
De ₅	0	45,39 ^{aB}	41,29 ^{aC}	54,12 ^{dA}	51,75 ^{dA}	4,14
	14	45,95 ^{aB}	44,20 ^{aB}	56,61 ^{cA}	54,58 ^{cA}	
	28	44,55 ^{aB}	38,90 ^{bC}	58,04 ^{cA}	55,50 ^{cA}	
	56	41,14 ^{bC}	35,23 ^{cD}	59,33 ^{cA}	51,44 ^{dB}	
	112	42,70 ^{aC}	42,83 ^{aC}	63,38 ^{bA}	58,52 ^{bB}	
	168	43,90 ^{aB}	39,48 ^{bC}	65,62 ^{bA}	62,81 ^{aA}	
	224	44,99 ^{aC}	40,08 ^{bD}	68,42 ^{aA}	60,49 ^{bB}	
De ₈	0	36,22 ^{aB}	32,63 ^{bC}	47,33 ^{eA}	45,15 ^{dA}	4,64
	14	37,34 ^{aB}	35,44 ^{aB}	50,61 ^{dA}	48,70 ^{cA}	
	28	35,56 ^{aB}	30,47 ^{bC}	52,05 ^{dA}	49,43 ^{cA}	
	56	32,45 ^{bC}	27,19 ^{cD}	54,22 ^{cA}	45,77 ^{dB}	
	112	33,73 ^{aC}	35,25 ^{aC}	58,97 ^{bA}	53,83 ^{bB}	
	168	35,13 ^{aB}	31,91 ^{bC}	60,68 ^{bA}	58,64 ^{aA}	
	224	35,10 ^{aC}	31,09 ^{bD}	63,28 ^{aA}	54,96 ^{bB}	
Dp	0	86,14 ^{aA}	82,51 ^{aA}	86,34 ^{aA}	84,05 ^{aA}	4,86
	14	81,51 ^{aA}	82,82 ^{aA}	84,22 ^{aA}	83,84 ^{aA}	
	28	87,81 ^{aA}	92,00 ^{aA}	82,22 ^{aA}	84,26 ^{aA}	
	56	86,67 ^{aA}	84,30 ^{aA}	80,46 ^{aA}	78,87 ^{aA}	
	112	90,05 ^{aA}	87,37 ^{aA}	89,42 ^{aA}	96,94 ^{aA}	
	168	88,62 ^{aA}	81,81 ^{aA}	82,92 ^{aA}	79,63 ^{aA}	
	224	91,17 ^{aA}	91,31 ^{aA}	84,94 ^{aA}	92,95 ^{aA}	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas dentro da mesma coluna diferem entre si pelo teste Scott knott ($p < 0,05$). Médias seguidas de letras maiúsculas distintas dentro da mesma linha diferem entre si pelo teste Scott knott ($p < 0,05$).

Houve diferença ($p < 0,05$) entre os tratamentos, sobre a degradabilidade efetiva (Tabela 2). Os tratamentos reidratados (SMMF e SMMG) proporcionaram maior teor de degradação quando comparados com o tratamento seco. PASSINI et al. (2003) trabalharam com silagem de milho úmido e avaliaram a De a 2, 5 e 8%/h e obtiveram valores inferiores de 47,11; 35,80 e 30,47%.

JOBIM et al. (2011) avaliaram apenas De a 5 e 8%/h de silagem de milho e encontraram em 47,34% e 41,99% e PEREIRA et al. (2000) avaliaram capim elefante juntamente com 100% de resíduo de milho e observaram degradabilidade efetiva a 5%/h de 63,21% na MS.

No tratamento seco, em geral, o processamento moído fino proporcionou maior degradabilidade quando comparado com o tratamento seco moído grosso (Tabela 2). LUCCHI et al. (2008) avaliaram a degradabilidade efetiva *in situ* de processamentos de milho moído grosso e fino e constataram menores taxas da degradabilidade da matéria seca do milho quando fornecido grosseiramente quebrado (63,14%) *versus* (71,68%).

Observa-se que não houve diferença ($p>0,05$) na degradabilidade potencial (Dp) (Tabela 2) dos tratamentos dentro dos períodos avaliados, resultado que permaneceu quando foi comparado entre os tratamentos. JOBIM et al. (2011) obtiveram valores menores, correspondendo a 75,95% para silagem de grãos de milho. LUCCHI et al. (2008) trabalharam com milho moído fino e milho moído grosso e verificaram 84,00% e 71,48% de Dp. Na pesquisa de PASSINI et al. (2003) valores ainda menores para (Dp) foram encontrados (66,03% na MS na silagem de milho).

Para o *lag time* (Tabela 3) houve efeito ($p<0,05$) dentro de períodos, sendo que os tratamentos reidratados apresentaram menores valores. O processamento melhorou a disponibilidade do amido e proporcionou um aumento na fração solúvel, favorecendo a colonização dos microrganismos. Na interação entre os tratamentos houve efeito ($p<0,05$) com valores menores encontrados para aos tratamentos reidratados a partir de 14 dias de ensilagem.

BERTIPAGLIA et al. (2000) avaliaram *lag time* para silagem de milho granífero e silagem de milho forrageiro, e encontraram resultados de 3,42 e 1,80/h na MS. Estes mesmos autores relataram que quanto mais cedo se detecta a degradação, mais eficientemente serão estimados os parâmetros da equação da degradação.

Na fração indegradável (Tabela 3), não houve diferença ($p>0,05$) no tratamento SMMF dentro dos períodos e entre os tratamentos.

Foi observado, em alguns períodos (112 e 224 dias) que nos tratamentos MMF, MMG e SMMG ocorreram menores teores da fração

indegradável. Este resultado ocorreu devido à soma das frações (a e b) juntas obterem valores maiores nestes tempos.

GOES et al. (2004) avaliaram fração indegradável para milho moído fino e encontraram valores menores ao relato neste trabalho de 1,3%.

Tabela 3 - Lag-Time (LG) e fração Indegradável (FI). Em sete períodos, nos tratamentos: Milho moído fino (MMF); Milho moído grosso (MMG); Silagem reidratada de milho moído fino (SMMF); Silagem reidratada de milho moído grosso (SMMG).

Parâmetro	Período (dias)	Tratamentos				CV (%)
		MMF	MMG	SMMF	SMMG	
LG	0	2,39 ^{aA}	2,13 ^{aA}	2,03 ^{aA}	2,29 ^{aA}	15,68
	14	2,01 ^{aA}	2,45 ^{aA}	0,86 ^{bB}	0,33 ^{bB}	
	28	1,70 ^{aA}	1,60 ^{aA}	0,31 ^{bB}	0,04 ^{bB}	
	56	2,11 ^{aA}	2,98 ^{aA}	0,00 ^{bB}	0,00 ^{bB}	
	112	0,40 ^{bB}	2,25 ^{aA}	0,00 ^{bB}	0,00 ^{bB}	
	168	1,38 ^{aA}	2,77 ^{aB}	0,00 ^{bC}	0,00 ^{bC}	
	224	1,82 ^{aA}	2,16 ^{aA}	0,00 ^{bB}	0,00 ^{bB}	
FI (%)	0	13,86 ^{aA}	17,49 ^{aA}	13,66 ^{aA}	15,95 ^{aA}	30,05
	14	18,49 ^{aA}	17,18 ^{aA}	15,78 ^{aA}	16,16 ^{aA}	
	28	12,19 ^{aA}	8,00 ^{bB}	17,78 ^{aA}	15,74 ^{aA}	
	56	13,33 ^{aA}	15,70 ^{aA}	19,54 ^{aA}	21,13 ^{aA}	
	112	9,95 ^{bB}	22,63 ^{aA}	20,28 ^{aA}	3,06 ^{bB}	
	168	11,38 ^{aA}	18,19 ^{aA}	17,08 ^{aA}	20,37 ^{aA}	
	224	8,83 ^{bB}	8,69 ^{bB}	15,06 ^{aA}	7,05 ^{bB}	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas dentro da mesma coluna diferem entre si pelo teste Scott knott ($p < 0,05$). Médias seguidas de letras maiúsculas distintas dentro da mesma linha diferem entre si pelo teste Scott knott ($p < 0,05$).

As variáveis de pH, perda de gases (PG) e perda de efluentes (PE) estão apresentadas na Tabela 4. Para parâmetros de pH, houve efeito ($p < 0,05$) nos tratamentos dentro de período. Sendo menores valores encontrados a partir do tempo 0 (dias) ensilado.

SILVA et al. (2006) trabalharam com milho reidratado a 30% de umidade moídos a 10mm e encontraram valores de pH á 3,96. Já IGARESI et al. (2008) avaliaram pH da silagem de grãos úmido de milho, abertos com 28 dias e encontraram valores superiores (4,63) ao relatado neste trabalho .

Houve diferença ($p < 0,05$) dentro dos tratamentos para pH. O tratamento SMMF proporcionou valores menores para o pH quando comparado com SMMG. Podendo estar relacionado ao tamanho de partículas incubadas.

Silagens confeccionadas com baixa massa específica apresentam maior teor de ar residual na massa, acarretando maior período de respiração, maior consumo de carboidratos solúveis, redução na velocidade de produção de ácidos orgânicos e maior valor final de pH da silagem McDonald et al. (1991).

LOPES et al. (2005) avaliaram após 21 dias de armazenamento, o pH do milho reconstituído (33% umidade) moído grosso e moído fino e encontraram valores semelhantes e próximos de 4,25 e 4,29.

Tabela 4 - Médias de pH, Perda de gases (PG), Perda de efluentes (PE), da silagem reidratada de milho moído fino (SMMF) e Silagem reidratada de milho moído grosso (SMMG).

