

## Revisão Bibliográfica

## Ensilagem de gramíneas do gênero *Panicum*

### Resumo

Boa parte dos sistemas de produção animal no Brasil têm na pastagem de gramíneas do gênero *Megathyrsus*, sua principal fonte de volumoso. Contudo, existem variações qualitativa e quantitativa no decorrer do ano, onde a produção forrageira pode ser dividida em duas estações: (i) chuvosa, quando há grande disponibilidade de forragem com bom valor nutritivo; e (ii) seca, quando seu crescimento é restrito com consequente redução no valor nutritivo. Assim, a conservação do excedente de forragem produzida nas águas sob a forma de silagem é uma alternativa viável para reduzir os efeitos da estacionalidade. Contudo, diversos fatores podem influenciar a qualidade final da silagem produzida, que podem ser relacionados às características da planta, aos procedimentos de ensilagem ou ainda às atividades microbianas e fermentativas. Dessa forma, faz-se necessário o uso de aditivos que visam minimizar fermentações secundárias, elevar o valor nutritivo, aumentar os teores de carboidratos solúveis e modular fermentações desejáveis. Com base nesse contexto, o objetivo desta revisão foi contextualizar a ensilagem de gramíneas do gênero *Megathyrsus*, além de suas vantagens e limitações em função da qualidade dos processos fermentativos e da própria silagem.

**Palavras-chave:** aditivos, estacionalidade, conservação de volumoso.

### Silage of graminees of the genre *Panicum*

### Abstract

Part of animal production systems in Brazil have in the pastures of *Megathyrsus* genre grasses their main fodder source. However, there are qualitative and quantitative variations during the year, where forage production can be divided into two seasons: (i) rainy, when there is great availability of forage with good nutritional value; and (ii) dry, when its growth is restricted with consequent reduction in nutritive value. Thus, to conserve the excess forage produce in rainy season as silage is a viable alternative to reduce the effects of seasonality. However, several factors can influence the final quality of silage produced, those related to characteristics of the forage plant, ensilage procedures, or microbial and fermentative activity. In this sense, it is necessary to use additives that aim to minimize secondary fermentations, increase nutritive value, increase soluble carbohydrate contents and modulate desirable fermentations. Based on this context, the aim of this review was to contextualize the ensilage of *Megathyrsus* genre grasses, in addition to its advantages and limitations due to the quality of the fermentation processes and the silage itself.

**Keywords:** additives, forage conservation, stationality.

### Ensilaje de hierbas de género *Panicum*

### Resumen

Parte de los sistemas ganaderos en Brasil tienen pastizales del género *Megathyrsus* como su principal fuente de voluminoso. Sin embargo, presentan variaciones cualitativas y cuantitativas durante todo el año, donde la producción de forraje se puede dividir en dos estaciones: (i) lluviosa, cuando hay una gran disponibilidad forraje con buen valor nutricional; y (ii) sequía, cuando su crecimiento está restringido con la consiguiente reducción en la calidad nutricional. Por lo tanto, conservar el forraje excedente producido en aguas na forma de silaje es una alternativa viable para reducir los efectos de la estacionalidad. Sin embargo,

1 - Graduado em Zootecnia. Doutorando em Zootecnia. Departamento de Nutrição Animal. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ. Email: assiszoot@yahoo.com.br

2 - Graduado em Zootecnia. Doutorando em Zootecnia. Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE. Email: pehenrique1709@gmail.com

3 - Graduado em Zootecnia. Doutorando em Zootecnia. Departamento de Nutrição Animal. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ. Email: viegasr@zootecnista.com.br

4 - Graduado em Zootecnia. Dr. Prof. Departamento de Nutrição Animal. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ. Email: joaocarlosbq@gmail.com

varios factores pueden influir en la calidad final del ensilaje producido, que pueden estar relacionados con las características de la planta forrajera, los procedimientos de ensilaje, o con las actividades microbianas y fermentativas. Es necesario utilizar aditivos destinados a minimizar las fermentaciones secundarias, aumentar el valor nutricional, aumentar los niveles de carbohidratos solubles y modulares las fermentaciones deseables. Con base en este contexto, el objetivo de esta revisión fue contextualizar el ensilaje de pastos del género *Megathyrsus* spp., Así como sus ventajas y limitaciones debido a la calidad de los procesos de fermentación y el ensilaje mismo.

**Palabras clave:** aditivos, estacionalidad, conservación voluminosa.

## Introdução

As pastagens constituem a principal e menos onerosa fonte de forragem nos sistemas de produção animal brasileiros. Contudo, apresentam variações qualitativa e quantitativa no decorrer do ano, devido às mudanças edafoclimáticas. Tais modificações acarretam em maior e menor oferta de forragem, prejudicando a produtividade e elevando os custos de produção (NEUMANN et al., 2010).

Neste contexto, a conservação do excedente de forragem produzida no período chuvoso apresenta-se como alternativa para reduzir os efeitos da estacionalidade de produção. Dentre as técnicas de conservação, a ensilagem baseia-se no princípio da conservação da massa úmida acondicionada em silos em ambiente anaeróbio, com intuito de conservar as características qualitativas originais do material ensilado (OHMOMO et al., 2002).

A ensilagem de gramíneas tropicais tem despertado a atenção de produtores e pesquisadores nos últimos anos, como alternativa às culturas tradicionalmente utilizadas como o milho e o sorgo, devido à elevada produção de matéria seca e melhor aproveitamento de áreas na propriedade (REIS et al., 2013). Dentre as gramíneas tropicais, àquelas pertencentes ao gênero *Megathyrsus* spp. destacam-se pela elevada produtividade, alta relação folha/colmo e bom valor nutritivo.

Contudo, diversos fatores podem influenciar a qualidade final da silagem produzida: (i) àqueles relacionados às características da planta forrageira; (ii) os relacionados aos procedimentos de ensilagem e (iii) os relacionados à atividade microbiana e fermentativa (REGÓ et al., 2015). Ademais, a capacidade tamponante do material impede o rápido decréscimo do pH à níveis adequados, com fermentações secundárias indesejáveis.

