

Utilização de sorgo como alternativa na produção de silagem

Using sorghum as an alternative in the production of silage

Lais Martinkoski¹, Gabriel F. Vogel^{2*}

Resumo – A presente revisão tem o objetivo relatar as pesquisas referentes à utilização de silagem de sorgo, bem como descrever seu processo de formação, características bromatológicas, benefícios e fatores que afetam a qualidade da silagem. Apresentando uma equivalência de 70 a 95% em relação à silagem de milho, a silagem de sorgo pode ser uma alternativa, desde que manejada em condições adequadas. O processo de ensilagem pode ser descrito em quatro fases, sendo estas: fase aeróbica, fase de fermentação ativa, fase de estabilidade e fase de descarga, estas fases podem ser afetadas por fatores como a altura do corte, idade de corte, aditivo utilizado, matéria seca, tamanho da partícula, teores de carboidratos solúveis, adubação utilizada e teores de taninos nos grãos, alterando a qualidade da silagem. Recomenda-se realizar a ensilagem quando as plantas atingirem 28% a 35% da matéria seca, com grãos estão no estágio pastoso-farináceo e partículas de 0,5 a 2,0 cm, pois tais características favorecem a disponibilidade de carboidratos solúveis e melhoram a compactação. Os aditivos apresentam a finalidade de melhorar a qualidade da silagem, entretanto, sua utilização deve respeitar fatores como a disponibilidade na aquisição do produto e facilidade no manejo. Sempre que possível, deve-se utilizar variedades de sorgo com baixos teores ou ausência de tanino para confecção de silagem, devido à diminuição da digestibilidade devido a este composto.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor* (L.) Moench, fermentação, aditivo, qualidade da silagem

Abstract - The present review aims to report research concerning the use of sorghum silage, and to describe the formation process, qualitative characteristics, benefits and factors affecting silage quality. Introducing an equivalence 70-95% compared to corn silage, sorghum silage can be an alternative, since it is handled in suitable conditions. The ensiling process can be described in four phases, which are: aerobic phase, active fermentation phase, phase stability and discharge phase, these phases can be affected by factors such as the cutting height, cutting age, additive used, dry matter, particle size, concentration of soluble carbohydrates, fertilizer used and tannin levels in grains, changing the quality of the silage. It is recommended to make silage when plants reached 28% to 35% of dry matter and grain are in the stadium and pasty dough - particles from 0.5 to 2.0 cm, as these characteristics favor the availability of soluble carbohydrates and improve compacting. The additives present the purpose of improving the quality of silage, however, their use must comply with factors such as the availability of the product in the acquisition and ease in handling. Whenever possible, you should use sorghum varieties with low levels or absence of tannin for making silage, due to decreased digestibility due to this compound.

Key-words: *Sorghum bicolor* (L.) Moench, fermentation, additive, silage quality

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 01/12/2013; aprovado em 30/12/2013

¹Mestranda em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná – UNICENTRO, Guarapuava, PR. CEP: 85015-430. E-mail: martinkoskilais@hotmail.com

²Departamento de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, Laranjeiras do Sul, PR. CEP: 85303-820. E-mail: gf-vogel@bol.com.br;

INTRODUÇÃO

A utilização de silagem na alimentação animal vem sendo amplamente utilizada, de forma que esta pode contribuir elevando o potencial produtivo do animal, e consequentemente, aumentando a rentabilidade dos sistemas produtivos (LOURENÇO JÚNIOR et al., 2004). Atualmente, o estudo comparativo da produção e qualidade de silagens de diferentes espécies de forrageiras é realizado com o propósito de promover o conhecimento do potencial destas, deste modo, é utilizado para obter de elevados níveis de produção de matéria seca com bons índices nutricionais a custos mais baixos (AVELINO, 2008).

O sorgo, no contexto da agropecuária brasileira, é uma cultura que vem se destacando. Segundo dados da Conab (2014) o Brasil apresentou produção de 2.228.000 toneladas deste grão na safra de 2013/14, com uma produtividade média de 2.770 kg/ha. Entretanto, esta poácea se destaca por apresentar um grande potencial energético, alta digestibilidade, elevada produtividade e adaptação em locais com clima seco e quente, nos quais, os cultivos de outras espécies são prejudicados (MONTAGNER et al. 2005).

Dentre as vantagens relatadas na literatura, o sorgo é citado por apresentar menor custo de produção em relação ao milho, no entanto, seu valor comercial é taxado como sendo 80% em relação ao preço do milho, o que se torna viável devido a sua maior rusticidade na produção (DUARTE, 2003). Além disso, este autor destaca que esta planta pode substituir parcialmente o milho nas rações para aves e suínos e servir como base na alimentação de ruminantes, bem como ser substituto de outros cereais como o trigo e farelo de arroz.

Visando a alta produção e qualidade ótima da ensilagem de sorgo, é necessário que esta planta seja conduzida em ambientes e ou condições favoráveis, devendo-se estar atentos a fatores como época de plantio, espaçamento, tratamentos culturais, colheita e armazenamento (DIAS et al. 2001; NEUMANN et al. 2002). Deste modo, o presente trabalho tem o objetivo fazer uma revisão de literatura sobre os aspectos da produção de silagem de sorgo.

Características da planta e finalidades

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é uma poácea, pertencente ao gênero *Sorghum*, originária da região centro-leste da África e sul da Ásia, esta espécie foi introduzida no Brasil durante o século XX, quando o setor privado entrou no agronegócio do sorgo (COSTA et al., 2004; TEIXEIRA e TEIXEIRA, 2004). Trata-se de uma planta autógama, com indução de florescimento por dias curtos com baixa taxa de fecundidade, apresenta ainda e metabolismo C4, o que determina sua elevada fixação de carbono (PAUL, 1990). Dentre os materiais genéticos disponíveis no mercado, a maioria requer temperaturas médias superiores a 21°C durante o ciclo para apresentar

bom desenvolvimento, desta forma, no Brasil as regiões Centro-Oeste e Nordeste apresentam a maior produção e extensão de área plantada desta cultura (MAGALHÃES et al., 2000; CONAB, 2014).