Variáveis	Período (dias)	Tratamentos		CV (%)
		SMMF	SMMG	
pH	0	6,15 ^{aA}	6,08 ^{aA}	2,01
	14	4,13 ^{CB}	4,56 ^{bA}	
	28	4,10 ^{CB}	4,55 ^{bA}	
	56	3,96 ^{CB}	4,39 ^{bA}	
	112	4,05 ^{CB}	4,54 ^{bA}	
	168	4,00 ^{CB}	4,44 ^{bA}	
	224	4,30 ^{bB}	4,61 ^{bA}	
	PG	14	4,18 ^{aA}	
28		4,41 ^{aA}	5,50 ^{aA}	
56		5,27 ^{aA}	5,89 ^{aA}	
112		5,85 ^{aA}	5,73 ^{aA}	
168		6,04 ^{aA}	4,80 ^{aA}	
224		6,12 ^{aA}	6,82 ^{aA}	
PE	14	6,97 ^{aA}	4,15 ^{bB}	17,56
	28	6,97 ^{aA}	4,65 ^{bA}	
	56	9,30 ^{aA}	9,30 ^{aA}	
	112	7,20 ^{aA}	8,15 ^{aA}	
	168	7,75 ^{aA}	7,75 ^{bA}	
	224	6,97 ^{aA}	4,65 ^{bB}	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas dentro da mesma coluna diferem entre si pelo teste Scott knott ($p < 0,05$). Médias seguidas de letras maiúsculas distintas dentro da mesma linha diferem entre si pelo teste Scott knott ($p < 0,05$).

Constatou-se, na Tabela 4, que não houve efeito ($p > 0,05$) na perda de gases para os tratamentos dentro dos períodos e entre tratamentos. Na perda de efluentes observa-se que não houve diferença ($p > 0,05$) para o tratamento SMMF dentro dos períodos avaliados.

Já no tratamento SMMG, na perda de efluentes houve efeito ($p < 0,05$) para os períodos de 56 e 112 dias. Houve diferença ($p < 0,05$) entre os tratamentos,

somente para o tempo de 14 e 224 dias, sendo o tratamento SMMG, foi favorecido a uma menor perda que o tratamento SMMF.

Tabela 5- Proteína bruta (PB) da silagem reidratada de milho moído fino (SMMF) e Silagem reidratada de milho moído grosso (SMMG).

Parâmetros	Período (dias)	Tratamentos		CV (%)
		SMMF	SMMG	
PB (%)	0	8,54 ^{aA}	8,88 ^{aA}	2,24
	14	8,53 ^{aA}	8,90 ^{aA}	
	28	8,09 ^{bA}	8,22 ^{bA}	
	56	8,25 ^{bA}	8,08 ^{bA}	
	112	8,05 ^{bA}	7,88 ^{bA}	
	168	8,06 ^{bA}	8,16 ^{bA}	
	224	7,98 ^{bA}	7,84 ^{bA}	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas dentro da mesma coluna diferem entre si pelo teste Scott knott ($p < 0,05$). Médias seguidas de letras maiúsculas distintas dentro da mesma linha diferem entre si pelo teste Scott knott ($p < 0,05$).

Para teor de Proteína Bruta dos tratamentos reidratados (Tabela 5), nota-se que houve diferença ($p < 0,05$) entre os tratamentos dentro de períodos, sendo que a partir do período com 28 dias do material ensilado, ocorreu decréscimo.

Não houve efeito ($p > 0,05$) entre os tratamentos avaliados para proteína bruta. Resultados semelhantes para teores de proteína bruta (8,3%) do milho foram encontrados por ZEOULA et al. (1999) e valores superiores (10,01%) na silagem de grãos de milho úmido foram referenciados por IGARESI et al. (2008).

Na Figura 1, observa-se o efeito da degradabilidade com 48 horas de incubação nos tempos (dias) de ensilagem, nota-se que o tratamento SMMF foi favorecido com o tipo de processamento realizado, apresentando maior degradabilidade devido ao maior tempo de ensilagem. O mesmo ocorreu com o tratamento SMMG. BENTON et al., (2009) trabalharam com milho reconstituído a 28 e 35% de umidade, ensilados em diferentes tempos. Resultaram que, os valores de digestibilidade da matéria seca foram favorecidos durante o período de ensilagem, sendo que as maiores mudanças ocorreram aos 28 dias, com maior aumento para 35% de reconstituição.

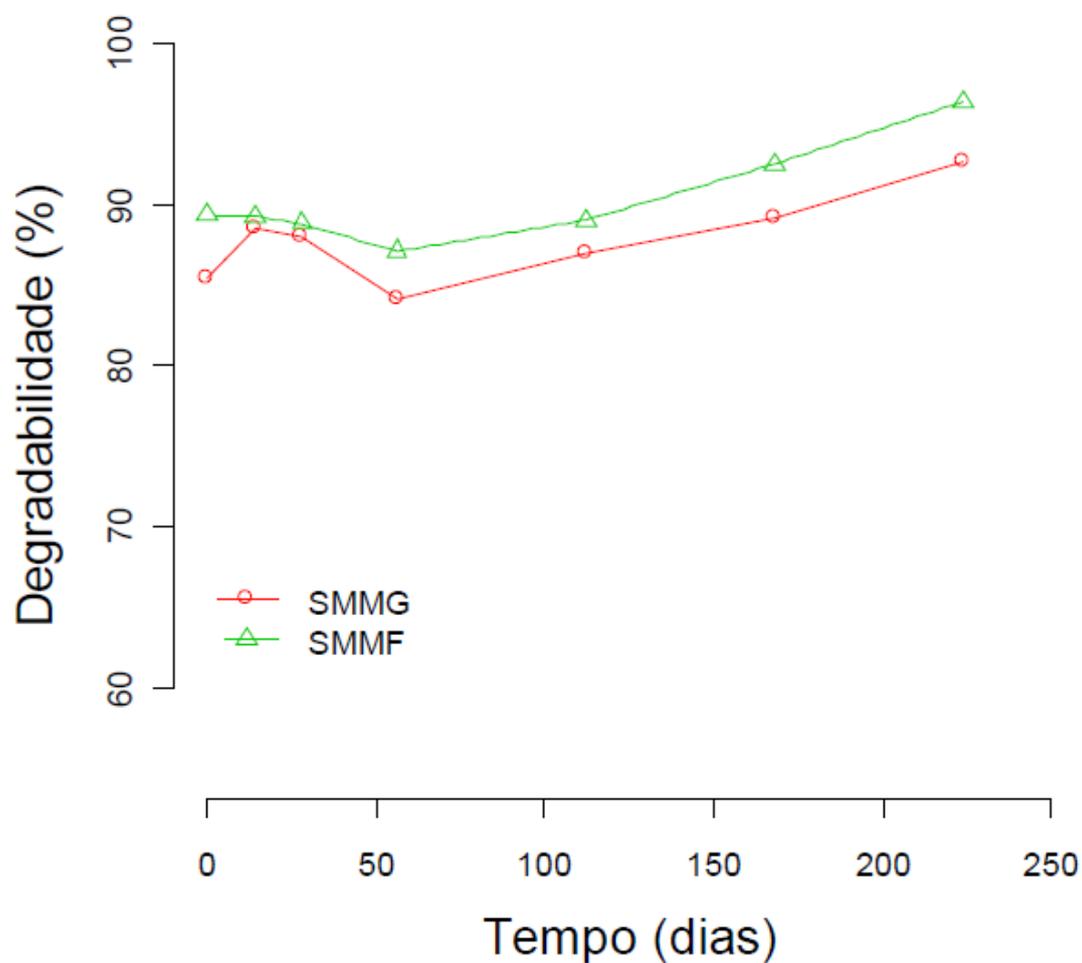


Figura 1 - Degradabilidade *in vitro* na matéria natural dos processamentos reidratados de milho moído fino e grosso nos respectivos períodos de ensilagem (0, 14, 28, 56, 112, 168, 224).

4 CONCLUSÃO

A degradabilidade das silagens de grãos reidratados foi superior. De modo geral, a SMMF apresentou valores de degradabilidade mais elevados.

Para a inclusão destas silagens em dietas com taxa de passagem lenta, recomenda-se a abertura do silo a partir de 168 dias para SMMF e 112 dias para SMMG. No entanto, em dietas com taxas de passagens intermediária e rápida é recomendável a abertura do silo a partir de 224 dias para SMMF e 168 dias para SMMG.

5 REFERÊNCIAS

ANKOM TECHNOLOGY – 08/05, ***In vitro* true digestibility using the Daisyll incubator** [on line]. Disponível em <http://www.ankom.com>. Acesso em 02 de janeiro de 2011.

ANTUNES, R.C.; RODRIGUEZ, N.M.; SALIBA, E.O.S. Metabolismo dos carboidratos não estruturais. In: **Nutrição de ruminantes**, 2.ed. São Paulo: Jaboticabal, 2011. Cap.8, p.239-260.

ASP, N. G.; VAN AMELSVOORT, J. M. M.; HAUTVAST, J. G. A. J. Nutritional implications of resistant starch. **Nutrition Research Reviews**, Cambridge, v.9, p. 1-31, 1996.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analyses**. 15.ed. Arlington: 1990. v.1, 1117p.

BACH KNUDSEN, K.E. Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.67, p. 319-338, 1997.

BARAJAS, R.; ZINN, R.A. The feeding value of dry-rolled and steam- flaked corn in finishing diets for feedlot cattle: Influence of protein supplementation. **Journal of Animal Science**. Champaign, p.76: 1744, 1998.

BENTON, J.R.; KLOPFENSTEIN, T.J.; ERICKSON, G.E. Effects of corn moisture and length of ensiling on dry matter digestibility and rumen degradable protein. **Nebraska Beef Cattle Report** (File MP83-A, Institute of Agriculture and Natural Resources, 2009.

BERTIPAGLIA, L. M. A.; ALCALDE, C. R.; SIQUEIRA, G. B.; MELO, G. M. P.; ANDRADE, P. Degradação in situ da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro de silagens de milho e do resíduo da extração do suco de maracujá. **Acta Scientiarum**, Maringa, v.22, n.3, p.765-769, 2000.

CORREA, C.E.S.; SHAVER, R.D.; PEREIRA, M.N.; LAUER, J.G.; KOHN, K. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.85, p.3008-3012, 2002.

DENARDIN, C. C. **Influência do teor de amilose e beneficiamento do arroz na resposta biológica de ratos**. Santa Maria, 2008. 162 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria.

FERREIRA, A. O.; SÁ, J. C. M.; BRIEDIS, C.; FIGUEIREDO, A. G. Desempenho de genótipos de milho cultivados com diferentes quantidades de palha de aveia-preta e doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 2, p. 173 - 179, 2009.

FURLANETO, F. P. B.; ESPERANCINI, M. S.T. Custo de produção e indicadores de rentabilidade da cultura do milho safrinha. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 3, p. 297 - 303, 2010.