Neste cenário, o uso de aditivos são alternativas que visam minimizar fermentações secundárias, elevar o valor nutritivo, aumentar os teores de carbohidratos solúveis e modular fermentações desejáveis (SANTOS et al., 2010). Assim, podem compensar as limitações existentes na ensilagem de gramíneas do gênero *Megathyrsus*. Com base nesse contexto, o objetivo desta revisão foi contextualizar a ensilagem de gramíneas do gênero *Megathyrsus* spp., além de suas vantagens e limitações em função da qualidade dos processos fermentativos e da própria silagem.

### Silagens de capins tropicais

Como mencionado anteriormente, no Brasil, as pastagens constituem a base da dieta dos animais nos sistemas de produção. Contudo, a estacionalidade da produção forrageira é um dos principais entraves que contribuem para a baixa produtividade dos rebanhos, devido ao desequilíbrio entre oferta e demanda dependentes das condições climáticas. Assim, independente das diferenças edafoclimáticas existentes no país, há sempre períodos de excesso e escassez da forragem produzida (OLIVEIRA et al., 2014).

Neste contexto, o uso de volumosos conservados na forma de silagem é uma ferramenta estratégica empregada em sistemas de produção, especialmente na bovinocultura leiteira. Neste cenário, culturas como milho e sorgo são tradicionalmente empregadas (BERNARDES et al., 2012). Porém, os capins tropicais aparecem como opção, por apresentar as vantagens de uma cultura perene, com alta capacidade de produção, adequado valor nutritivo e possibilidade de flexibilidade do manejo na tomada de decisões dentro da propriedade (MONTEIRO et al., 2011). Assim, o estabelecimento de práticas de manejo de diferentes forrageiras tropicais, como o *Megathyrsus maximum* Jacq., pode aumentar o uso de forrageiras de alta capacidade produtiva para produção de silagem.

### Gênero *Megathyrsus* no Brasil

A espécie *Megathyrsus maximum* Jacq. tem uma relevância considerável na pecuária nacional, devido a elevada produtividade e valor nutritivo. Assim, o melhoramento da espécie, estudo de genótipos e lançamento de cultivares no mercado é constante (VILELA et al., 2016).

Originário da África, foi introduzida acidentalmente no Brasil no período da escravidão. Por ter apresentado boa adaptação às condições ambientais, se estabeleceu rapidamente, dando origem ao capim-colônião, primeira cultivar do país. Os primeiros lançamentos comerciais foram as cultivares Tanzânia, em 1991, e o Mombaça, em 1993. Em 2001, foi lançada a cultivar Massai e mais recentemente as cultivares BRS Zuri e BRS Quênia. Por outro lado, em 1980, o Instituto agrônomo de Campinas já havia introduzido a cultivar Tobiatã (VILELA et al., 2016).

Desta forma, a conservação de forragem proveniente destas espécies tem sido alvo dos pecuaristas. Uma particularidade das espécies deste gênero é que cerca de 80% do acúmulo de forragem ocorre no período chuvoso e apenas 20%, no período seco, fato que gera um excedente de produção considerável para ser armazenada (REIS et al., 2013).

### Ensilagem

A ensilagem é o processo de fermentação anaeróbia da massa de forragem úmida, acondicionada em silos, no qual os microrganismos epifíticos presentes nas plantas se desenvolvem através do uso de carboidratos solúveis contidos no conteúdo celular, produzindo ácidos orgânicos, principalmente lactato por bactérias ácido-láticas que reduzem o pH e promovem a conservação (LIMA JÚNIOR et al., 2014).

Divido em quatro fases: fase aeróbica, fase de fermentação ativa, fase de estabilidade e fase de descarga (McDONALD et al., 1991). A fase aeróbica inicia-se logo após o corte da forragem e prolonga-se até poucas horas depois do fechamento do silo. A alta concentração de  $O_2$  retido no material e valores de pH entre 6,0 e 6,5 beneficiam o crescimento de microrganismos aeróbios que convertem os carboidratos solúveis da forragem em dióxido de carbono e água, com produção de calor. Atuação destes sobre o processo respiratório da planta promove redução do  $O_2$  e início da segunda fase. Com duração dependente do tamanho de partícula e pressão de compactação, mas varia entre quatro e seis horas.

Na fase de fermentação ativa ocorre queda acentuada do pH e inibição da atividade proteolítica

das enzimas vegetais, devido a formação de ácidos orgânicos. As primeiras bactérias a atuarem sobre o material ensilado são as enterobactérias produtoras de ácido acético e as bactérias heterofermentativas produtoras de ácido lático, acético e  $CO_2$  remanescentes da primeira fase. Estas se desenvolvem por um período de 24 a 72 horas, causando redução do pH pela presença de ácido acético, alterando a população de bactérias, predominando as homofermentativas, que se desenvolvem ativamente por até 4 semanas. Estas são mais eficientes na produção de ácido lático, e estimulam a rápida queda do pH para valores entre 3,8 a 5,0, dependendo da umidade, capacidade tampão e disponibilidade de carboidratos. Em seguida a população de enterobactérias e de bactérias heterofermentativas é reduzida, devido acidificação do meio. Após queda acentuada do pH e esgotamento dos carboidratos solúveis, as bactérias láticas tornam-se inativas e sua proporção reduz lentamente. Esta fase dura em média de 15 a 20 dias, até estabilização. Bactérias do gênero *Clostridium* podem atuar nesta fase, utilizando açúcares, ácido lático e proteínas com formação de ácido butírico, se os valores de pH não forem baixos para impedir seu desenvolvimento.

Já na fase de estabilidade o pH ácido variando entre 3,8 a 4,2 e o estado de anaerobiose, conservam a massa ensilada impedindo o crescimento de microrganismos indesejáveis e interrupção dos processos de fermentação até abertura do silo. Nesta fase, somente as bactérias ácido-láticas se encontram em atividade, reduzida, mas preservando as características da massa ensilada.

Por fim, a fase de deterioração aeróbia ocorre na abertura do silo e exposição da massa ensilada ao  $O_2$ . Que ativa os esporos de fungos e bactérias aeróbicas estimulando reações indesejáveis que oxidam a massa ensilada pelo consumo de carboidratos solúveis renascentes das fases anteriores com produção de calor e dióxido de carbono.