Agronomicamente os sorgos podem ser classificados para várias finalidades, dentre elas destaca-se a produção de grãos ou sorgo granífero, e o sorgo forrageiro. O sorgo granífero apresenta porte baixo, sendo geralmente inferior a 1,6 m, elevada produção de grãos e panículas, sendo ainda adaptados à colheita mecânica. O sorgo forrageiro caracteriza-se por apresentar alto porte de planta, em média superior a 2 m de altura, e ainda por apresentar diferentes finalidades, a exemplo do sorgo sacariano o qual apresenta baixa produção de grãos e elevadas concentrações de açúcares redutores, além do sorgo duplo propósito, o qual se apresenta como uma boa alternativa para fabricação de silagem, pois apresentam boa produção de grãos elevando o valor nutricional desta planta ensilada, ocorre ainda o sorgo tipo vassoura, o qual é utilizado basicamente para produção de vassoura e em alguns casos para pastejo, mas especialmente para corte e fenação (MIRANDA e PEREIRA, 2001; RODRIGUES e SILVA, 2011; RODRIGUES et al., 2012).

O ciclo desta cultura varia conforme a cultivar, podendo este variar entre precoce (100 dias) a ciclos longos (150 dias) (MAGALHÃES et al., 2012). Segundo Magalhães e Durães (2003), o crescimento do sorgo pode ser caracterizado por três etapas, sendo estas: estágio de crescimento 1 (EC1), o qual vai do plantio até a iniciação da panícula; estágio de crescimento 2 (EC2), que compreende a iniciação da panícula até o florescimento; e o estágio de crescimento 2, que vai da floração à maturação fisiológica.

A produção desta cultura pode variar de acordo com o propósito e com a cultivar utilizada, bem como o manejo aplicado. A utilização de híbridos de duplo propósito tende a produzir silagem de alta qualidade, com produção de 45000 a 50000 kg ha⁻¹ de massa verde no primeiro corte visando silagem e 4 a 5 kg ha⁻¹ de grãos visando produção de grãos. O sorgo granífero apresenta baixa produção de massa verde quando comparado ao sorgo duplo propósito, apresentando valores abaixo de 30000 kg ha⁻¹. Entretanto, a produção de grãos supera os 8000 kg ha⁻¹ de grãos secos. O sorgo forrageiro tradicional, específico para pastejo, corte e fenação apresenta a maior produção de massa verde, sendo que os híbridos desta variedade podem atingir de 50000 a 70000 kg ha⁻¹ de massa verde. No entanto, a qualidade desta silagem é inferior, pois apresenta pouca produção de grãos (MIRANDA e PEREIRA, 2001).

Composição bromatológica da planta

Segundo autores como Gonçalves e Borges (1997) e Demarchi et al. (1995), quanto ao sorgo utilizado na alimentação animal, esta planta possui em média 75%, podendo chegar a 95% do valor nutritivo em relação ao milho, apresentando menor percentual de óleo e maior

teor de proteína bruta (PB) superior de 1 a 2% em relação ao milho. Entretanto, vários fatores podem afetar as características bromatológicas do sorgo, como genótipo,

adubação, época de corte e idade da planta. Na Tabela 1 são descritos alguns parâmetros referente às características bromatológicas.

Tabela 1. Composição bromatológica em porcentagem para determinados híbridos para fins de silagem.

Híbridos	Parâmetros			
	MS	PB	FDN	FDA
BRS 610	22,86 c*	6,97 b	50,28 ab	41,48 a
CMSXS 762	27,71 b	7,78 a	48,45 b	40,06 a
BR 506	24,82 c	4,85 c	37,29 c	38,75 a
BR 700	31,51 a	7,34 ab	53,05 a	33,82 b

*As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente

Fonte: Adaptado por Filho et al. (2006).

A idade da planta no momento da colheita pode influenciar diretamente nas características bromatológicas desta forrageira. Conforme o aumento da idade do corte, observa-se uma diminuição nos valores de PB e aumento da MS. Quanto aos teores da fração fibrosa desta planta, vale salientar que este pode sofrer alterações conforme a idade do corte da planta, podendo aumentar conforme a idade. Este aspecto deve ser levado em conta, pois os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) dos alimentos influenciam diretamente no consumo e na digestibilidade destes (FILHO et al., 2010).

Machado et al. (2009) trabalhando com três idades de corte (leitoso; pastoso e farináceo), observa diferentes comportamentos na folha, colmo e panícula conforme o avanço do estágio de maturação. Na folha e no colmo tende a haver uma diminuição dos valores de matéria verde, enquanto na panícula ocorre um acréscimo à medida que o estágio de maturação avança. Tal fato ocorre devido principalmente à intensa translocação dos nutrientes das partes vegetativas para os grãos.

A adubação influi diretamente sobre as características bromatológicas de sorgo. Os valores de PB e MS tendem a aumentar com a dose de nitrogênio aplicado. Filho et al. (2006) e Macedo et al. (2012) relatam que as doses de 75 kg ha⁻¹ a 150 kg ha⁻¹ de N em cobertura, apresentam as maiores porcentagens de MS. Ainda segundo estes autores, conforme ocorre o aumento das doses de N, há um aumento linear sobre os teores de PB, sendo que, o maior teor de PB foi de 6,23%, o qual foi encontrado na dose de 200 kg ha⁻¹ de N. No entanto, doses elevadas podem promover a redução no desempenho da planta como o acamamento, e deste modo, reduzir os valores para estes fatores, apesar disso, vale destacar que nestes trabalhos o aumento na dose de N não alterou os valores de FDN e FDA.

Quanto ao genótipo, os valores de massa seca e proteína bruta, podem variar de acordo com o híbrido estudado. Anunciação Filho et al. (2004) avaliando 51

genótipos de sorgo forrageiro, descreve que os híbridos apresentam variação, produzindo de 4000 kg ha⁻¹ a 13 kg ha⁻¹ de massa seca. Quanto aos valores de proteína bruta, o mesmo autor relata que os valores podem variar entre 3% e 15% de PB.