GOES, B.; TONISSI, R. H.; MANCIO, A. B.; FILHO, S. C. V.; LANA, R. P. Degradação ruminal da matéria seca e proteína bruta, de alimentos concentrados utilizados como suplementos para novilhos. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 28, n. 1, p. 167-173, 2004.

GONÇALVES, FERNANDES, M. B; SACCAL, A. G. Alimentação animal com resíduo de arroz. **Revista Atualizada**. Brasília: Embrapa – SPI, p. 70, 1997.

IGARASI, M. S.; ARRIGONI, M. B.; SOUZA, A. A.; SILVEIRA, A. C.; MARTINS, C. L.; OLIVEIRA, H. N. Desempenho de bovinos jovens alimentados com dietas contendo grão úmido de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n.03, p. 513-519, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Tabela 839 - Área plantada, área colhida, quantidade produzida e rendimento médio de milho, 1ª e 2ª safras.** Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=839&z=t&o=11>. Acesso em 30 de maio de 2011.

JOBIM, C. C.; FERREIRA, G. A.; JUNIOR, V. H. B.; JUNIOR, M. C.; SANTOS, G. T. Cinética de degradação ruminal dos fenos de alfafa e Tifton-85 e da silagem de milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 747-758, 2011.

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade de forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, p.101-119, 2007.

LINO, F. A.; PEREIRA, M. L. R.; BENTO, E. A.; MELO, A. H. F.; FERNANDES, J. J. R.; MIYAGI, E. S.; ARNHOLD, E. Tecido não tecido como alternativa de substituição aos sacos da Ankom® na determinação da digestibilidade in vitro. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, XXI, 2011, Maceió. **Anais eletrônicos...** [CD-Rom], Maceió: UFAL, 2011.

LOPES, A. B. C.; BIAGGIONI, M. A.M.; BERTO, D. A.; SARTORI, J. R.; BOFF, C. E. Métodos de reconstituição da umidade de grãos de milho e a composição química da massa ensilada. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 21, n. 1, p.95-101, 2005.

LUCCI, C. S.; FONTOLAN, V.; HAMILTON, T. R.; KLU, R.; WICKBOLD, V. Processamento de grãos de milho para ruminantes: Digestibilidade aparente e “*in situ*”. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 45, n. 1, p. 35-40, 2008.

MAGALHÃES, R. T.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; BORGES, I.; RODRIGUES, N. M.; SALIBA, E. O. S.; BORGES, A. L. C. C.; ARAÚJO, V. L.

Estimativas da degradabilidade ruminal de quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) utilizando a técnica in situ. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 27, n. 4, p. 483-490, 2005

MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The Biochemistry of Silage**. 2. Ed. Marlow. Chalcombe Publications, p. 226, 1991.

ØRSKOV, E.R.; HOVELL, F.D.; MOULD, F. Uso de la tecnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos. **Producción Animal Tropical**, Santo Domingo, n. 5, p. 213, 1980.

ØRSKOV, E.R.; MCDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agriculture Science**, Cambridge, v. 92, p. 499-453, 1979.

PAES, M. C. D.; Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. [on line]. 1ª ed. EMBRAPA: Sete Lagoas, 2006. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2006/circular/Circ_75.pdf. Acesso em: 26 jun. 2009.

PASSINI, R.; RODRIGUES, P. H. M.; CASTRO, A. L.; SILVEIRA, A. C.. Parâmetros de Fermentação Ruminal em Bovinos Alimentados com Grãos de Milho ou Sorgo de Alta Umidade Ensilados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.5, p.1266-1274, 2003.

PEREIRA, E. S.; Aguiar, P. C.; PAIVA, TIESENHAUSEN, I. M. E. V.; POZZA, P. C.; ARRUDA, A. M. V. Degradação da Matéria Seca, Proteína Bruta e Fibra em Detergente Neutro de Silagens de Capim-Elefante Adicionadas de Resíduos do Beneficiamento do Milho e da Soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.6, p.2354-2358, 2000 (Sup. 2).

REIS, W. D. **Degradabilidade de grãos secos e ensilados de híbridos de milho submetidos a formas de processamento**. Tese, zootecnia, universidade estadual paulista de Botucatu, faculdades de medicina veterinária e zootecnia, 2006.

ROONEY, L. W.; PFLUGFELDER, R. L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1607-1623, 1986.

SILVA, M. A. A.; FURLAN, A. C.; MOREIRA, I.; PAIANO, D.; JOBIM, C. C.; BARCELLOS, L. C. G. Avaliação nutricional do milho com maior teor de óleo, nas formas de grãos secos e silagens, para suínos nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.830-839, 2006.

STERN, M.D.; BACH, A.; CALSAMIGLIA, S. Alternative techniques for measuring nutrient digestion in ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.75, p.2256-2276, 1997.

The R Development Core Team. R: A Language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2010. 1706p. Disponível em: <<http://cran.r-project.org/doc/manuals/refman.pdf>>. Acesso em: 03 de março de 2011.

WOOLFORD, M. K. **The silage Fermentacion**. New York: Marcel Dekker, p.350, 1984.

ZEOULA, L. M.; MARTINS, A. S. M.; PRADO, I. N.; REGINA, C.; BRANCO, A. A. F.; SANTOS, G. T. S.; Solubilidade e Degradabilidade Ruminal do Amido de Diferentes Alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.5, p.898-905, 1999.

ZINN, R. A.; OWES, 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**, Champaign, v.80, p. 1145-1156, 2002.

CAPÍTULO 3 - DEGRADABILIDADE DA MATÉRIA SECA DE DIFERENTES PROCESSAMENTOS DO SORGO.

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito do processamento de grãos de sorgo e o tempo de ensilagem sobre a degradabilidade *in vitro*. Os tratamentos avaliados foram: Sorgo moído fino (SMF); Sorgo moído grosso (SMG); Silagem de sorgo moído fino reidratado (SSMF); Silagem de sorgo moído grosso reidratado (SSMG). O delineamento foi em blocos casualizados com tempos de abertura dos minisilos: 0, 14, 28, 56, 112, 168 e 224 dias, e quatro repetições. O tratamento SSMF proporcionou maior taxa de degradação dos parâmetros “a” a partir do período de ensilagem 112 dias e o tratamento SSMG a partir de 14 dias. Os tratamentos reidratados e ensilados proporcionaram ($p < 0,05$) maior degradabilidade efetiva a 2, 5 e 8% que os tratamentos moídos secos. O tratamento SSMF a uma taxa de passagem de 5 e 8%/h foi superior ($p < 0,05$) aos tratamentos secos, e semelhante ao tratamento SSMG apenas nos períodos de 0, 14 e 112 dias. A degradabilidade potencial e a fração indegradável não foram alteradas ($p > 0,05$) com o processamento. O processamento reidratado e ensilado proporcionou ($p < 0,05$) menor *lag time* quando comparados aos tratamentos secos. Houve ($p < 0,05$) maiores perdas de gases e efluentes para os tratamentos SSMG e SSMF devido ao maior período de ensilagem. Não houve diferença ($p > 0,05$) entre os tratamentos SSMF e SSMG para pH. A proteína bruta dos tratamentos ensilados apresentou um decréscimo a partir do período com 14 dias. Conclui-se a degradabilidade das silagens de grãos reidratados foi superior. Para a inclusão destas silagens em dietas com taxa de passagem lenta, recomenda-se a abertura do silo a partir de 14 dias para SSMG. No entanto, em dietas com taxas de passagens intermediária e rápida é recomendável a abertura do silo a partir de 168 dias para SSMF e 14 dias para SSMG.

Palavras - Chave: Sorgo moído fino, sorgo moído grosso, silagem de grão úmido reconstituído.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of the sorghum grain processing and ensilage time about the degradability *in vitro*. The treatments were: finely ground sorghum (SMF), coarsely ground sorghum (SMG), sorghum silage reconstituted finely ground (SSRMF) sorghum silage reconstituted coarsely ground (SSRMG). The experimental design was in randomized blocks with opening times of mini silos: 0, 14, 28, 56, 112, 168 and 224 days and four replications. The treatment SSMF provided higher degradation rate of the parameter "a" from the time 112 days of ensiling and the treatment SSMG from the 14 days. The reconstituted treatments and ensiled provided ($p < 0.05$) higher effective degradability at 2, 5 and 8% than the dry ground treatments. The treatment SSMF at a passage rate at 5 and 8%/h was higher ($p < 0.05$) than the dry treatments, and similar treatment SSMG only in periods of 0, 14 and 112 days. The potential degradability and the undegradable fraction weren't altered ($p > 0.05$) with the processing. The reconstituted processing and ensiled provided ($p < 0.05$) lower *lag time* when compared to dry treatments. There was ($p < 0.05$) gases and effluents higher losses for the treatments SSMG and SSMF because of the longer period of ensiling. There wasn't difference ($p > 0.05$) between treatments SSMF and SSMG for pH. The crude protein of ensiled treatments presented a decrease from the period with 14 days. We conclude that the degradability of the grain silage reconstituted was higher. For the inclusion of these silage in diets with slow rate passage, recommended the opening of the silo from 14 days for SSMG. However, in diets with intermediary and fast rate passage recommended the opening of the silo from 168 days for SSMF and 14 days for SSMG.

Keywords: Finely ground sorghum, coarsely ground sorghum, high moisture grain silage reconstituted

1 INTRODUÇÃO

A cultura do sorgo possui alto potencial de produtividade e alto teor de carboidratos não fibrosos, principalmente amido (RESENDE et al., 2003). ANTUNES et al. (2007) trabalharam com 33 genótipos de sorgo e encontraram médias de 13,19% proteína bruta, 2,97% de extrato etéreo e teores de amido entre 62,07% a 78,74%.

A estrutura e composição bruta dos grãos de sorgo são similares ao do milho, a maior diferença na estrutura do sorgo e do milho está no tipo e distribuição da proteína em volta do amido no endosperma. O endosperma destes grãos é dividido em endosperma periférico córneo (vítreo ou duro) e endosperma central farináceo (mole). Esta porção é mais densa no sorgo e caracteriza-se por uma região extremamente densa, dura e resistente a penetração de água (FERNANDES et al, 2011). Sendo assim observa-se a importância de processar estes grãos para o melhor aproveitamento do amido.