Reis e Rosa (2001) citam que fatores intrínsecos às forrageiras determinam a atividade fermentativa durante a ensilagem, como: alto poder tampão, teor de matéria seca e de carboidratos solúveis. Ademais, os fatores extrínsecos como: ambiente em anaerobiose dependente do ponto de colheita, tamanho de partícula, rápido enchimento e compactação até vedação do silo. Segundo Wascheck et al. (2008), as transformações na massa ensilada, cessam por volta de 20 dias após o carregamento do silo.

No decorrer do processo fermentativo, as transformações bioquímicas geram perdas, de modo

que nem todo o potencial da forrageira ensilada é transformado em silagem de qualidade. Estas perdas podem ser divididas em: perdas evitáveis, decorrentes de práticas de manejo incorretas na ensilagem podendo representar até 31% do material ensilado; perdas não evitáveis, que incluem mudanças bioquímicas, causadas pela respiração celular das plantas e fermentações secundárias indesejáveis podendo ser até 15% da massa ensilada, com perdas totais variando de 7 a 40% (McDONALD et al., 1991; NEUMANN et al., 2007).

#### **Qualidade da silagem de gramíneas do gênero *Megathyrsus* spp.**

Os procedimentos de ensilagem não melhoram as características qualitativas da forrageira ensilada, mas propõem-se a preservá-las por mais tempo (McDONALD et al., 1991). No entanto, com o avançar do estágio de maturidade das plantas forrageiras ocorre um aumento da produtividade por área, mas com baixo valor nutritivo. Devido à redução do conteúdo celular e aumento de frações indigestíveis, que faz com que o material ensilado também seja de reduzido valor nutritivo. Contudo, se colhidas em estágio inicial de crescimento vegetativo, quando possuem maior valor nutritivo, apresentaram fermentações secundárias indesejáveis, devido ao alto teor de umidade, baixos teores de ácido láctico, alto pH e nitrogênio amoniacal. Resultado do baixo teor de matéria seca, carboidratos solúveis e elevado poder tampão (PEREIRA et al., 1999).

Estas características parecem ser os principais obstáculos para confecção de silagens de *Megathyrsus* spp. com qualidade, mas podem ser melhoradas pelo manejo adequado dos intervalos de corte. Segundo Ávila et al. (2006), a idade ideal de corte para ensilagem deve variar entre 60 e 70 dias ou menos. Vale ressaltar que a idade de corte será influenciada pela extensão do intervalo entre os cortes e condições edafoclimáticas.

Ao avaliar o valor nutritivo de silagens de capim-Mombaça com diferentes idades de rebrota (35, 45, 55 e 65) em 6 períodos de fermentação (1, 3, 7, 14, 28 e 56 dias), Vasconcelos et al. (2009) observaram que o valor nutritivo do capim reduziu com a idade de rebrota, porém com melhores condições de fermentação. Houve redução da digestibilidade *in vitro* da MS de 49,63 (35 dias) para 45% (65 dias). Os teores de N-NH<sub>3</sub>/NT reduziram de 10,43% para 6,65% de N no mesmo período. Isto corrobora a assertiva de Penteadó et al. (2007), que aponta que o avanço da maturidade fisiológica da planta aumenta a qualidade

da fermentação da silagem, por conta do teor de matéria seca (MS) e população epífita de bactérias lácticas. Em contrapartida, ocorre queda do valor nutritivo podendo resultar em silagens menos digestíveis.

Quanto à umidade da forrageira a ser ensilada, esta afeta diretamente a proporção de microrganismos presentes no silo. Umidade superior a 70% podem induzir fermentações secundárias indesejáveis e umidade inferior a 60% podem induzir fermentações por fungos (LIMA JÚNIOR et al., 2014). Deste modo, Coan et al. (2007), sugerem que o teor mínimo de MS para ensilagem seja de 25%.

No entanto Ohmomo et al. (2002), citam que o teor de MS deve variar de 35 a 40%, pois teores excessivos de umidade levam à diluição dos ácidos orgânicos produzidos, prejudicando a redução do pH com desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium* à custa de carboidratos solúveis e proteínas. Ademais, o alto teor de umidade gera uma grande quantidade de efluente ocasionando perdas de valor nutritivo (JOBIM et al., 2007). Vale ressaltar que a rápida queda do pH inibi o desenvolvimento de *Clostridium*, pois são susceptíveis a pH baixo. Ademais, aumento do teor de MS do material ensilado permite o controle destes, visto que são susceptíveis à baixa umidade (McDONALD et al., 1991). Contudo, o teor de MS superior a 40% dificulta a compactação, não havendo eliminação adequada do O<sub>2</sub>, criando condições para fermentações indesejáveis. Ainda pode-se observar aquecimento e desenvolvimento de mofo, além de alterações químicas como a reação de Maillard. Neste caso, recomenda-se tamanhos menores de partícula para melhor acomodação do material no silo (WASCHECK et al., 2008).

A proporção de carboidratos solúveis das plantas para ensilagem é essencial para o processo fermentativo, pois é o principal substrato encontrado no conteúdo celular vegetal para os microrganismo produzirem ácidos orgânicos, para redução do pH a níveis adequados e conservação da massa ensilada (SANTOS et al., 2006). A proporção mínima necessária para garantir fermentação láctica de acordo com McDonald et al. (1991), está em torno de 5% da MS, entretanto, Coan et al. (2007), estabeleceram como mínimo o teor de 15%. Segundo Lima Júnior et al. (2014), apesar de controversa a proporção ideal de carboidratos solúveis, os níveis entre 6 e 16% vem sendo reportados nas pesquisas como fomentadores da fermentação láctica na ensilagem de capins.

Quanto a capacidade tampão da forragem, esta consiste na capacidade da planta em manter

ou resistir às variações de pH. Grande parte das propriedades tamponantes na silagem é atribuída ao conjunto de ácidos orgânicos, em que suas proporções determinam o sucesso da redução do pH na fase de fermentação ativa e somente de 10 a 20% da queda do pH é resultante da ação de proteínas vegetais. O principal problema de ensilar gramíneas tropicais com alta capacidade tampão é a dependência de uma maior proporção de carboidratos solúveis para aumentar a concentração de ácidos orgânicos, para redução do pH. Pois, o retardamento do mesmo induz a uma maior perda de MS e diminui a qualidade da silagem (COAN et al., 2007). Vale ressaltar que o pH ideal é totalmente dependente da umidade, sendo que silagens com teor de MS superior a 20%, é aceitável pH entre 3,6 a 4,2 para conservação satisfatória (McDONALD et al., 1991).