Idade de corte

Avaliando o momento ideal do corte para início no processo de silagem, trabalhos demonstram que a produção de matéria seca, proteína e ácidos orgânicos varia conforme o estágio de desenvolvimento da planta. A matéria seca é um fator determinante para a fermentação da massa forrageira ensilada, pois pode elevar proporcionalmente a quantidade de nutrientes disponíveis (MELLO, 2004). Preferencialmente, a ensilagem de sorgo deve ser feita quando as plantas atingirem 28% a 35% da matéria seca, na qual os grãos estão no estágio de desenvolvimento pastoso-farináceo (OLIVEIRA e VILELA, 2001). Quanto ao acúmulo de matéria seca pela planta, o aumento destes valores de ocorrem gradativamente com o avanço no estágio de maturação. Araújo et al. (2007) demonstram que este aumento ocorreu do estágio de grão leitoso ao estágio de grão pastoso para os híbridos BR 700 e BR701, havendo o estabelecimento dos valores a partir daí.

Quanto às partes constituintes da planta de sorgo, a panícula apresenta os maiores teores de massa seca da planta, correspondendo a 50% quando comparado a outros componentes, tais como a folha e o colmo (NEUMANN et al., 2002). Esses dados colaboram com Flaresso et al. (2000), no qual relata que a panícula, além de representar grande parte da matéria seca, apresenta elevado valor nutricional devido à sua composição rica em carboidratos não estruturais nos grãos. Deste modo, a confecção de silagem com elevado porcentagem de panícula tende a elevar os valores nutricionais da silagem. Cabral et al. (2003) descrevem que o aumento da panícula promove um aumento de carboidratos não fibrosos, conseqüentemente,

gerando uma melhoria no seu valor nutricional.

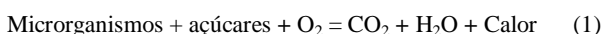
Fases da ensilagem

Chama-se ensilagem o processo de cortar a forragem, colocá-la no silo, compactá-la e protegê-la com a vedação do silo para que haja a fermentação. A ensilagem consiste em preservar o alimento, sem alterar na sua qualidade, mantendo as características próximas do material original (ROCHA JÚNIOR et al., 2000). É o resultado da fermentação anaeróbica de plantas forrageiras devido à ação de bactérias, as quais convertem açúcares em ácidos orgânicos e reduzem o pH. A fermentação pode, se realizada a ensilagem indevidamente, provocar alterações na composição dos valores nitrogenados, reduzir os teores de proteína bruta e aumentar a quantidade de aminoácidos livres (OSHIMA e McDONALD, 1978).

De acordo com Ribas (2003), a produção de grãos de sorgo é em maior parte integrada a empresas produtoras de ração. Como forrageira, está poácea é amplamente utilizada na alimentação de ruminantes em sistemas de pastejo e produção de silagem. No que se refere à produção de silagem, o sorgo destaca-se por apresentar elevado potencial de produção em regiões sujeitas a estresse hídrico, demonstrando ser boa fonte de energia na alimentação de ruminantes, sendo ainda de utilização versátil, apresentando boa adequação durante a mecanização, e principalmente, valor nutritivo elevado.

Pereira e Reis (2001) descrevem que para o processo de ensilagem, o ideal é que a forragem apresente teores de MS variando entre 35 a 45%, sendo que em valores de MS mais elevados como entre 40 a 45%, há a necessidade de que a forragem seja picada em partículas menores a fim que ocorra melhor compactação do material.

Em geral, as fases do processo de formação podem ser descritas como: fase aeróbica, fase de fermentação ativa, fase de estabilidade e fase de descarga (SANTOS e ZANINE, 2006). A fase aeróbica (Fase I) ocorre durante o período de enchimento do silo e se estende até poucas horas após fechamento do mesmo. Esta fase apresenta elevada concentração de O₂, na qual ocorre o crescimento de microrganismos aeróbicos como fungos, leveduras e algumas bactérias. O processo respiratório da planta está associado com a atuação dos microrganismos, promovendo a redução de O₂ dando início a fase II, conforme descrito na Equação 1 (SANTOS e ZANINE, 2006; KERA, 2012).



Durante esta fase, para ocorrer um ambiente propício ao crescimento de microrganismos produtores de

ácido láctico, é necessário apresentar uma temperatura entre 27°C a 38°C. Caso haja excesso de oxigênio oriundo de falhas na compactação e vedação, poderá ocorrer a reação de Mayllard, na qual ocorre a indução da maior respiração e elevação da temperatura, podendo ultrapassar 44°C, e deste modo, há um aumento nos danos às proteínas da forragem, reduzindo a digestibilidade e o valor nutritivo da forragem ensilada (RODRIGUEZ et al., 1999; RODRIGUES et al., 2005).

A fase de fermentação ativa (fase II) é caracterizada por apresentar queda acentuada no pH da silagem, prolongando-se até que o pH caia para valores abaixo de 5. É ocasionada pela formação de ácidos orgânicos a partir de açúcares e promovida inicialmente por bactérias enterobacérias e heterofermentativas. Nas fases finais, predominam as bactérias homofermentativas (SANTOS e ZANINE, 2006). Nesta fase, ocorre a formação de ácidos por microrganismos anaeróbicos utilizando carboidratos solúveis da forrageira como substrato. Há formação de ácidos acéticos e ácido láctico em grande quantidade, sendo que este último irá conferir conservação à silagem (AVELINO, 2008).

Na fase de estabilidade (fase III), o pH ácido da silagem e as condições de anaerobiose preservam a silagem por tempo indeterminado até que ocorra a abertura do silo. O pH próximo de 4 inibe as bactérias lácticas, estabilizando a produção deste ácido (SANTOS e ZANINE, 2006).

O processo de silagem finaliza na fase de descarga (fase IV). Durante esta etapa, ocorre a abertura do silo e conseqüentemente a exposição do material a elevadas concentrações de O₂. Sob estas condições, há o retorno à aerobiose (estabilidade aeróbica), promovendo o crescimento das bactérias e fungos, na qual degradam o material ensilado (SANTOS e ZANINE, 2006; AVELINO, 2008).