A finalidade dos processamentos é quebrar o revestimento do grão, romper as pontes de hidrogênio dentro dos grânulos de amido e dar acesso as reservas de amido e conseqüentemente aumentar a digestão no rúmem e trato total (LYKOS & VARGA., 1995). Efeitos de tratamentos, como, moagem e umidade, sobre estruturas de grânulos de amido são usados para melhorar a disponibilidade do amido na digestão animal, pois visa aumentar a área superficial desses grãos, melhorando a eficiência do ataque enzimático, e conseqüentemente melhorando o desempenho animal.

Sabe-se que nas propriedades rurais, em função de problemas de armazenagem, a tendência é que ocorram após alguns meses de acondicionamento impróprio com significativas perdas qualitativas e quantitativas. Sendo assim o processo de reconstituição, ou seja, a hidratação dos grãos secos até o teor de umidade adequado para ensilagem pode representar alternativas viáveis, agregando benefícios aos pecuaristas (PEREIRA et al., 2011).

Assim, ao realizar o processamento de ensilagem e reconstituição, é bem lembrado que uma correta compactação da silagem tem importância na exclusão do oxigênio residual e na garantia, juntamente com a vedação, das condições anaeróbias necessárias para a preservação dos nutrientes (JOHNSON

et al., 2002). O teor de MS, o tamanho médio da partícula e a densidade são responsáveis pela porosidade da silagem a qual determinam a entrada de oxigênio, que resulta na deterioração durante a armazenagem e principalmente na de ensilagem (FERNANDES, 2006).

Porém, um excesso na compactação do material ensilado leva a uma maior produção de efluentes, que reduz a qualidade da silagem devido às perdas quantitativas e qualitativas como: Matéria seca, carboidratos solúveis, açúcares, ácidos, proteínas e minerais. (JOBIM et al., 2007;). Segundo MUCK & HOLMES (2000), os fatores que afetam a eficiência de compactação e a massa específica da forragem obtida são: tamanho médio de partícula, tipo de silo, carga de pressão aplicada, tempo total de compactação, espessura de camada adicionada e teor de MS da forragem.

Sendo assim, o objetivo neste trabalho foi avaliar o efeito do processamento de grãos de sorgo e o tempo de ensilagem sobre a degradabilidade *in vitro*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e Período Experimental

O experimento foi conduzido no período de janeiro de 2011 a agosto de 2011, no departamento de Produção Animal (DPA) da Escola de Veterinária e Zootecnia (EVZ) da Universidade Federal de Goiás (UFG) situada no município de Goiânia-GO. As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos (LANA) e a degradabilidade *in situ* realizada no Laboratório multidisciplinar da rede produção animal sustentável.

A determinação de amido foi realizada no Laboratório de Fisiologia da Digestão/ICB II, da Universidade Federal de Goiás situada no município de Goiânia-GO.

2.2 Tratamentos

Os tratamentos foram constituídos: SMF= sorgo moído fino; SMG= Sorgo moído grosso; SSMF= Silagem de sorgo moído fino reidratado; SSMG= Silagem de sorgo moído grosso reidratado.

2.3 Procedimento Experimental

O híbrido de sorgo utilizado foi BRS- 310- Embrapa. Os grãos de sorgo foram moídos em duas granulometrias, com peneira de 10 mm e 3 mm, sendo que os tratamentos SSMF e SSMG foram reidratados e ensilados em mini silos experimentais.

Os tratamentos SSMF e SSMG foram submetidos à reidratação de umidade, onde esta foi elevada para 38% antes de serem ensilados. Conforme a metodologia descrita por (GONÇALVES, 1997)

Na confecção da silagem utilizou-se 48 baldes de plásticos de doze litros como mini silos experimentais. Foram confeccionados no primeiro dia 12 baldes e a cada três dias mais doze, até completarem o número total de baldes. As tampas foram próprias à vedação adaptadas e válvulas tipo *Bunsen*, para que

fosse possível o escape dos gases e a avaliação das perdas gasosas durante a ensilagem. No fundo de cada balde foi adicionado um quilo de areia seca, separado da silagem por TNT (Tecido Não Tecido), com vista à avaliação quantitativa dos efluentes.

Os baldes foram pesados antes da ensilagem sem tampa e contendo apenas o aparato para colheita dos efluentes para que fosse possível realizar o cálculo do peso líquido do resíduo contido em cada mini silo experimental e posteriormente dos efluentes (JOBIM et al., 2007). Após o enchimento dos mini silos experimentais estes foram pesados e posteriormente fechados.

Os mini silos foram abertos nos tempos, 14, 28, 56, 112, 168 e 224 dias. Em cada dia de amostragem procedeu à retirada das tampas plásticas e a pesagem dos mini silos, posteriormente foram coletadas amostras da silagem, retirado o resíduo dos baldes e feita uma pesagem dos mesmos contendo apenas o aparato de recepção de efluente.

Cada amostra da silagem foi composta por três porções retiradas da parte central da massa do resíduo contida em cada silo. As amostras utilizadas para determinação da Matéria Seca ao ar (ASA) foram elevadas à estufa de ventilação forçada de 55°C até atingirem peso constante. Em seguida as amostras foram moídas em peneira com crivo de 1 mm para determinação da 2ª MS, de amido e de proteína bruta (PB). Para a determinação da ASE as amostras foram levadas a estufa à 105°C por 12 horas sendo posteriormente pesadas para se obter o valor de MS total.

Para determinação do pH, foi utilizada uma quantidade de 250 grama de cada amostra, misturada a 250 mL de água destilada por aproximadamente 30 minutos sendo homogeneizada de 10 em 10 minutos, como proposto por JOBIM et al. (2007), em seguida o pH foi mensurado através de um potenciômetro digital da marca Digimed modelo DM 20.

A perda de MS na forma de gases foi calculada pela diferença entre o peso bruto inicial e final dos mini silos e a quantidade de efluentes pela diferença entre o peso inicial e final dos baldes contendo apenas a areia, e tecido não tecido (TNT) (JOBIM et al., 2007).

2.4 Análise de Degradabilidade

2.4.1 Preparação dos sacos TNT e das amostras

Foram confeccionados sacos de TNT com dimensões 5,0 cm x 5,0 cm (LINO et al., 2011), lavados com acetona por três a cinco minutos. Após o escoamento do produto, foram colocados em estufa com circulação forçada de ar de 55^oC por duas horas para secagem da acetona em seguida foram levados a estufa à 105^oC por 3 horas para posterior pesagem isenta de umidade.

Após este período foram retirados da estufa e marcados com caneta de tinta permanente sendo colocados novamente em estufa à 105^oC por 3 horas dessa vez para estabilização dos pesos. Em seguida permaneceram em dessecador por 40 minutos e tiveram seus pesos registrados. Em cada saco, foram adicionados 0,5 g de amostra dos tratamentos reconstituídos avaliados sendo então selados. Para incubação foram acondicionados nos frascos de vidro da incubadora TE-150 (TECNAL) 53 sacos em cada repetição sendo que: 48 contendo amostras, quatro vazios (branco) e uma testemunha. O branco (saco lacrado vazio) consistiu no fator de correção. As amostras foram incubadas em duplicata que posteriormente formaram uma única amostra de cada tempo.

2.4.2 Preparação da solução tampão

Inicialmente, a (ST) solução tampão (4,08 g de KH₂PO₄; 1,5 g de MgSO₄.7H₂O; 8,72 g de Na₂HPO₄; 0,50 g de KCL em 1L de água destilada) foi completada com as seguintes soluções para cada litro da ST: 20 mL da solução carbonato de sódio anidro (15,73 g de Na₂CO₃/100 mL); 10 mL da solução de uréia (8,0 g da uréia/100 mL); 0,10 g de CaCl₂; e 0,025 g de Na₂S.9H₂O, e ajustada para obter pH final de 6,8 e pré-aquecidas a 39^oC. Aproximadamente 1600 mL da solução resultante (tampão Kansas) foram adicionados a cada jarro, contendo os sacos (substrato, branco e testemunha).

Os jarros de digestão foram colocados na incubadora, que foi aquecida a temperatura de 39^oC, 20 a 30 minutos antes da incubação do líquido ruminal e infusão de CO₂.

2.4.3 Coleta, preparação do líquido ruminal e incubação

Para coleta de líquido ruminal foi utilizado um novilho da raça Holandesa, castrado, com peso aproximando de 200 kg, munido de cânula ruminal, recebendo dieta a base de feno de tifton com sal mineral e água a vontade, durante 14 dias antes da primeira coleta.

Foram realizadas vinte e oito coletas de líquido ruminal, com intervalo de três dias cada. O líquido ruminal foi coletado às 8 horas da manhã, antes do fornecimento da alimentação. Para coletar o líquido ruminal a garrafa térmica, funil, provetas, recipientes de coletas e liquidificador foram aquecidos com água a 39°C.

Cerca de 2000 mL de líquido foram coletados manualmente em diferentes pontos. O líquido ruminal foi liquidificado em alta velocidade durante 30 segundos e posteriormente, filtrado em tecido de algodão e colocado nas garrafas térmicas. O material foi levado ao laboratório e adicionou-se 400 mL em cada frasco contendo os sacos de incubação e solução tampão de Kansas. Os frascos foram acondicionados na incubadora TE-150 (TECNAL). Todo procedimento ocorreu com infusão constante de CO₂.

As amostras foram incubadas por 0, 3, 6, 8, 12, 24 e 48h a 39°C, em meio anaeróbio. Após a retirada dos sacos de TNT, estes foram colocados em água fria para paralisar a atividade microbiológica e posteriormente lavados em água corrente, até que a água se apresentasse clara. Depois de retirado o excesso de água, os sacos foram colocados em um béquer de 250 mL com acetona, por 5 minutos, e levados a estufa com circulação forçada de ar de 55°C e secados completamente a 105°C, por 12 horas. Os sacos foram colocados em dessecador durante 40 minutos e tiveram seus pesos registrados.