Reis e Rosa (2001), após análise de diversos artigos sobre a ensilagem de gramíneas, evidenciaram que a maioria das forrageiras estudadas apresentaram baixos teores de MS no estágio de crescimento vegetativo. Quanto aos teores de carboidratos solúveis e poder tampão, observaram ampla variação em função da espécie e época de colheita. Contudo, estas situações podem ser modificadas pelo uso de aditivos ou emurchecimento, sendo a escolha fundamentada no quanto estas técnicas podem melhorar a qualidade final do produto.

O emurchecimento permite a redução do conteúdo de umidade e aumento da concentração de substratos fermentescíveis, sendo recomendado um tempo médio de secagem de até 6 horas, para plantas que possuem teores de MS inferior a 20%, para redução da produção de efluentes e perdas geradas por fermentações secundárias. No entanto, sua eficiência é dependente de características inerentes às forrageiras, condições climáticas e também pela limitada disponibilidade de maquinário para o seu recolhimento no campo, depois de atingir o teor de MS desejável (LIMA JUNIOR et al., 2014). Ademais, aumenta o tempo entre o corte e o fechamento do silo, ocasionado perdas devido à atividade respiratória e proteolítica da planta, além de mudanças na microflora epífita (WASCHECK et al., 2008).

Evangelista et al. (2004), ao avaliar o valor nutritivo de silagens de capim-Marandu submetida a diferentes tempos de emurchecimento (0, 2, 4 e 6 horas), observaram que ocorreu aumento dos teores de MS antes de ensilar, da massa ensilada, do pH (4,15) e poder tampão em função dos tempos de emurchecimento. Não houve efeito sobre os teores de

FDN (67,65, 69,39, 68,31 e 68,17%), fibra em detergente ácido (FDA) (43,84, 45,14, 44,83 e 43,65%), PB (5,70, 5,69, 5,26 e 5,21%) e N-NH<sub>3</sub>/NT (1,96, 2,33, 2,72 e 2,33% N-total). Concluindo que a ensilagem do capim-Marandu pode ser satisfatória com emurchecimento de uma a 3 h para elevar o teor de MS (45%).

Ao avaliarem o valor nutritivo de silagens de capim-Piatã e Xaraés com 40 dias, submetidas a diferentes tempos de emurchecimento (0, 2, 4 e 6 horas), Azevedo et al. (2012) observaram aumento dos teores de MS no tempo de 6 h, de 39,5 e 34,3%, para capim-Piatã e Xaraés, respectivamente. Para PB maiores valores ocorreram no tempo de 4 h para o capim-Piatã (10,75%) e 6 h para o Xaraés (10,35%). Devido à reduzida perda de proteína da forragem, extravasamento do conteúdo celular ou perda de folhas durante a recolha da mesma no campo (BERGAMASCHINE et al., 2006). O tempo de exposição acima de 2 h diminuiu FDN da silagem de capim-Xaraés de 69 para 64,33%. O pH variou de 4 a 5,02 na silagem de capim-Xaraés e de 4 a 4,33 para o Piatã.

Associado aos fatores intrínsecos supracitados, também se destacam os referentes ao manejo utilizado na colheita, picagem e compactação. A picagem promove o rompimento das células com liberação de enzimas, que degradam amido e hemicelulose, aumentando a proporção de carboidratos solúveis no material ensilado, além da acomodação do mesmo no interior do silo. Contudo, silagens com baixo teor de MS e sem emurchecimento, a redução do tamanho da partícula pode causar perdas por efluentes, devido ao rompimento excessivo da parede celular (SANTOS et al., 2010).

Sendo recomendado partículas com tamanho inferior a 20-30 mm, por proporcionar maior disponibilidade de carboidratos e crescimento de bactérias ácido-láticas pela interação substrato-microorganismo, permitindo maior produção de ácido lático e rápida queda do pH. Partículas maiores tendem a dificultar a queda do pH e eliminar por completo o O<sub>2</sub> durante compactação. Partículas menores permite melhor expulsão do O<sub>2</sub> em decorrência da melhor acomodação do material no silo, ademais promove redução da fermentação butírica e perdas na abertura (REGÔ et al., 2015).

A compactação permite obtenção rápida do ambiente anaeróbico. No entanto, é dependente do teor de MS e tamanho da partícula (WASCHECK et al., 2008). A boa compactação deve eliminar o máximo de oxigênio, pois à presença deste dentro do silo inibe o crescimento de bactérias produtoras de ácido lático e prolonga a atividade respiratória das plantas. Provocando maior consumo de carboidratos,

umentando as perdas de nutrientes e reduzindo a quantidade de ácido láctico, prejudicando a conservação do material pelo prolongamento da queda do pH (SANTOS et al., 2006).

Com objetivo de avaliar o valor nutritivo de silagens de capim-Marandu com 60 dias produzidas a partir de 4 pressões de compactação (100, 120, 140 e 160 kg MS/m<sup>3</sup>) durante a ensilagem, Amaral et al. (2007) observaram que em todos os tratamentos houve baixa produção de efluente (2,2, 4,9, 7,6 e 9,8 Kg/t de MV), possivelmente devido alto teor de MS da forragem no momento do corte (32%). Houve efeito das pressões de compactação sobre os valores de pH, maiores pressões proporcionaram menores pH (4,9 e 4,8) em comparação com as menores pressões (6,8 e 6,8). A maior pressão de compactação promoveu decréscimo dos valores de FDN (78,1 a 76,2%) e FDA (40 a 37,9%) e aumento da recuperação de MS (83,1 a 96,4%). Por outro lado, Loures et al. (2003) observaram que o capim-elefante com 13% de MS e submetido a 5 densidades de ensilagem (356, 446, 531, 684 e 791 kg m<sup>3</sup> de MV) apresentou alta produção de efluente à medida que ocorreu aumento na densidade, nos primeiros dias da ensilagem. Isto, devido ao baixo teor de MS do capim no momento da ensilagem.