Segundo Ohmomo et al. (2002), para que uma silagem seja considerada de bom valor nutricional é necessário que esta apresente bom conteúdo de matéria seca (35-40%), elevado conteúdo de açúcar no material (maior que 2%), alta densidade e rápido fechamento do silo, temperatura adequada de estocagem (abaixo de 25°C) e presença de bactérias ácido lácticas homofermentativas.

Composição bromatológica da silagem

O ácido butírico, ácido láctico, N-amoniaco, carboidratos residuais e o pH e das relações ácido láctico/ácido acético, entre outros, são características essenciais na avaliação dos padrões de fermentação de uma silagem (BORGES et al., 1998). Os parâmetros utilizados para classificação da qualidade das silagens são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros utilizados para classificação das silagens

Parâmetros	Muito Boa	Boa	Média	Ruim
MS (%)	35,0- 30,0	30,0- 25,0	25,0- 20,0	< 20,0
pH	< 3,8	3,8- 4,2	4,2- 4,6	> 4,6
N-NH ₃ ² (%NT)	< 10,0	10,0- 15,0	15,0- 20,0	> 20,0
DIVMS (%)	> 65,0	65,0- 55,0	55,0- 40,0	< 40,0
Ac. Lát. (mg%)	> 5,0	3,0- 5,0	2,0- 3,0	< 2,0
Ac. Ac. (mg%)	< 2,0	2,0- 2,5	> 2,5	---
Ac. But.(mg%)	< 0,1	0,1- 0,2	0,2- 0,4	> 0,4

Fonte: Adaptado de Rodrigues (2014)

Deve ser ressaltado que, alguns fatores realizados no processo de condução da cultura podem afetar a qualidade e a composição bromatológica da silagem.

Fatores que afetam a qualidade da silagem

Dentre os fatores que afetam a qualidade de silagem de sorgo estão associadas às práticas de manejo, colheita e armazenamento, a diferença entre os genótipos, a composição química e o estágio de maturação da planta, o tempo de exposição do ar antes e após a ensilagem, fatores ligados a compactação, dentre outros, estes, afetam o processo de fermentação, conseqüentemente, a qualidade do material ensilado (SANTOS et al., 2010; VELHO et al., 2007; VILELA et al., 2008).

Um fator inicial determinante na qualidade da silagem refere-se à altura do corte do sorgo, sendo que a elevação da altura de corte das plantas permite elevada participação de grãos na massa ensilada, proporcionando redução nos valores de FDN e FDA da silagem (VON PINHO et al., 2006). Rastle et al. (2002) avaliando a qualidade da silagem sob dois tipos de corte, a 14 cm (baixo) e 45 cm (alto), relatam que o corte alto proporciona menor teor de FDN e maior digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica. Além disso, o mesmo autor ressalva que os animais que tiveram acesso a silagem de sorgo colhida a 45 cm de altura, apresentaram melhor eficiência na transformação da MS em ganho de peso quando comparado a silagem de corte baixo.

Um dos fatores que afetam a fermentação refere-se ao tamanho da partícula, pois a redução do tamanho desta promove uma melhor compactação, redução na fermentação butirica e queda rápida do pH do material, e conseqüentemente, menor perda do material ensilado (SANTOS et al., 2010). Segundo Lima (2008) recomenda-se utilizar partículas de 0,5 a 2,0 cm, pois há um favorecimento na disponibilidade de carboidratos solúveis, deste modo, estimulando o crescimento de bactérias lácticas. Neumann et al. (2007) relatam que o tamanho da partícula não apresenta efeito nos valores médios de MS, PB, FDN, pH e N-NH₃/NT da silagem. Entretanto, as menores partículas promovem eficiência na compactação do material vegetal, permitindo melhor

desempenho fermentação anaeróbica, favorecida pela ausência ou maior diminuição do oxigênio.

O uso de aditivos é outro fator que afeta a qualidade da silagem. O aditivo é um produto que pode ser adicionado às forragens ensiladas com o propósito de melhorar a fermentação e reduzir as perdas do material (NEUMANN et al., 2010). Eles podem ser classificados como químicos inibidores e estimuladores da fermentação. Os aditivos químicos inibidores (preservadores) são substâncias que possuem a função de controlar as reações químicas e biológicas da silagem, nos quais auxiliam na redução de pH, diminuição do crescimento de microrganismos aeróbicos, incremento nos teores protéicos, dentre outros benefícios (SANTOS et al., 2010). Segundo Neumann et al. (2010), dentre os principais aditivos químicos inibidores disponíveis no mercado, destacam-se a uréia (CH₄N₂O) e o carbonato de cálcio (CaCO₃), além de outros como hidróxido de sódio (NaOH), o benzoato de sódio (C₆H₅COONa), o pirissulfito de sódio (NaS₂O₅), o ácido fórmico (CH₂O₂), o formol (HCO₂).

A adição de uréia se desponta como uma alternativa a fim de incrementar o valor protéico da silagem, uma vez que o sorgo apresenta baixos valores protéicos quando ensilado com MS entre 30% a 35% (NEUMANN et al., 2010). Dentre seus principais benefícios destacam-se o baixo custo de unidade por proteína, sendo este de 42 a 45% de N, e o controle sobre a população microbiana maléfica (FREITAS et al., 2002). Segundo Reis et al. (1990) a utilização de uréia como aditivo promove a geração de amônia (NH₃), a qual reage com a água presente no meio, gerando hidróxido de amônio (NH₄OH), promovendo a diminuição do pH e agindo sobre microrganismos indesejáveis, solubilizando ainda os componentes da parede celular, principalmente a hemicelulose, o que favorece a redução do FDN do material, e contribui positivamente para a digestibilidade dos nutrientes da silagem.