Segue abaixo a fórmula utilizada para calcular a degradabilidade *in vitro* da MS das amostras (ANKOM, 2011):

$$\text{DIVMS (\%)} = \frac{100 - (W3 - (W1 \times C1))}{(W2 \times \text{MS})} \times 100$$

W1= peso dos sacos vazios;

W2 = peso da amostra;

W3= peso final dos sacos após incubação;

C1 (Fator de Correção) = peso final do saco em branco após degradação / peso do saco em branco antes da incubação;

MS (%)= Teor de matéria seca do alimento

Os dados de degradabilidade obtidos foram ajustados pelo modelo de ØRSKOV & MCDONALD (1979), segundo a equação:

$$p = a + b (1 - e^{-ct})$$

Em que:

p = taxa de degradação no tempo t;

a = fração de rápida degradação (representado pelo intercepto da curva de degradação no tempo zero);

b = fração potencialmente degradável;

c = taxa horária de degradação da fração potencialmente degradável;

e = log natural de “-ct”.

t = tempo de incubação;

$$a + b \leq 100$$

As constantes a, b e c foram utilizadas para cálculos da degradabilidade potencial (a+b), que representa o alimento solubilizado degradado no rúmen quando o tempo não é fator limitante e a degradabilidade efetiva conforme equação de ØRSKOV et al. (1980).

$$p = a + (bc)/(c + Kp)$$

Onde:

p = representa a taxa de degradabilidade efetiva;

a = é a interseção da curva no tempo zero, a fração rapidamente solúvel;

b = é a fração potencialmente degradável, a fração degradada no tempo;

c = é a taxa horária de degradação da fração potencialmente degradável;

Kp = taxa estimada de passagem das partículas no rúmen por hora.

O tempo de colonização, ou lag time (L) foi estimado usando a equação: $L=1/cx(\ln(b/(a+b-t_0)))$, sendo t_0 o valor no tempo 0.

A fração considerada indegradável foi calculada da seguinte forma:

$$I = (100 - (a+b)).$$

2.5 Determinação de proteína bruta (PB)

O nitrogênio (N) total da silagem foi determinado pelo método de Micro Kjeldahl (AOAC, 1990), o valor obtido foi multiplicado por 6,25, obtendo assim o teor de proteína bruta presente na silagem.

2.6 Delineamento experimental e análise estatística

Foram realizados sete experimentos em delineamento de blocos ao acaso, com quatro tratamentos cada (SMF, SMG, SSMF e SSMG). Foram quatro blocos por experimento, constituídos por quatro diferentes rúmens. A diferença entre experimentos foi constituída por diferentes períodos de ensilagem (0,14, 28, 56, 112, 168 e 224). Realizou-se análise conjunta dos experimentos considerando o seguinte modelo estatístico:

$$y_{ijk} = m + a_i + b_j + (w/b)k(j) + (ab)_{ij} + e_{ijk}$$

y_{ijk} = valor observado para o alimento i, no período j, no bloco k dentro do período j;

m = média geral;

a_i = efeito do alimento i;

b_j = efeito do período j;

$(w/b)k(j)$ = efeito do bloco k dentro do período j;

$(ab)_{ij}$ = interação entre o alimento i e o período j;

e_{ijk} = erro aleatório associado a observação y_{ijk} .

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software R (R Development Core Team, 2011). As médias foram comparadas pelo teste Scott knott e utilizado nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se (Tabela 1) que não houve diferença ($p > 0,05$) entre os períodos para o tratamento SMF na fração a (rápida degradação) e fração b (potencialmente degradável). E para o SSMF na fração potencialmente degradável (b), entre os períodos avaliados. Não houve diferenças ($p > 0,05$) na taxa horária de degradação da fração potencialmente degradada (c) entre os tratamentos e entre os períodos avaliados também.

Já no tratamento SMG, observa-se oscilações nos resultados sobre a degradabilidade, nos períodos (28, 168 e 224 dias) este resultado não esperado. MAGALHÃES et al. (2005) relataram que a moagem em peneira com malha de abertura de 5 mm promoveu excessiva quebra das diferentes partes dos grãos de sorgo, ocorrendo assim aumento na proporção de partículas não homogêneas que proporcionaram menores valores de degradação. Esse fenômeno pode ter ocorrido neste trabalho.

Na fração de rápida degradação (a), nos tratamentos reidratados SSMF e SSMG, observa-se que houve efeito ($p < 0,05$) do processo sobre a degradabilidade nos períodos analisados. O tratamento SSMF proporcionou maior taxa de degradação a partir do período de ensilagem 112 dias e o tratamento SSMG a partir de 14 dias.

No SSMG houve diferença ($p < 0,05$) na fração potencialmente degradável, entre os períodos analisados, sendo que valores menores foram encontrados nos tempos 56 e 224 dias.

Houve efeito ($p < 0,05$) na fração de rápida degradação (a) e potencialmente degradável (b), quando se avalia a diferença entre os tratamentos. Observa-se que os tratamentos reidratados na fração de rápida degradação (a) proporcionaram maior favorecimento para degradabilidade, o que não ocorreu na fração potencialmente degradável (b) avaliada, que foi menor que os tratamentos secos.

JOBIM et al. (2011) encontraram valores menores da fração potencialmente degradável (b), de feno de alfafa comparada com feno de Tifton-85 e silagem de milho. Estes autores relataram que devido o feno de alfafa ter obtido valores maiores da fração (a), na fração b apresentou respostas inferiores

aos outros tratamentos. Este fato associado à maior fração solúvel (a) obteve maior taxa de desaparecimento do feno de alfafa, no mesmo intervalo de tempo, em relação ao feno de Tifton-85 e silagem de milho.

PASSINI et al. (2003) trabalharam com silagem úmida de sorgo e encontraram valores inferiores a este trabalho, para as frações de degradação a, b e c respectivamente, 17,08%, 51,96% e 0,026. Já JÚNIOR et al. (2003) avaliaram silagem de sorgo e encontraram respostas semelhantes para a fração de degradação a e c, (31,52% e 0,037%), e valores inferiores foram verificados na fração “b” avaliada, 53,31% na MS.

Na De (degradabilidade efetiva) (Tabela 2) à uma taxa de passagem (kp) de 2; 5 e 8% por hora, não houve diferença ($p>0,05$) para o tratamento seco SMF dentro dos períodos avaliados.

No tratamento SMG, observa-se em alguns períodos oscilações nos resultados para degradabilidade efetiva a 2, 5 e 8%/h. este resultado não esperado. MAGALHÃES et al. (2005) relataram que a moagem em peneira com malha de abertura de 5 mm promoveu excessiva quebra das diferentes partes dos grãos de sorgo, ocorrendo assim aumento na proporção de partículas não homogêneas que proporcionaram menores valores de degradação. Esse fenômeno pode ter ocorrido neste trabalho.

Para o tratamento SSMF, não foi observado diferença ($p>0,05$) na De a 2%/h (Tabela 2) entre os períodos ensilados. Já quando se analisa a De a 5 e 8%/h, o processamento proporcionou maior degradabilidade a partir de 168 dias.

Tabela 1 - Degradabilidade na matéria seca da fração a= fração solúvel; b= fração potencialmente degradável; c= taxa de degradação da fração b. Em sete períodos, nos tratamentos: Sorgo moído fino (SMF); Sorgo moído grosso (SMG); Silagem reidratada de sorgo moído fino (SSMF); Silagem reidratada de sorgo moído grosso (SSMG).

Fração	Período (dias)	Tratamentos				CV (%)
		SMF	SMG	SSMF	SSMG	
a	0	5,48 ^{ab}	6,13 ^{bb}	28,50 ^{ba}	28,00 ^{ba}	11,97
	14	5,32 ^{ab}	7,26 ^{bb}	31,55 ^{ba}	32,30 ^{aa}	
	28	6,89 ^{ac}	10,01 ^{ac}	31,06 ^{bb}	35,35 ^{aa}	
	56	4,25 ^{ab}	5,28 ^{bb}	31,16 ^{ba}	31,62 ^{aa}	
	112	6,49 ^{ab}	6,78 ^{bb}	34,85 ^{aa}	34,33 ^{aa}	
	168	7,10 ^{ab}	9,75 ^{ab}	36,80 ^{aa}	34,63 ^{aa}	
	224	7,59 ^{ab}	8,34 ^{ab}	33,84 ^{aa}	33,33 ^{aa}	
	b	0	81,31 ^{aa}	68,25 ^{bb}	63,60 ^{ab}	
14		84,10 ^{aa}	74,20 ^{ba}	67,17 ^{ab}	64,94 ^{ab}	
28		85,45 ^{aa}	84,11 ^{aa}	63,80 ^{ac}	70,82 ^{ab}	
56		83,74 ^{aa}	66,58 ^{bb}	71,99 ^{ab}	55,92 ^{bc}	
112		84,01 ^{aa}	72,61 ^{ba}	64,48 ^{ab}	67,53 ^{ab}	
168		87,83 ^{aa}	78,24 ^{ba}	66,38 ^{ab}	64,50 ^{ab}	
224		84,11 ^{aa}	84,97 ^{aa}	66,72 ^{ab}	54,25 ^{bc}	
c		0	0,037 ^{aa}	0,034 ^{aa}	0,025 ^{aa}	0,031 ^{aa}
	14	0,037 ^{aa}	0,036 ^{aa}	0,031 ^{aa}	0,029 ^{aa}	
	28	0,038 ^{aa}	0,034 ^{aa}	0,026 ^{aa}	0,033 ^{aa}	
	56	0,032 ^{aa}	0,031 ^{aa}	0,023 ^{aa}	0,023 ^{aa}	
	112	0,035 ^{aa}	0,033 ^{aa}	0,030 ^{aa}	0,029 ^{aa}	
	168	0,036 ^{aa}	0,039 ^{aa}	0,028 ^{aa}	0,030 ^{aa}	
	224	0,032 ^{aa}	0,031 ^{aa}	0,034 ^{aa}	0,032 ^{aa}	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas dentro da mesma coluna diferem entre si pelo teste Scott knott ($p < 0,05$). Médias seguidas de letras maiúsculas distintas dentro da mesma linha diferem entre si pelo teste Scott knott ($p < 0,05$).

No tratamento SSMG, a De a 2, 5 e 8%/h, proporcionou maior degradabilidade nos tempos a partir de 0 (dias) ensilado. O que pode estar relacionado com valores menores do pH encontrado neste trabalho.