Em um levantamento realizado por Igarasi (2002), quanto aos índices técnicos associados à produção de silagens de capins, foi observado que a densidade média utilizada para produção de silagens de *Megathyrus* e *Urochloa* foi de 142 kg MS/m<sup>3</sup> variando entre 87 a 230 kg MS/m<sup>3</sup> de MS, onde cerca de 93% das amostras avaliadas apresentaram densidade inferior a 200 kg MS/m<sup>3</sup> e 21% menor que 100 kg MS/m<sup>3</sup>. Embora não haja um valor considerado ideal para densidade de silagens de capins, valores mínimos de 225 kg de MS/ m<sup>3</sup> são recomendados (JOBIM et al., 2007).

### Aditivos para ensilagem

Os aditivos são produtos adicionados intencionalmente durante a ensilagem de forrageiras que não apresentam condições desejáveis. Com o objetivo de melhorar a atividade fermentativa pela modificação do teor de matéria seca, carboidratos solúveis e/ou redução do pH, os quais beneficiam a conservação e melhora do valor nutritivo do material ensilado com o mínimo de perdas.

Na literatura sua classificação é variada em função das suas características físico-químicas, objetivo ou ação esperada. Segundo Neumann et al. (2010), o aditivo ideal deve proporcionar segurança

e facilidade de uso, estimular a fermentação pelo fornecimento de carboidratos solúveis, melhorar a qualidade higiênica, prevenir ou inibir fermentações indesejáveis, proporcionar condições para atividade de microrganismos desejáveis e inibir ação de microrganismos indesejáveis, melhorar o valor nutritivo e estabilidade aeróbica.

Uma extensa variedade de aditivos pode ser utilizados na ensilagem de forrageiras segundo McDonald et al. (1991), eles podem ser classificados em: estimulantes da fermentação; inibidores de fermentações indesejáveis; inibidores de deterioração aeróbica e fontes de nutrientes e/ou adsorventes de umidade. Desta forma, deve-se definir qual o objetivo de uso do aditivo, para garantir resultados satisfatórios.

### Fontes de nutrientes e/ou adsorventes de umidade

Os aditivos adsorventes de umidade possuem alto teor de matéria seca, por este motivo são muito utilizados no Brasil, na ensilagem de capins. Esta característica permite elevar o teor matéria seca e reduzir a produção de efluentes. Alguns destes aditivos estimulam a microflora do material ensilado pelo fornecimento de carboidratos solúveis, estimulando a atividade fermentativa e melhorando o valor nutritivo. Estes são normalmente fontes de carboidratos, cereais, farelos, entre outros, sendo o mais utilizado atualmente a polpa cítrica peletizada (ÁVILA et al., 2006; SANTOS et al., 2010; ANDRADE et al., 2010). Uma vez que apresenta conteúdo de NDT variando entre 83 e 88% e teor de MS de 88,44%, além de carboidratos solúveis totais variando entre 11 e 43,1% (REIS e ROSA, 2001). Quando utilizado em quantidade adequada contribui para redução de perdas e elevação do seu peso em até 145%, preservando os nutrientes que seriam perdidos pela fermentação secundária e armazenamento (RIBEIRO et al., 2009).

A polpa cítrica, é um subproduto da agroindústria de suco de laranja, obtido após prensagens do bagaço e redução da umidade para 25-35% e posterior secagem até 90% de MS para então ser peletizada e comercializada (GRIZOTTO et al., 2017), seu emprego na ensilagem tem proporcionado resultados expressivos em diversas pesquisas.

Bernardes et al. (2005) observaram benefícios quanto ao uso da polpa no perfil fermentativo e microbiológico em silagem de capim-Marandu e Rodrigues et al. (2005) utilizando capim-elefante citaram que o alto teor de carboidratos solúveis da polpa melhorou a atividade fermentativa e o valor nutricional da silagem com adição de 4,7 a 7,6% de polpa cítrica peletizada.

Todavia, um dos entraves do uso da mesma na ensilagem é o seu custo, que oscila em função do mercado (PEREIRA et al., 1999). Quanto a proporção de polpa cítrica a ser utilizada na ensilagem de capins, Bergamaschine et al. (2006) citaram que os melhores resultados obtidos variaram com a inclusão entre os níveis de 4 e 15%.

Ao avaliarem o efeito do grau de compactação e inclusão de 5% de polpa cítrica associado ao emurchecimento da forragem no valor nutritivo de silagens de capim-Tanzânia, Tavares et al. (2009), reportaram que a densidade de compactação acima de 500 Kg/m<sup>3</sup> proporcionou redução do pH e do N-NH<sub>3</sub>. Além disto, a inclusão de polpa associada ao emurchecimento reduziu as perdas por efluente e gases das silagens.

Yasuoka et al. (2015), ao avaliar o efeito da inclusão de níveis de polpa cítrica (0, 10, 20 e 30%) na qualidade da silagem do capim-Xaraés com 54 dias. Observaram que a inclusão da polpa não influenciou os teores de MS, mas reduziu os teores de PB (10,19, 9,7, 9,48 e 8,8%). Os teores de FDN e FDA diminuíram à medida que houve adição da polpa, 67,53, 66,38, 63,97 e 63,26%; e 35,43, 35,56, 35,03 e 33,72%, respectivamente. Quanto ao pH somente o nível de inclusão de 30% diferiram dos demais (4,08). Os autores citam que a inclusão de 30% de polpa na silagem de capim-Xaraés é indicada por melhorar a qualidade da fração fibrosa, mantendo aceitáveis os valores de pH. Contudo, Rodrigues et al. (2005), citam que os níveis de inclusão abaixo 4,7 e acima de 7,6 podem comprometer a atividade fermentativa ou o valor nutritivo da silagem de capim-elefante.

Fica evidente que o uso de aditivos adsorventes de umidade na ensilagem de capins é dependente das características inerentes ao material ensilado, mas quando utilizado em quantidades adequadas proporciona aumento do teor de matéria seca, melhora o valor nutritivo e torna o ambiente favorável ao desenvolvimento de microrganismos desejáveis.

#### **Aditivos microbianos**

Os aditivos microbianos abrangem hoje, a classe de aditivos em mais rápida expansão e adoção. Os fabricantes preconizam que o uso deste melhora a atividade fermentativa, reduz as perdas de nutrientes e proporciona maior estabilidade da massa ensilada após abertura do silo. Ademais, destacam-se nas pesquisas científicas por apresentarem a vantagem de serem seguros, de fácil manipulação, não corrosivos e não poluírem o meio ambiente (ÁVILA et al., 2009).