Pereira et al. (2007) e Fernandes et al. (2009) descrevem que o uso da uréia como aditivo melhora o valor nutritivo da silagem de sorgo, elevando os teores médios de pH, promovendo redução nos teores de

nitrogênio amoniacal e nitrogênio total e ainda gerando a elevação nos teores de PB desta forrageira. Vieira et al. (2004) relatam que a adição de uréia (5 kg para cada 1000 kg MV) na silagem de sorgo, proporcionou elevação no teor de proteína bruta de 40% em média quando comparado à testemunha.

Vale ressaltar que em todos os estudos descritos, o uso de uréia não interferiu no processo de fermentação da silagem. Em relação às doses de uréia, Neumann et al. (2010) recomenda a aplicação de 5 a 10 kg desta para cada tonelada de massa fresca, sendo necessário uma distribuição uniforme durante a aplicação. Entretanto, apesar da uréia promover aumento nos compostos nitrogenados e favorecer o desenvolvimento dos microrganismos ruminais o mesmo autor relata a necessidade de que estes animais sejam gradativamente adaptados a silagem tratadas com uréia, a fim de evitar problemas com intoxicação.

A utilização de carbonato de cálcio vem sendo estudada com o propósito de melhorar a qualidade da silagem de sorgo, bem como promover o controle da fermentação, servindo ainda como fonte de cálcio para silagens oriundas de plantas com deficiência deste elemento (PORTO et al., 2006; PEREIRA et al., 2007). Dentre os efeitos da utilização de CaCO_3 , o uso deste

elemento melhora a palatabilidade do volumoso, além de favorecer a produção de ácido láctico, essencial no processo de fermentação. No entanto, devido à diminuição do pH e elevação nos teores de nitrogênio amoniacal, ocorre um certo não favorecimento na sua utilização (VIEIRA et al., 2004; PEREIRA et al., 2007). Neumann et al. (2010) recomenda utilizar 5 a 10 kg por tonelada de forragem fresca, sendo necessário distribuir de maneira uniforme a fim de otimizar a reação química.

Quanto aos aditivos estimuladores da fermentação, estes têm sido uma das categorias mais estudadas. Teoricamente, estes melhoram o processo e as características fermentativas, além de acelerar a acidificação do material ensilado, isto é, produzem 2 mols de ácido láctico pela fermentação de 1 mol de glicose, ocorrendo perdas ínfimas de MS. Deste modo, com a alteração do meio, os microrganismos responsáveis pela fermentação secundária são inibidos, proporcionando maior recuperação de energia. Estes aditivos são muito utilizados em forrageiras com problemas fermentativos e algumas fabáceas, podendo apresentar algumas modificações benéficas sobre as variáveis massa seca e FDN, conforme descrito na Tabela 3 (KUNG et al. 2003 *apud* SILVA, 2013; GRISE et al., 2006).

Tabela 3. Teores de pH, matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) da silagem de sorgo usando doses aditivo microbiano.

Parâmetros	Sem Aditivo	50% da dose recomendada	Dose recomendada	50% superior a dose
pH	3,89	3,87	3,87	3,83
MS (%)	19,8b*	23,7a	22,6a	21,7a
PB (%)	8,05	7,83	7,50	8,33
FDN (%)	68,88	66,43	71,08	68,20
FDA (%)	44,95	44,30	45,78	44,05

*Letras diferentes, nas linhas, diferem entre si $P < 0,05$, pelo teste de Duncan.

Fonte: GRISE et al. (2006)

Vale destacar que a escolha de um aditivo para ser utilizado na silagem deve respeitar alguns fatores importantes, como por exemplo, a disponibilidade na aquisição do produto, a facilidade no manejo, a ausência de resíduos tóxicos, a eficiência em promover a fermentação, o aumento do valor energético ou protéico em relação à silagem sem aditivos, além do custo compatível com a qualidade promovida no produto final (NEUMANN et al., 2010).

Outro fator que afeta o valor nutritivo da silagem refere-se à massa seca. Segundo Silva et al. (2004), os teores ideais de matéria seca devem estar situados entre 30% e 35%, sendo que a matéria seca acima de 40%,

dificulta a compactação da massa e expulsão do ar, enquanto teores abaixo de 28% tendem a prejudicar a fermentação, resultando em perdas de matéria seca. Neste caso, o estágio pastoso-farináceo de desenvolvimento da planta para o corte apresenta melhor correlação com os teores de matéria seca (OLIVEIRA e VILELA, 2001).

Os teores de carboidratos solúveis contribuem para que ocorra boa fermentação, isto é, maior produção dos ácidos orgânicos benéficos. Para que ocorra boa fermentação láctica, o teor de carboidratos solúveis deve estar entre 13% e 16% na MS total da forrageira a ser ensilada (GOURLEY e LUSK, 1978).

Os teores de taninos apresentam influência sobre

a degradabilidade efetiva da matéria seca. A maior parte do tanino sorgo encontra-se nos grãos. O tanino é um composto fenólico com grupos hidroxifenólicos, os quais realizam fortes ligações complexas com proteínas, celulose, amido, minerais, tornando-as indisponíveis (MAGALHÃES et al., 1997). Segundo este mesmo autor, o tanino provoca reduções no valor nutritivo das forragens para ruminantes através do menor consumo e menor digestibilidade de proteínas e carboidratos, além de uma diminuição no desempenho animal.

Segundo Molina et al. (2003), a presença de tanino tem provocado inibição das enzimas digestivas e inibição do crescimento microbiano, promovendo redução na degradação da MS e PB, refletindo no ganho de peso dos animais. Alves et al. (2012) relatam que ovinos que consumiram silagem oriundas de sorgo sem tanino apresentaram ganho de peso médio diário e ganho médio total superior àqueles consumiram silagem de sorgo com tanino. Deste modo, é indicado optar pela utilização de sorgo sem a presença de tanino sempre que possível.

Vantagens e Desvantagens

Quadro 1. Vantagens e desvantagens do sorgo visando utilização para silagem.