ANTUNES et al. (2011) relataram que o pH ácido da silagem favorece a solubilização parcial da matriz protéica desses grãos, facilitando o acesso do amido pelos microrganismos ruminais, sendo assim ocorre um possível aumento da degradabilidade dos grãos após a ensilagem.

Foi observado para degradabilidade efetiva no período de 56 dias dos tratamentos SMG e SSMG que houve menor degradabilidade. No período de 56 dias estes tratamentos foram incubados na mesma garrafa, com o mesmo inóculo

ruminal, contendo o mesmo pH. Assim pode ter ocorrido redução do pH ruminal, podendo afetar a degradabilidade conforme relatado por STERN et al. (1997).

Tabela 2 - Degradabilidade efetiva para taxas de passagem a 2, 5 e 8% e degradabilidade potencial na matéria seca. Em sete períodos, nos tratamentos: Sorgo moído fino (SMF); Sorgo moído grosso (SMG); Silagem reidratada de Sorgo moído fino (SSMF); Silagem reidratada de Sorgo moído grosso (SSMG).

Taxa de passagem (%h)	Período (dias)	Tratamentos				CV (%)
		SMF	SMG	SSMF	SSMG	
De ₂	0	57,91 ^{aC}	51,85 ^{bD}	66,43 ^{aA}	60,43 ^{bB}	6,13
	14	60,21 ^{aA}	55,05 ^{bB}	65,29 ^{aA}	62,23 ^{aA}	
	28	62,51 ^{aA}	55,35 ^{bB}	68,83 ^{aA}	64,84 ^{aA}	
	56	59,43 ^{aB}	45,29 ^{cC}	66,62 ^{aA}	57,39 ^{bB}	
	112	65,47 ^{aA}	52,45 ^{bB}	69,20 ^{aA}	63,72 ^{aA}	
	168	62,61 ^{aB}	52,95 ^{bC}	69,77 ^{aA}	62,44 ^{aB}	
	224	67,45 ^{aA}	63,61 ^{aB}	70,97 ^{aA}	63,80 ^{aB}	
De ₅	0	38,10 ^{aB}	36,75 ^{bB}	51,26 ^{bA}	46,85 ^{bA}	6,84
	14	41,49 ^{aB}	42,62 ^{aB}	52,47 ^{bA}	49,16 ^{aA}	
	28	47,70 ^{aC}	37,18 ^{bD}	52,57 ^{bA}	50,38 ^{aB}	
	56	39,47 ^{aC}	30,46 ^{cD}	52,14 ^{bA}	45,51 ^{bB}	
	112	38,86 ^{aB}	36,88 ^{bB}	53,07 ^{bA}	50,98 ^{aA}	
	168	41,91 ^{aC}	38,52 ^{bC}	56,69 ^{aA}	50,28 ^{aB}	
	224	41,02 ^{aC}	43,25 ^{aC}	56,16 ^{aA}	49,58 ^{aB}	
De ₈	0	31,09 ^{aC}	29,33 ^{bC}	44,81 ^{bA}	41,31 ^{bB}	6,29
	14	32,30 ^{aB}	30,43 ^{bB}	46,76 ^{bA}	41,14 ^{aA}	
	28	34,42 ^{aC}	29,43 ^{bD}	47,31 ^{bA}	45,82 ^{aB}	
	56	30,13 ^{aC}	23,68 ^{cD}	45,42 ^{bA}	41,39 ^{bB}	
	112	32,56 ^{aB}	28,47 ^{bB}	47,49 ^{bA}	45,97 ^{aA}	
	168	32,56 ^{aC}	32,20 ^{bC}	50,65 ^{aA}	45,75 ^{aB}	
	224	31,96 ^{aC}	34,04 ^{aC}	49,79 ^{aA}	44,36 ^{aB}	
Dp	0	86,79 ^{aA}	74,39 ^{aA}	92,10 ^{aA}	92,07 ^{aA}	12,29
	14	89,43 ^{aA}	81,46 ^{aA}	98,74 ^{aA}	97,25 ^{aA}	
	28	92,36 ^{aA}	94,13 ^{aA}	94,87 ^{aA}	100,00 ^{aA}	
	56	88,00 ^{aA}	71,87 ^{aB}	100,00 ^{aA}	87,55 ^{aA}	
	112	91,01 ^{aA}	79,31 ^{aA}	99,34 ^{aA}	100,00 ^{aA}	
	168	94,93 ^{aA}	88,01 ^{aA}	100,00 ^{aA}	99,13 ^{aA}	
	224	91,70 ^{aA}	93,32 ^{aA}	100,00 ^{aA}	87,59 ^{aA}	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas dentro da mesma coluna diferem entre si pelo teste Scott knott ($p < 0,05$). Médias seguidas de letras maiúsculas distintas dentro da mesma linha diferem entre si pelo teste Scott knott ($p < 0,05$).

Na diferença entre os tratamentos para De, a 2, 5 e 8%/h, houve efeito ($p < 0,05$) do tipo de processamento (Tabela 2). Os tratamentos reidratados proporcionaram maior degradabilidade quando comparados aos tratamentos

moídos secos. O tratamento SSMF a uma taxa de passagem de 2, 5 e 8%/h foi superior ao tratamento SSMG nos períodos de 28, 56, 168 e 224 dias. Isto pode ter ocorrido devido o processamento moído fino juntamente com o reidratado que proporcionar maiores degradabilidade nestes tempos.

Os resultados de degradabilidade efetiva encontrados neste trabalho, foram semelhantes ou até mesmo superiores aos encontrados por MAGALHAES et al. (2005) que avaliaram degradabilidade *in situ* na MS a uma taxa de passagem a 2, 5 e 8%/h de silagens de sorgo (51,98; 50,18; 48,48%/h), e por CAMPOS et al., (2003), que avaliaram De, de quatro genótipos de sorgo com e sem tanino (52,6; 44,4; 41,3%).

Da mesma forma MOLINA et al. (2002) avaliaram silagem se híbridos de sorgo com diferentes estágios de maturação e encontraram valores de 56,41; 41,96 e 35,33%/h para degradabilidade efetiva a 2, 5 e 8%/h. Já PASSINI et al. (2003) trabalharam com silagem de sorgo e encontraram valores de 45,90; 34,60 e 30, 47%/h.

Na degradabilidade potencial não houve efeito ($p>0,05$) nos tratamentos dentro dos períodos. E houve diferença ($p<0,05$) entre os tratamentos, para o SMG apenas no período de 56 dias. Valores inferiores a estes foram constatados no trabalho de PASSINI et al. (2003) que avaliaram silagem de sorgo e obtiveram resultados para Dp de 69,04% na MS.

Os valores encontrados para *lag time* (LG), são observados na Tabela 3. Houve efeito ($p<0,05$) para os tratamentos reidratados dentro dos períodos avaliados. Sendo que o processamento proporcionou menor *lag time* a partir de 14 dias. O processamento melhorou a disponibilidade do amido e proporcionou um aumento na fração solúvel, favorecendo a colonização dos microrganismos. BERTIPAGLIA et al. (2000) relataram que quanto mais cedo se detecta a degradação, mais eficientemente serão estimados os parâmetros da equação da degradação.

No tratamento SMG para *lag time*, foi observado valores menores para os tempos 112 e 224 dias, resultados estes não esperados.

Houve diferença ($p<0,05$) entre os tratamentos para *lag time*. Observa-se que os tratamentos reidratados proporcionaram valores menores de *lag-time*,

quando comparados com os tratamentos secos, devido o processamento favorecer estes tratamentos.

Valores semelhantes aos processamentos secos foram referenciados por BERTIPAGLIA et al. (2000) que encontraram para LG, respectivamente, 3,42; 1,90 e 1,80 na MS quando avaliaram silagem de milho granífero, resíduo do suco de maracujá, silagem de milho forrageiro. Já CARMO et al. (2001) relataram valores de *lag-time* para cana de açúcar de 5,1 na MS.

Para fração indegradável (FI), não houve diferença ($p>0,05$) (Tabela 3) no tratamento SMF dentro de período. Já no tratamento SSMF observa-se que o processamento proporcionou ($p<0,05$) taxas menores na fração indegradável a partir do período de 56 dias incubados.

Foram encontrados valores menores na fração indegradável no tratamento SMG nos períodos (28, 168 e 224 dias) e no tratamento SSMG nos períodos (14, 28, 112 e 168 dias). Possivelmente, devido à soma das frações (a e b) juntas obterem valores menores nestes tempos.

Houve diferença ($p<0,05$) entre os tratamentos para fração indegradável. Foi observado que os tratamentos reidratados (SSMF e SSMG) juntamente com o sorgo moído fino (SMF), obtiveram valores menores quando comparados com o sorgo moído grosso (SMG) nos períodos (0, 14, 56 e 112).

Para teores de pH (Tabela 4) não houve efeito ($p>0,05$) entre os tratamentos analisados. Contudo, houve diferença ($p<0,05$) nos tratamentos dentro dos períodos, sendo que o processo de ensilagem favoreceu a diminuição do pH de maneira satisfatória.

Resultados semelhantes foram encontrados por HUCK et al. (1999) que observaram valores para pH de 4,0 e 4,5 na silagem de grãos de sorgo reconstituídos com teores de umidade variando de 30 a 35%.

MOLINA et al. (2003) encontraram para silagens de sorgo, colhidos em estágio de grão leitoso, valores de pH de 3,8. Valores superiores foram relatados por IGARESI et al. (2008) que encontraram pH de 4,63 na silagem de grão úmido de sorgo, aos 28 dias de abertura.

Tabela 3 - Lag-Time (LG) e fração Indegradável (FI). Em sete períodos, nos tratamentos: Sorgo moído fino (MMF); Sorgo moído grosso (MMG); Silagem reidratada de sorgo moído fino (SMMF); Silagem reidratada de sorgo moído grosso (SMMG).