Zapollatto et al. (2009), citam que o objetivo dos aditivos microbianos é impedir o crescimento de microrganismos aeróbicos, de microrganismos anaeróbicos indesejáveis como enterobactérias e clostrídeos, inibir a ação de proteases da planta forrageira, incluir microrganismos favoráveis a atividade fermentativa e melhorar a recuperação de matéria seca da massa ensilada, além de melhorar a qualidade sanitária.

Basicamente, os inoculantes microbianos contêm bactérias suplementares à população epífita da forragem e se dividem em dois grupos constituídos de bactérias homofermentativas e heterofermentativas, ou a combinação destas. O primeiro grupo caracteriza-se por microrganismos capazes de estimular uma rápida atividade fermentativa, com maior produção de ácido lático, menores teores de ácido acético e butírico, rápida queda do pH e maior recuperação de matéria seca. O segundo grupo representa os microrganismos que utilizam os ácidos disponíveis no material ensilado, além do ácido lático, produzem ácido acético, evitam o desenvolvimento de leveduras e fungos filamentosos sob baixo pH e permitem maior estabilidade das silagens expostas ao O<sub>2</sub> (McDONALD et al., 1991; ZAPOLLATTO et al., 2009; ÁVILA et al., 2009). A combinação destas bactérias, permite conciliar o efeito benéfico da elevada produção de ácido lático e rápida queda do pH com a produção de ácido acético, e maior estabilidade da massa ensilada após abertura do silo (RIBEIRO et al., 2009).

Contudo, a eficiência dos aditivos microbianos é dependente das características inerentes à forrageira ensilada e da população epífita da mesma, que é variável ao longo do seu ciclo e condições ambientais. Se a população epífita for maior do que o número de bactérias aplicadas, é difícil para as bactérias adicionadas competirem com as existentes no material ensilado (REIS e ROSA, 2001; POZZA et al., 2011). Segundo Zapollatto et al. (2009), é necessário cerca de 10<sup>8</sup> bactérias ácido lácticas/grama de forragem para rápida queda do pH. Porém, esta concentração é superior à fornecida pelos aditivos microbianos, deste modo o mesmo deve proporcionar rápida taxa de crescimento na massa recém-ensilada. Penteado et al. (2007), citam que a população epífita da forrageira antes da ensilagem é diferente da encontrada no processo fermentativo ou na própria silagem.

Em experimento Santos et al. (2011), ao avaliarem a população microbiana de capim-braquiária com 5 idades de rebrota na ensilagem. Registraram população de bactéria ácido láctica

variando entre  $10^4$  (30 dias de rebrota) e  $10^5$  (70 dias de rebrota) UFC/g de forragem. Pereira et al. (2007), registraram cerca  $10^5$  UFC/g de forragem no capim-elefante com 100 dias. Muitos trabalhos citam que a população epífita total de forragens frescas, antes da ensilagem, tem variado numa faixa entre  $10^5$  e  $10^9$  UFC/g de forragem. Ficando claro que condições de manejo e idade da planta afetam diretamente a população epífita da forrageira a ser ensilada (PENTEADO et al. 2007).

Ao avaliarem as populações microbianas, o pH, N-NH<sub>3</sub>/NT, as concentrações de ácidos orgânicos e o valor nutritivo de silagens de capim-braquiária com 5 idades de rebrota (30, 40, 50, 60 e 70) em diferentes tempos de fermentação 1, 3, 7, 14, 28 e 56 dias. Santos et al. (2011), observaram que as silagens apresentaram populações máximas de bactéria láctica no 7º dia de fermentação (8,9 log ufc/g) com 70 dias. As populações de enterobactérias persistiram na silagem até o 28º dia, com os valores máximos logo no primeiro dia de fermentação para 30 dias de rebrota (7,89 log ufc/g). Quanto ao pH foi observado uma estabilidade a partir do 7º dia de fermentação para 40, 50, 60 e 70 dias. Em relação ao N-NH<sub>3</sub>/NT, ocorreu redução com o avançar da idade de rebrota. Com valores de N-NH<sub>3</sub>/NT ao final do período de fermentação, variando de 22,49% (30 dias) a 10,21% de N total (70 dias). Quanto ao valor nutritivo somente a PB diminuiu com a idade de rebrota (6,72 a 3,55%). Com redução dos teores de MS, PB e FDN com o avanço do período fermentativo. A proporção de ácido láctico e acético aumentou com a idade de rebrota e período de fermentação, com valores ao final do período variando de 2,22% e 1,76% (30 dias) a 3,93% e 0,99% (70 dias).

Ferreira et al. (2011), em experimento observou que o uso de aditivos microbianos ( $10^5$  UFC/g de forragem fresca) reduziu a concentração de N-NH<sub>3</sub>/NT em silagens capim-elefante quando comparado ao tratamento controle, 8,10 e 5,90%, respectivamente. A inoculação proporcionou aumento dos teores de ácido láctico (4,9 para 6,1%), diminuiu os teores de ácidos acético (0,4 para 0,2%), butírico (0,02 para 0,01%) e propiônico (0,28 para 0,23%). Não houve diferença para os teores de MS e PB. Ocorreu redução do teor de FDN de 63,6 para 59,7% e um pequeno aumento da FDA de 29,90 para 30,06%, para as silagens inoculadas.

Ao avaliar o efeito de aditivo microbiano em combinação ou não com farelo de trigo sobre as perdas por gases, recuperação da MS, pH, N-NH<sub>3</sub>/NT, ácido láctico e o valor nutritivo de silagens de

capim-elefante. Zanine et al. (2007), observaram efeito da adição do farelo de trigo e da inoculação sobre as perdas por gases, recuperação da MS, pH e ácido láctico, sendo que o tratamento combinando apresentou menor valor de pH (4,01), maior valor de ácido láctico (4,25%) e menor perda por gás (0,53%). O maior teor de MS foi observado nas silagens com farelo de trigo, com (27,33%) ou sem inoculante (27,01%); contudo, apresentou menor teor de FDN, 54,40 e 56,11%, respectivamente. A inoculação reduziu o teor de hemicelulose, nas silagens com (32,93%) ou sem (28,61%) farelo de trigo, resultando em menor teor de FDN, quando comparadas às silagens não inoculadas (35,18%). Com aumento no teor de PB das silagens com os dois aditivos (11,99%).