Vantagens	Desvantagens
Maior rusticidade;	Falta de tradição da cultura;
Plantio em regiões marginais ao cultivo do milho;	Lento estabelecimento inicial da lavoura;
Maior amplitude de época de plantio, de setembro até março;	Existem poucos herbicidas seletivos para o sorgo;
Possibilidade de uso da rebrota, colhendo-se no segundo corte de 30 até 70% da produção obtida no primeiro corte, diminuindo o custo de produção por hectare;	Possibilidade de acamamento ou tombamento da planta, que limita muito o plantio de cultivares de porte alto, acima de 2,70 metros de altura. Essa é uma característica genética, muito influenciada por fatores de meio ambiente, como adubação, balanço entre nitrogênio e potássio, ventos, doenças, densidade, chuvas.
Na colheita, o corte é mais fácil e mais uniforme;	Ataque de pássaros, que pode ser problema em lavouras pequenas;
Maior facilidade de compactação durante o processo de ensilagem;	Sensibilidade ao fotoperíodo, principalmente em cultivares de porte alto;
Em áreas próximas a centros urbanos, plantios de milho estão sujeitos a roubos de espigas. Com a lavoura de sorgo isto não acontece;	Sensibilidade ao frio e período de colheita é menor;
	Presença de tanino

Fonte: Adaptado por Lima (2008)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. A utilização de silagem de sorgo, apesar de equivaler de 70 a 95% em relação à silagem de milho, pode ser uma alternativa para regiões menos aptas ao cultivo do milho, devido principalmente à condições climáticas;
2. A ensilagem de sorgo deve ser feita quando as plantas atingirem 28% a 35% da matéria seca, na qual os grãos estão no estágio pastoso-farináceo de desenvolvimento;
3. O processo de ensilagem pode ser descrito em quatro fases: fase aeróbica, fase de fermentação ativa, fase de estabilidade e fase de descarga;
4. A adubação tem influência direta nas características bromatológicas da planta, sendo que os valores de PB e MS tendem a aumentar com a dose de nitrogênio aplicado;
5. Recomenda-se utilizar partículas de 0,5 a 2,0 cm, devido ao favorecimento da disponibilidade de carboidratos solúveis e melhoria na compactação;
6. Altura do corte, aditivo, matéria seca, tamanho da partícula, teores de carboidratos solúveis e teores de taninos nos grãos são fatores que alteram a qualidade da silagem;
7. A uréia, carbonato de cálcio, aditivos microbianos e outros aditivos tem a finalidade de melhorar a qualidade da silagem, entretanto, sua utilização deve respeitar fatores como a disponibilidade na aquisição

do produto, a facilidade no manejo, a ausência de resíduos tóxicos, a eficiência em promover a fermentação e o aumento do valor energético ou protéico em relação à silagem sem aditivos;

8. Sempre que possível, é preferível utilizar variedades de sorgo com baixos teores de tanino para confecção da silagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. M.; PEDREIRA, M. dos S.; AGUIAR, L. V.; COELHO, C. P.; OLIVEIRA, C. A. S.; SILVA, A. M. P. Silagem de sorgo com e sem tanino em substituição a silagem de milho na alimentação de ovinos: desempenho e características de carcaças. **Ciência Animal Brasileira**, v.13, n.2, p. 157-164, 2012.

ARAÚJO, V. L.; RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; BORGES, I.; BORGES, A. L. C. C.; SALIBA, E. O. S. Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo ensilados em cinco diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.1, p.168-174, 2007.

AVELINO, P. M. **Características produtivas e qualitativas de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) para produção de silagem, cultivados sob diferentes densidades de plantio**. 56f. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) Universidade Federal do Tocantins, 2009.

BORGES, A. L. C. C.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M. Silagem de sorgo de porte alto com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo. I – Teores de matéria seca, pH e ácidos graxos durante a fermentação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 49, n. 6, p. 719-732, 1997.

CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J. T.; PEREIRA, O. G.; VELOSO, R. G. Composição químico-bromatológica, produção de gás, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e NDT estimado da silagem de sorgo com diferentes proporções de panículas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.5, p.1250-1258, 2003.

COSTA, R. C. L.; OLIVEIRA NETO, C. F.; FREITAS, J. M. N. Potencial nutritivo da silagem de sorgo. In: WORKSHOP SOBRE PRODUÇÃO DE SILAGEM NA AMAZÔNIA, 1., 2004, Belém. **Anais ...** Belém: Universidade Federal Rural, 2004, p.9 -27.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos (Safra 2013/14)**. Disponível em:<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_05_08_10_11_00_boletim_graos_maior_2014.pdf>. Acesso em: 16 maio de 2014.

DEMARCHI, J. J. A. A.; BOIN, C.; BRAUN, G. A cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para produção de silagens de alta qualidade. **Zootecnia**, v.33, n.3, p.111-136, 1995.

DIAS, A. M. A.; BATISTA, A. M. V.; FERREIRA, M. A.; LIRA, M. A.; SAMPAIO, I. B. M. Efeito do estágio vegetativo do sorgo (*Sorghum bicolor*, (L.) Moench) sobre a composição química da silagem, consumo, produção e teor de gordura do leite para vacas em lactação, em comparação à silagem de milho (*Zea mays* (L.)), **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.6, p.2086-2092, 2001.

DUARTE, J. O. **Sorgo: aspectos econômicos**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 28 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 27).

FERNANDES, F. E. P.; GARCIA, R.; PIRES, A. J. V.; PEREIRA, O. G.; CARVALHO, G. G. P.; OLIVINDO, C. de S. Ensilagem de sorgo forrageiro com adição de ureia em dois períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 11, p. 2111-2115, 2009.

FLARESSO, J. A.; GROSS, C. D.; ALMEIDA, E. X. Cultivares de milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) para ensilagem no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.6, p.1608-1615, 2000.

FREITAS, D.; COAN, R. M.; REIS, R. A.; PEREIRA, J. R. A.; PANIZZI, R. C. Avaliação de fontes de amônia para conservação do feno de alfafa (*Medicago sativa* L.) armazenado com alta umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 866-874, 2002.