Parâmetro	Período (dias)	Tratamentos				CV (%)
		SMF	SMG	SMMF	SMMG	
LG	0	2,18 ^{aA}	2,38 ^{aA}	1,65 ^{aA}	1,70 ^{aA}	36
	14	2,20 ^{aA}	2,55 ^{aA}	0,22 ^{bB}	0,19 ^{bB}	
	28	1,50 ^{aA}	1,77 ^{bA}	0,24 ^{bB}	0,00 ^{bB}	
	56	2,28 ^{aA}	2,86 ^{aA}	0,28 ^{bB}	0,52 ^{bB}	
	112	1,30 ^{aA}	1,94 ^{bA}	0,00 ^{bB}	0,56 ^{bB}	
	168	1,46 ^{aA}	2,28 ^{aA}	0,00 ^{bB}	0,00 ^{bB}	
	224	1,89 ^{aA}	1,28 ^{bA}	0,00 ^{bB}	0,00 ^{bB}	
FI	0	13,21 ^{aB}	25,61 ^{aA}	7,90 ^{aB}	7,93 ^{aB}	40
	14	10,57 ^{aB}	18,54 ^{aA}	1,26 ^{bB}	2,75 ^{bB}	
	28	7,64 ^{aA}	5,87 ^{bA}	5,13 ^{aA}	0,00 ^{bA}	
	56	12,00 ^{aB}	28,13 ^{aA}	0,00 ^{bB}	12,45 ^{aB}	
	112	8,99 ^{aB}	20,69 ^{aA}	0,00 ^{bB}	0,00 ^{bB}	
	168	5,07 ^{aA}	11,99 ^{bA}	0,00 ^{bB}	0,08 ^{bB}	
	224	8,30 ^{aA}	6,68 ^{bA}	0,00 ^{bA}	12,41 ^{aA}	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas dentro da mesma coluna diferem entre si pelo teste Scott knott ($p < 0,05$). Médias seguidas de letras maiúsculas distintas dentro da mesma linha diferem entre si pelo teste Scott knott ($p < 0,05$).

Na perda de gases (Tabela 4), não houve diferença ($p > 0,05$) sobre tratamento dentro do período, e entre os tratamentos comparados.

Para perda de efluentes (Tabela 4) não houve efeito ($p > 0,05$) no tratamento SSMG entre os períodos analisados. Contudo, ocorreram maiores perdas de efluentes no tratamento SSMF nos períodos (28, 56 e 112 dias).

Quando avaliou-se as perdas entre os tratamentos houve diferença ($p < 0,05$) no tratamento SSMG. Menores valores foram encontrados quando comparados ao tratamento SSMF concordando com IGARASI (2002). Este autor afirmou que a redução do tamanho de partícula juntamente com maior grau de compactação pode acarretar aumento por perdas de efluentes.

Tabela 4 - Variáveis de pH; Perda de gases (PG%); Perda de efluentes (PE%) da silagem reidratada de milho moído fino (SSMF) e Silagem reidratada de milho moído grosso (SSMG).

Variáveis	Período (dias)	Tratamentos		CV (%)
		SSMF	SSMG	
pH	0	6,14 ^{aA}	6,18 ^{aA}	2,62
	14	4,26 ^{bA}	4,18 ^{cA}	
	28	4,27 ^{bA}	4,25 ^{cA}	
	56	4,20 ^{bA}	4,17 ^{cA}	
	112	4,37 ^{bA}	4,46 ^{bA}	
	168	4,27 ^{bA}	4,26 ^{cA}	
	224	4,43 ^{bA}	4,48 ^{bA}	
PG	14	3,24 ^{aA}	3,79 ^{aA}	34,59
	28	3,41 ^{aA}	3,64 ^{aA}	
	56	3,48 ^{aA}	4,72 ^{aA}	
	112	4,72 ^{aA}	5,96 ^{aA}	
	168	4,12 ^{aA}	5,27 ^{aA}	
	224	5,50 ^{aA}	5,34 ^{aA}	
PE	14	6,10 ^{bA}	7,71 ^{aA}	21,33
	28	9,30 ^{aA}	6,20 ^{aB}	
	56	9,45 ^{aA}	5,45 ^{aB}	
	112	9,30 ^{aA}	6,20 ^{aB}	
	168	6,20 ^{bA}	5,42 ^{aB}	
	224	6,20 ^{bA}	5,30 ^{aB}	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas dentro da mesma coluna diferem entre si pelo teste Scott knott ($p < 0,05$). Médias seguidas de letras maiúsculas distintas dentro da mesma linha diferem entre si pelo teste Scott knott ($p < 0,05$).

Foi observado efeito ($p < 0,05$) para os tratamentos SSMF e SSMG dentro dos períodos na proteína bruta, sendo que a partir do período com 14 dias do material ensilado apresentou-se um decréscimo (Tabela 5).

Houve diferença ($p < 0,05$), entre os tratamentos para proteína bruta, apenas no tempo 14, 168 e 224 dias, com menor teor de proteína encontrado no tratamento SSMG. Da mesma forma, HIBBERD et al. (1985) encontraram valores próximos de proteína bruta (10,8%) quando trabalharam com sorgo reidratados a 30%, e analisados por um período de 21 dias. Concordando com ZEOULA et al. (1999) de 9,05% e MOLINA et al. (2003) de 8,45%, que avaliaram silagens de sorgo.

Tabela 5 - Proteína bruta (PB) da silagem reidratada de sorgo moído fino (SSMF) e Silagem reidratada de sorgo moído grosso (SSMG).

Parâmetros	Período (dias)	Tratamentos		CV (%)
		SSMF	SSMG	
PB (%)	0	10,10 ^{aA}	9,93 ^{aA}	2,35
	14	8,91 ^{bA}	7,63 ^{cB}	
	28	9,16 ^{bA}	9,13 ^{bA}	
	56	9,37 ^{bA}	9,01 ^{bA}	
	112	9,56 ^{bA}	9,02 ^{bA}	
	168	9,65 ^{bA}	8,78 ^{bB}	
	224	9,78 ^{bA}	9,12 ^{bB}	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas dentro da mesma coluna diferem entre si pelo teste Scott knott ($p < 0,05$). Médias seguidas de letras maiúsculas distintas dentro da mesma linha diferem entre si pelo teste Scott knott ($p < 0,05$).

Na Figura 1, observa-se o efeito da degradabilidade *in vitro* com 48 horas de incubação nos tempos (dias) de ensilagem, nota-se que os tratamentos SSMF e SSMG foram favorecidos com o tipo de processamento realizado, apresentando maior degradabilidade devido ao maior tempo de ensilagem.

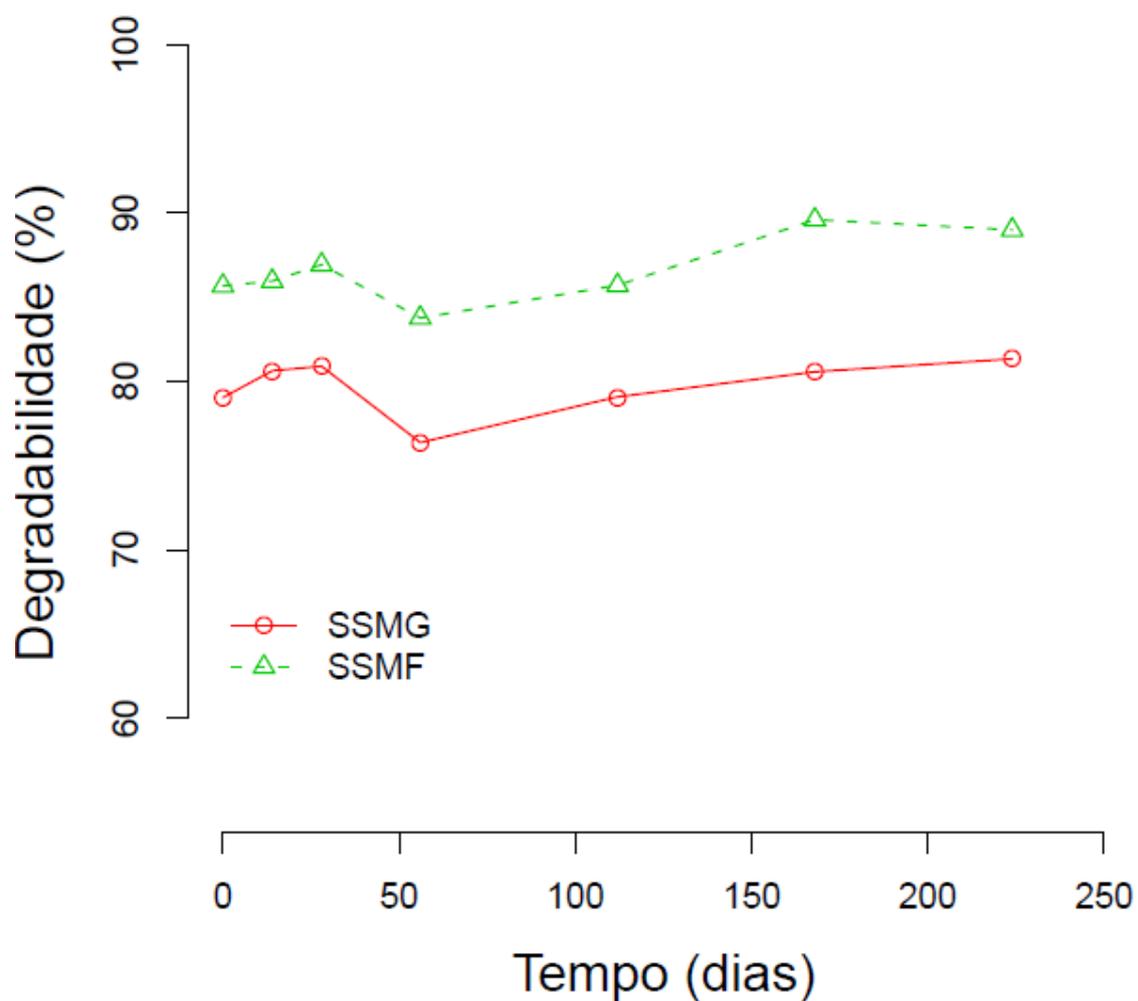


Figura 1 - Degradabilidade *in vitro* na matéria natural dos processamentos reidratados de sorgo fino e grosso nos respectivos períodos de ensilagem (0, 14, 28, 56, 112, 168, 224).

4 CONCLUSÃO

A degradabilidade das silagens de grãos reidratados foi superior. De modo geral, a SSMF apresentou valores de degradabilidade mais elevados.