FILHO, A. R. B. V.; FILHO, F. A. S.; OLIVEIRA, M. J. de S.; SALES, R. de O. Composição químico-bromatológica do sorgo. **Revista Verde**, v.5, n.5, p. 110-124, 2010.

FILHO, O. R.; FRANÇA, A. F. de S.; OLIVEIRA, R. de P.; OLIVEIRA, E. R.; ROSA, B.; SOARES, T. V.; MELLO, S. Q. S. Produção e composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] submetido a três doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7, n. 1, p. 37-48, 2006.

GRISE, M. M.; MARTINS, R. L.; FERNANDES, A. C.; ROSSI JUNIOR, P.; PIAZZETTA, R.G. Efeito do uso de inoculantes sobre o pH e a composição bromatológica da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). **Archives of Veterinary Science**, v. 11, n. 2, p. 13-16, 2006.

GONÇALVES, L. C.; BORGES, I. Alimentos e alimentação de gado de leite. UFMG, 263p, 1997.

- GOURLEY, L.M., LUSK, J.W. . Genetics parameters relatec to sorghum silage quality. **Journal Science Food Agriculture**, v.61, n.12, p.1821-1827, 1978.
- KERA NUTRIÇÃO ANIMAL. **Manual de ensilagem Kera**. 2002. Disponível em:<http://www.kerabrasil.com.br/downloads/manual_ensilagem.pdf>. Acesso em 24 de maio de 2014.
- LIMA, J. A. de **Sorgo: Silagem com bom valor nutritivo**. 2008. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/SilagemSorgo/index.htm>. Acesso em: 21/5/2014.
- LOURENÇO JÚNIOR, J. B. et. al. Potencial nutritivo da silagem de sorgo. In: WORKSHOP SOBRE PRODUÇÃO DE SILAGEM NA AMAZÔNIA. 1., 2004, Belém. **Anais ...** Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2004, p. 83-100.
- MACEDO, C. H. O.; SANTOS, E. M.; DA SILVA, T. C.; DE ANDRADE, A. P.; DA SILVA, D. S.; DA SILVA, A. P. G.; DE OLIVEIRA, J. S. Produção e composição bromatológica do sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) cultivado sob doses de nitrogênio. **Arquivos zootecnia**, v. 61, n. 234, p. 209-216. 2012.
- MACHADO, F.S. **Avaliação agrônômica e nutricional de três híbridos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] e de suas silagens em três estádios de maturação**. 2009. 109 f. Dissertação (Mestrado em zootecnia). Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte.
- MAGALHÃES, P. C.; DURAES, F.; SCHAFFERT, R. E. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas (MG): Embrapa, 2000, 46 p. (EMBRAPA - CNPMS Circular Técnica, 3).
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Ecofisiologia da produção de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 4 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado técnico, 87).
- MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, T. C. de; RODRIGUES, J. A. S. **Ecofisiologia**. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). Cultivo do sorgo. 8. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 2).
- MAGALHÃES, P.C.; RODRIGUES, W.A.; DURÃES, F.O.M. **Tanino no grão de sorgo: bases fisiológicas e métodos de determinação**. Sete Lagoas: EMBRAPA, CNPMS, 1997. 26p.
- MELLO, R. Silagem de milho, sorgo e gramíneas tropicais. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 1, n. 1, p. 48-58, 2004.
- MIRANDA, J. E. C.; PEREIRA, J. R. **Tipos de sorgo para silagem**. Juiz de Fora (MG): Embrapa gado de leite, 2001, 2 p. (EMBRAPA: Instrução técnica para gado de leite).
- 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**, v.32, n.1, p.222-228, 2003.
- MONTAGNER, D. B.; ROCHA, M. G.; NÖRNBERG, J. L.; CHIELLE, Z. G.; MONDADORI, R. G.; ESTIVALET, R. C.; CALEGARI, C. Características agrônômicas e bromatológicas de cultivares avaliados no ensaio sul-rio-grandense de sorgo forrageiro. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 4, p. 447-452, 2005.
- NEUMANN, M.; OLIBONI, R.; OLIVEIRA, M. R.; FARIA, M. V.; UENO, R. K.; REINERH, L. L.; DURMAN, T. Aditivos químicos utilizados em silagens. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 3, n. 2, p.187-197, 2010.
- NEUMANN, M., MÜHLBACH, P.R.F., NÖRNBERG, J.L., OST, P.R. E LUSTOSA, S.B.C. 2007b. Efeito dotamanho de partícula e da altura de corte de plantas de milho na dinâmica do processo fermentativo da silagem e no período de desensilagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. (supl.), p.1603-1613, 2007.
- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; BRONDANI, I. L.; PELLEGRINI, L. G.; FREITAS, A. K. Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p.293-301, 2002.
- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; BRONDANI, I. L.; PELLEGRINI, L. G.; FREITAS, A. K. Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p.293-301, 2002.
- OSHIMA, M.; McDONALD, P. A review of changes in nitrogenous compounds in herbages during ensiling. **Journal Science Food Agriculture**, London, v.29, p.497-505, 1978.

- OLIVEIRA, J. S.; VILELA, D. **Silagem de milho ou sorgo: quando bem preparada é alimento garantido.** Juiz de Fora (MG): Embrapa gado de leite, 2001, 2 p. (EMBRAPA: Instrução técnica para gado de leite, 42).
- OHMOMO, S.; TANAKA, O.; KITAMOTO, H.K.; CAI, Y. Silage and microbial performance, old history but new problem. *Japan International Research Center for Agricultural Sciences*, v.36, n.2, p.59 – 71, 2002.
- PORTO, P. P.; SALIBA, E. O. S.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, M. N.; BORGES, I.; BORGES, A. L. C. C.; RODRIGUES, J. A. S.; IBRAHIM, G. H. F. Frações da parede celular e digestibilidade in vitro da matéria seca de três genótipos de girassol ensilados com aditivos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.58, n.1, p.99-107, 2006.
- PEREIRA, J.R. E REIS, R.A. Produção desilagem pré-secada com forrageiras temperadase tropicais In: Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas. *Anais... UEM/CCA/DZO. Maringá.* p.64-86. 2001.
- PEREIRA, C. A.; SILVA, R. R.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, A. L. C. C.; BORGES, I.; GOMES, S. P.; RODRIGUES, J. A. S.; SALIBA, E. O. S.; FERREIRA, J. J. C.; SILVA, J. J. Avaliação da silagem do híbrido de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) BR 601 com aditivos 1 – pH, nitrogênio amoniacal, matéria seca, proteína bruta e carboidratos solúveis. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.6, n.2, p.211-222, 2007.
- PAUL, C. L. **Aspectos fisiológicos del crecimiento y desarrollo del sorgo.** In: PAUL, C. L. *Agronomía del sorgo patancheru.* Flórida: ICRISAT, 1990. p. 43 - 68.
- REIS, R. A.; GARCIA, R.; SILVA, D. J. Efeito da aplicação de amônia anidra sobre a composição química e digestibilidade de *in vitro* de fenos de três gramíneas tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.19, n.3, p.219-224, 1990.
- RESTLEL, J.; NEUMANN, M.; BRONDANI, I. L.; FILHO, D. C. A.; BERNARDES, R. A. C.; ARBOITTE, M. Z.; ROSA, J. R. P. Manipulação do Corte do Sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) para Confecção de Silagem, Visando a Produção do Novilho Superprecoce. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.3, p.1481-1490, 2002.
- RIBAS, P. M. **Sorgo: Introdução e Importância Econômica.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 16 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 26).
- ROCHA JÚNIOR, V. R.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; BRITO, A. F.; BORGES, I.; RODRIGUEZ, N. M. Avaliação de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para produção de silagem. II - Padrão de fermentação. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. Belo Horizonte, v. 52, n. 5, p. 12-18, 2000.
- RODRIGUES, J. A. S.; PIRES, D. A. de A.; GONÇALVES, L. C.; PEREIRA, L. G. R. Melhoria de sorgo forrageiro e produção de silagem de alta qualidade. In: Simpósio Latino americano Productividad en Ganado de Corte, 15, 2012, Santa Cruz de la Sierra. *Anais... Santa Cruz de la Sierra: Asociación Boliviana de Criadores de Cebú (ASOCEBU)*, 2012, p. 66-75.
- RODRIGUES, L. R.; SILVA, P. R. (Org.). **Indicações técnicas para o cultivo do milho e do sorgo no Rio Grande do Sul - Safras 2011/2012 e 2012/2013.** Ijuí: Fepagro e Emater, RS, 2011. 149 p.
- RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C.; NOGUEIRA, F. A. S. Silagem de sorgo de porte baixo com diferentes teores e tanino e de umidade no colmo I-pH e teores de matéria seca e de ácido graxos durante a fermentação. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Viçosa, v. 51, p.485-490, jan. 1999.
- RODRIGUES, P. H. M.; BORGATTI, L. M. O.; GOMES, R. W.; PASSINI, R.; MEYER, P. M. Efeito da Adição de Níveis Crescentes de Polpa Cítrica sobre a Qualidade Fermentativa e o Valor Nutritivo da Silagem de Capim-Elefante. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.4, p.1138-1145, 2005.
- RODRIGUES, J. A. S. **Produção e utilização de silagem de sorgo forrageiro.** Disponível em: <http://www.funge.com.br/upload_trabalhos/15_producao_e_utilizacao_silagem_sorgo_jose_avelino_santos_rodrigu es.pdf>. Acesso em 24 de maio de 2014.
- SANTOS, E. M.; ZANINE, A. de M. Silagem de gramíneas tropicais. *Colloquium Agrariae*, v. 2, n.1, p. 32-45, 2006.
- SANTOS, M. V. F.; GÓMEZ CASTRO, A. G.; PEREA, J. M.; GARCÍA, A.; GUIM, A.; PÉREZ HERNÁNDEZ, M. Fatores que afetam o valor nutritivo da silagem de forrageiras tropicais. *Arquivos de Zootecnia*, v. 56, n.1, 25-43, 2010.
- SILVA, N. C. **Aditivos como controladores da deterioração aeróbica em silagem de milho na região periférica de silos trincheira.** 69f. 2013. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Lavras, 2013.
- SILVA, A. V.; FERREIRA, C. L. L. F.; FERNANDES, P. C. C. Potencial nutritivo da silagem de sorgo. In: In: WORKSHOP SOBRE PRODUÇÃO DE SILAGEM NA

AMAZÔNIA, 1.,:2004, Belém. **Anais ...** Belém : Universidade Federal Rural, 2004, p.83-100.

TEIXEIRA, P. E. G.; TEIXEIRA, P. P. M. Potencial nutritivo da silagem de sorgo. In: WORKSHOP SOBRE PRODUÇÃO DE SILAGEM NA AMAZÔNIA, 1., 2004, Belém. **Anais ...** Belém: Universidade Federal Rural, 2004 p. 83-100.

VELHO, J.P., MÜHLBACH, P.R.F., NÖRNBERG, J.L., VELHO, I.M.P.H., GENRO, T. C. M. E KESSLER, J.D. Composição bromatológica de silagens de milho produzidas com diferentes densidades de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. (supl.), p.1532-1538. 2007.

VILELA, H.H., REZENDE, A.V., VIEIRA, P.F., ANDRADE, G.A., EVANGELISTA, A.R. E ALMEIDA, G.B.S. Valor nutritivo de silagens de milho colhido em diversos estádios de maturação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n.2, p.1192-1199, 2008.

VIEIRA, F. A. P.; BORGES, I.; STEHLING, C. A. V.; GONÇALVES, L. C.; COELHO, S. G.; FERREIRA, M. I. C.; RODRIGUES, J. A. S. Qualidade de silagens de sorgo com aditivos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.6, p.764-772, 2004.

VON PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C. de.; BORGES, I. D.; REZENDE, A. V. Influência da altura de corte das plantas nas características agrônômicas e valor nutritivo das silagens de e de diferentes tipos de sorgo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n.2, p.266-279, 2006.