Para a inclusão destas silagens em dietas com taxa de passagem lenta, recomenda-se a abertura do silo a partir de 14 dias para SSMG. No entanto, em dietas com taxas de passagens intermediária e rápida é recomendável a abertura do silo a partir de 168 dias para SSMF e 14 dias para SSMG.

5 REFERÊNCIAS

ANKOM TECHNOLOGY – 08/05, ***In vitro* true digestibility using the Daisyll incubator** [on line]. Disponível em <http://www.ankom.com>. Acesso em 02 de janeiro de 2011.

ANTUNES, R.C.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; BORGES, I.; BORGES, A.L.C.C.; SALIBA, E.O.S. Composição bromatológica e parâmetros físicos de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.59, n.5, p.1351-1354, 2007.

ANTUNES, R.C.; RODRIGUEZ, N.M.; SALIBA, E.O.S. Metabolismo dos carboidratos não estruturais. In: **Nutrição de Ruminantes**, 2.ed. São Paulo: Jaboticabal, 2011. Cap.8, p.239-260.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analyses**. 15.ed. Arlington: 1990. v.1, 1117p.

BACH KNUDSEN, K.E. Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.67, p. 319-338, 1997.

BENTON, J.R.; KLOPFENSTEIN, T.J.; ERICKSON, G.E. Effects of corn moisture and length of ensiling on dry matter digestibility and rumen degradable protein. **Nebraska Beef Cattle Report** (File MP83-A, Institute of Agriculture and Natural Resources, 2009.

BERTIPAGLIA, L. M. A.; ALCALDE, C. R.; SIQUEIRA, G. B.; MELO, G. M. P.; ANDRADE, P. Degradação in situ da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro de silagens de milho e do resíduo da extração do suco de maracujá. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.22, n.3, p.765-769, 2000.

CAMPOS, W. E.; SATURNINO, H. M.; SOUSA, B. M.; BORGES, I.; GONÇALVES, L. C.; FERREIRA, P. M.; CARVALHO, A. U. Degrabilidade in situ da silagem de quatro genótipos de sorgo com e sem tanino. II -Fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, hemicelulose e celulose. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.55, n.2, p.450-453, 2003.

CARMO, C. A.; BERCHIELLI, T. T.; ANDRADE, P.; ZEOLA, N. M. B. L. Degrabilidade da Matéria Seca e Fibra em Detergente Neutro da Cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) com diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n6S, p.2126-2133, 2001.

DENARDIN, C. C. **Influência do teor de amilose e beneficiamento do arroz na resposta biológica de ratos**. Santa Maria, 2008. 162 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria.

FERNANDES, E. A.; FAGUNDES, N. S. Efeito do sorgo na performance, característica da carcaça de desenvolvimento da mucosa intestinal em frangos de corte. **Conferência FACTA**, p.209-228, 2011.

GONCALVES, FERNANDES, M. B; SACCAL, A. G. Alimentação animal com resíduo de arroz. **Revista Atualizada**, Brasília: Embrapa – SPI, p. 70, 1997.

HIBBERD, C.A.; WAGNER, D.G.; HINTZ, R.L.; GRIFFIN D.D. Extent of Starch and Protein Digestion in Steers Effect of Sorghum Grain Variety and Reconstitution on Site and. **Journal of Animal Science**, v.61, p.702-712, 1985.

HUCK, G. L.; KREIKEMEIER, K. K.; BOLSEN, K. K. Effect of reconstituting field-dried and early-harvested sorghum grain on the ensiling characteristics of the grain and on growth performance and carcass merit of feedlot heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, p.1074-1081, 1999.

IGARASI, M. S. **Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (*Panicum Maximum Jacq. Cv. Tanzânia*) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partículas, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano**. Piracicaba, 2002. 152 p. Dissertação de (mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

IGARASI, M. S.; ARRIGONI, M. B.; SOUZA, A. A.; SILVEIRA, A. C.; MARTINS, C. L.; OLIVEIRA, H. N. Desempenho de bovinos jovens alimentados com dietas contendo grãoúmido de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n.03, p. 513-519, 2008.

JOBIM, C. C.; FERREIRA, G. A.; JUNIOR, V. H. B.; JUNIOR, M. C.; SANTOS, G. T. Cinética de degradação ruminal dos fenos de alfafa e Tifton-85 e da silagem de milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 747-758, 2011.

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade de forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, p.101-119, 2007, Suplemento especial.

JOHNSON, L. M.; HARRISON, J. H.; DAVIDSON, D.; ROBUTTI, J. L.; SWIFT, M.; MAHANNA, W. C.; SHINNERS, K. Corn silage management I: Effects of hybrid, maturity, and mechanical processing on chemical and physical characteristics. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, n.04, p. 833-853, 2002.

JÚNIOR, F. M.; SANCHEZ, L. M. B.; PASCOAL, L. L.; OLIVEIRA, M. V. M.; HAYGERT, I, M. P.; FRIZZO, A.; MONTAGNER, D. Desempenho de Bezerros de Corte Alimentados com Diferentes Fontes Protéicas Associadas à Silagem de Sorgo Colhida em Duas Alturas de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.03, p.690-698, 2003.

LINO, F. A.; PEREIRA, M. L. R.; BENTO, E. A.; MELO, A. H. F.; FERNANDES, J. J. R.; MIYAGI, E. S.; ARNHOLD, E. Tecido não tecido como alternativa de substituição aos sacos da Ankom® na determinação da digestibilidade in vitro. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, XXI, 2011, Maceió. **Anais eletrônicos...** [CD-Rom], Maceió: UFAL, 2011.

LYKOS, T.; G. A. VARGA. Effects of processing method on degradation characteristics of protein and carbohydrate sources in situ. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.78, p.1789–1801, 1995.

MAGALHÃES, R. T.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; BORGES, I.; RODRIGUES, N. M.; SALIBA, E. O. S.; BORGES, A. L. C. C.; ARAÚJO, V. L. Estimativas da degradabilidade ruminal de quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) utilizando a técnica in situ. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 27, n. 4, p. 483-490, 2005.

MOLINA, L. R.; RODRIGUEZ, N. M.; SOUSA, B. M.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, I. Parâmetros de Degradabilidade Potencial da Matéria Seca e da Proteína Bruta das Silagens de Seis Genótipos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), com e sem Tanino no Grão, Avaliados pela Técnica in Situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.1, p.222-228, 2003.

MOLINA, L.R.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, M. N.; RODRIGUES, J. R. S.; FERREIRA, J. J. NETO, A. G. Degradabilidade in Situ da matéria seca e da proteína bruta as silagens de seis genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 148-156, 2002.

MUCK, R. E.; HOLMES, B. J. Factores affecting bunker silo densities. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v.16, p.613-619, 2000.

ØRSKOV, E.R.; HOVELL, F.D.; MOULD, F. Uso de la tecnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos. **Producción Animal Tropical**, Santo Domingo, n. 5, p. 213, 1980.

ØRSKOV, E.R.; MCDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agriculture Science**, Cambridge, v. 92, p. 499-453, 1979.

PASSINI, R.; RODRIGUES, P. H. M.; CASTRO, A. L.; SILVEIRA, A. C.. Parâmetros de fermentação ruminal em bovinos alimentados com grãos de milho ou sorgo de alta umidade ensilados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.5, p.1266-1274, 2003.

PEREIRA, M.L.R.; LINO, F.A.; MELO, A.U.F.; NETO, M.D.F.; LIMA, D.A.; FERNANDES, J.J.R; ARNHOLD, E. Degradabilidade de grão reconstituído de milho e sorgo ensilados com diferentes granulometrias. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, XXI, 2011, Maceió. **Anais eletrônicos...** [CD-Rom], Maceió: UFAL, 2011.

RESENDE, J.A.; PEREIRA, M.N.; PINHO, R.G.V.; FONSECA, A.H.; SILVA, A.R.P. Ruminant silage degradability and productivity of forage and grain-type sorghum cultivars. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.3, p.457-463, 2003.

ROSA, B. 1º Curso sobre **planejamento na produção e uso de silagens**. (Material preparado exclusivamente para o evento. Circulação somente interna). 2011. 22 f. Escola de Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

SENGER, C. C. D.; MÜHLBACH, P. R. F.; SÁNCHEZ, L. M. B. NETTO, D. P.; LIMA, L. D. Composição química e digestibilidade 'in vitro' de silagens de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1393-1399, 2005.

SILVA, M. A. A.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I.; PAIANO, D.; JOBIM, C.C.; BARCELLOS, L.C.G. Avaliação nutricional do milho com maior teor de óleo, nas formas de grãos secos e silagens, para suínos nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.3, p.830-839, 2006.

STERN, M.D.; BACH, A.; CALSAMIGLIA, S. Alternative techniques for measuring nutrient digestion in ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.75, p.2256-2276, 1997.

The R Development Core Team. R: A Language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2010. 1706p. Disponível em: <<http://cran.r-project.org/doc/manuals/refman.pdf>>. Acesso em: 03 de março de 2011.

ZEOULA, L. M.; MARTINS, A. S. M.; PRADO, I. N.; REGINA, C.; BRANCO, A. A. F.; SANTOS, G. T. S.; Solubilidade e Degradabilidade Ruminant do Amido de Diferentes Alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.5, p.898-905, 1999.

CAPÍTULO 4- CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de grãos de milho e sorgo em rações para bovinos é consagrada e, nos últimos anos, o uso de grãos vem ganhando destaque na formulação de rações como importante ingrediente energético principalmente na época de estiagem, quando a qualidade das forragens ocorre um decréscimo, podendo afetar na produção animal.

Para melhor aproveitamento da fonte de energia destes grãos, é importante conhecer seus componentes químicos e físicos, pois são responsáveis por efeitos na digestibilidade dos nutrientes e no desempenho de bovinos, acarretando na eficiência nos sistemas de produção, obtendo produtos de menor qualidade.

Sendo assim, processar estes alimentos é umas das técnicas utilizadas, apresentando grandes benefícios, pois melhora a eficiência de utilização de nutrientes dos alimentos pelos microrganismos ruminais e pelo trato digestório total.

Todavia, são escassos os trabalhos com processamento de grãos de milho e sorgo reconstituídos e ensilados, portanto são imprescindíveis novos estudos a fim de estabelecer os parâmetros de reconstituição, como também os efeitos dos grãos processados sobre as características da degradabilidade *in vivo*, e custos de produção.