Ohmomo et al. (2002) atribuem as variações dos resultados devido a existência de condições desfavoráveis ao uso dos aditivos microbianos em concentrações menores que  $10^6$  ufc/g de forragem e/ou forragens com menos 2% de carboidratos solúveis. O uso destes em silagens de capins pode auxiliar ou acelerar a atividade fermentativa. Porém, são dependentes da população epífita da forrageira e do manejo na ensilagem, mas conseguem garantir um número adequado de bactérias para fermentação.

Vale ressaltar, que grande parte dos aditivos microbianos apresenta em sua formulação uma associação de bactérias com enzimas fibrolíticas derivadas de subprodutos microbianos (PATRIZI et al., 2004). Utilizadas com o intuito de reduzir o conteúdo de fibra da silagem através da degradação parcial de polissacarídeos complexos. Aumentando a disponibilidade de substratos para atuação de microrganismos desejáveis, como as bactérias ácido lácticas homofermentativas, resultando em aumento da produção de ácido láctico e rápida queda do pH (REIS e ROSA, 2001; ZAPOLLATTO et al., 2009).

As principais enzimas fibrolíticas utilizadas são as hemicelulases, celulasas, pectinases e xilanase. Com uso recomendado sob duas perspectivas, à primeira para complementar a disponibilidade de carboidratos solúveis e a segunda para aumentar a fermentação e digestibilidade da matéria orgânica (CYSNEIROS et al., 2006).

Contudo, Patrizi et al. (2004) citam que os resultados de trabalhos obtidos com o uso de aditivo microbianos em associação com enzimas fibrolíticas têm apresentado resultados contraditórios. Bergamaschine et al. (2006), observaram que o uso desta associação em silagens de capim-Marandu com 60 dias (24% de MS) não afetou a composição

da silagem quando comparado com o tratamento controle. Para valores de pH (4,71) e N-NH<sub>3</sub>/NT (27,78%), ficou claro que o aditivo não foi eficiente em alterar o perfil fermentativo, proporcionando silagens semelhantes ao tratamento controle, que apresentou pH de 4,94 e N-NH<sub>3</sub>/NT de 37,78%.

Patrizi et al. (2004), também observaram que dentre os três aditivos utilizados, somente um foi eficiente em reduzir o pH (3,72) quando comparado com os demais que apresentaram pH variando de 4,07 a 5,35. Quanto às frações de FDN e lignina, estas foram menores no tratamento com o aditivo que proporcionou menor pH quando comparado com o tratamento controle, 70,73% e 81,79%; 6,58 e 7,52%, respectivamente. Por outro lado Pereira et al. (2007), avaliando silagens de capim-elefante produzidas ou não com aditivo microbiano com enzimas fibrolíticas, não observaram diferenças significativas entre as silagens, sem eficiência destes para melhorar o padrão fermentativo das mesmas.

Neste contexto, os possíveis problemas relacionados ao uso do aditivo microbiano com enzimas fibrolíticas, parecem ser as características inerentes à forrageira, além da concentração e tipo de aditivo utilizado. Assim, vale ressaltar que todos os aditivos devem ser utilizados com o intuito de corrigir as deficiências relacionadas às plantas ou atividade fermentativa. E o tipo de aditivo a ser utilizado dependerá do teor de matéria seca e carboidratos solúveis do material a ser ensilado, mas também das características do aditivo com base na sua classificação e função.

## Referências

- AMARAL, R.C.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. Características fermentativas e químicas de silagens de capim-marandu produzidas com quatro pressões de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.532-539, 2007.
- ANDRADE, I.V.O.; PIRES, A.J.V.; CARALHO, G.G.P.; VELOSO, C.M.; BONOMO, P. Perdas, características fermentativas e valor nutritivo da silagem de capim-elefante contendo subprodutos agrícolas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2578-2588, 2010.
- ÁVILA, C.L.S.; PINTO, J.C.; TAVARES, V.B.; SANTOS, Í.P.A. Avaliação dos conteúdos de carboidratos solúveis do capim-tanzânia ensilado com aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.648-654, 2006.
- ÁVILA, C.L.S.; PINTO, J.C.; FIGUEREDO, H.C.P.; MORAIS, A.R.; PEREIRA, O.G.; SCHWAN, R.F. Estabilidade aeróbia de silagens de capim-mombaça tratadas com *Lactobacillus buchneri*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.779-787, 2009.
- AZEVEDO, A.C.C.G.; COSTA, K.A.P.; COALLAO-SAEENZ, E.A.; DIAS, F.J.S.; CRUVINEL, W.S.; MENDES, D.F.; RIBEIRO, M.G. Chemical composition of xaraes and piata grass silage under wilting. **Global science and technology**, v. 05, p. 147-155, 2012.
- BERGAMASCHINE, A.F.; PASSIPÉRI, M.; VERIANO FILHO, W.V.; ISEPON, O.J.; CORREA, L.A. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurchecida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p.1454-1462, 2006.

## Conclusões

O uso de gramíneas do gênero *Megathyrsus* spp. para ensilagem contribui para aumentar o aproveitamento do excedente de forragem produzida no período chuvoso no período seco. No entanto, o baixo teor de matéria seca, a concentração de carboidratos solúveis e o alto poder tampão são fatores limitantes à ensilagem.

O provável benefício do emprego de técnicas que visam melhoria da atividade fermentativa, através do uso de aditivos ou emurchecimento, são alternativas para minimizar os fatores relacionados às características das plantas sobre as variáveis que limitam a atividade fermentativa como o pH, a concentração de ácidos orgânicos e o nitrogênio amoniacal. Vale ressaltar que estas técnicas não substituem os fatores inerentes à maturidade da forrageira e também não devem ser utilizadas para compensar o manejo inadequado das etapas de ensilagem.

Ademais quanto ao uso dos aditivos, os adsorventes de umidade são os mais utilizados na produção de silagens de capins, dentre todas as opções disponíveis a polpa cítrica peletizada é a mais empregada atualmente.

## Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos de Doutorado.

- BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; MOREIRA, A.L. Fermentative and microbiological profile of marandu-grass ensiled with citrus pulp pellets. **Scientia Agricola**, v.62, p.214-220, 2005.
- BERNARDES, T.F.; CHIZZOTTI, F.H.M. Technological innovations in silage production and utilization. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, p.629-641, 2012.
- COAN, R.M.; REIS, R.A.; GARCIA, G.R.; SCHON-ITURRINO, R.P.; FERREIRA, D.S.; RESENDE, F.D.; GURGEL, F.A. Dinâmica fermentativa e microbiológica de silagens dos capins tanzânia e marandu acrescidas de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p.1502-1511, 2007 (supl.).
- CYSNEIROS, C.S.S.; FRANCO, G.L.; ULHOA, C.J.; DIOGOS, J.M.S.; RAMOS, A.K.B. Efeito de enzimas fibrolíticas sobre a composição bromatológica de silagens de capins tropicais. **Ciência Animal Brasileira**, v.7, p. 1-10, 2006.
- EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; AMARAL, P.N.C.; PEREIRA, R.C.; SALVADOR, F.M.; SANTANA, R.A.V. Produção de silagem de capim-marandu (*brachiaria brizantha* stapf cv. marandu) com e sem emurchecimento. **Ciência Agrotécnica**, v. 28, p. 443-449, 2004.
- FERREIRA, D.J.; ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; LANA, R.P.; SILVA, W.L.; SOUZA, A.L.; PEREIRA, O.G. Perfil fermentativo e valor nutritivo de silagem de capim-elfante inoculada com *streptococcus bovis*. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, p. 1223-1228, 2011.
- GRIZOTTO, R.K.; BUENO, A.P.A.; CAMPOS, A.F.; SIQUEIRA, G.R.; MODESTO, R.T. Silagem do bagaço de laranja aditivada com polpa cítrica peletizada. **Boletim Industrial Animal**, v.74, p.17-26, 2017.
- 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 partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano**. 2002. 132p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHIMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.101-119, 2007.
- LIMA JÚNIOR, D.M.; RANGEL, A.H.N.; URBANO, S.A.; OLIVEIRA, J.P.F. MACIEL, M.V. Silagem de gramíneas tropicais não graníferas. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 10, p. 01-11, 2014.
- LOURES, D.R.S. GARCIA, R.; PEREIRA, O.G.; CECON, P.R.; SOUZA, A.L. Características do Efluente e Composição Químico-Bromatológica da Silagem de Capim-Elefante sob Diferentes Níveis de Compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1851-1858, 2003 (Supl. 2).
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcomb Publications, 1991. 340p.
- MONTEIRO, I.J.G.; ABREU, J.G.; CABRAL, L.S.; RIBEIRO, M.D.; REIS, R.H.P. Silagem de capim-elfante aditivada com produtos alternativos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, p. 347-352, 2011.
- NEUMANN, M.; MÜHLBACH, P.R.F.; NÖRNBERG, J.L.; RESTLE, J.; OST, P.R. Efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho (*Zea mays* L.) sobre as perdas durante o processo fermentativo e o período de utilização das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1395-1405, 2007.
- 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.3p. 187-195, 2010.
- OHMOMO, S.; TANAKA, O.; KITAMOTO, H.K.; CAI, K. Silage and microbial performance, old story but new problems. **Japan Agricultural Research Quarterly: JARQ**, v. 36, p. 59-71, 2002.
- OLIVEIRA, E.R.; MONÇÃO, F.P.; MOURA, L.V.; GABRIEL, A.M.A.; TONISSI, R.H.; GÓES, B.; LEMPP, B.; NASCIMENTO, F.A. Valor nutricional de silagem de capim-mombaça com aditivos agroindustriais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, p. 1543-1556, 2014.
- PATRIZI, W.L.; MADRUGA JÚNIOR, C.R.F.; MINETTO, T.P.; NOGUEIRA, E.; MORAIS, M.G. Efeito de aditivos biológicos comerciais na silagem de capim-elfante (*Pennisetum purpureum* Schum). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, p.392-397, 2004.
- PENTEADO, D.C.S.; SANTOS, E.M.; DE CARVALHO, G.G.P.; DE OLIVEIRA, J.S.; ZANINE, A.M.; PEREIRA, O.G.; FERREIRA, C.L.L.F. Inoculação com *lactobacillus plantarum* da microbiota em silagem de capim-mombaça. **Archivos de Zootecnia**, v.56, p. 191-202. 2007.

- PEREIRA, R. C.; BANYS, V. L.; SILVA, A. C.; PEREIRA, R. G. A. Adição de polpa cítrica peletizada na ensilagem de capim-elefante (*pennisetum purpureum* schum) cv. cameroon. **Revista Uni Alfenas**, v.5, p. 147-152, 1999.
- PEREIRA, O.G.; ROCHA, K.D.; FERREIRA, C.L.L.F. Composição química, caracterização e quantificação da população de microrganismos em capim-elefante cv. Cameroon (*Pennisetum purpureum*, Schum.) e suas silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1742-1750, 2007.
- POZZA, M.S.S; POZZA, P.C.; TSUTSUMI, C.Y.; ALMEIDA, R.Z.; NUNES R.V.; SABEDOT, M.A.; ZAMBOM, M.A. Populações microbianas e composição química de silagem de milho. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.10, p 91-99, 2011.
- RÊGO, A.C.; OLIVEIRA, M.S.; SIGNORETTI, R.D. Importância do tamanho de partícula e do uso de inoculante bacteriano em silagens. **Revista Colombiana de Ciência Animal**, v.7, p. 88-99, 2015.
- RIBEIRO, J.L.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B.; QUEIROZ, O.C.M.; SANTOS, M.C.; SCHMIDT, P. Efeitos de absorventes de umidade e de aditivos químicos e microbianos sobre o valor nutritivo, o perfil fermentativo e as perdas em silagens de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.230-239, 2009.
- REIS, R.A.; ROSA, B. Suplementação Volumosa: conservação do excedente. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; SILVA, S.C.; FARIA, V.P. (Ed.). Planejamento de Sistemas de Produção em Pastagens. Simpósio Sobre Manejo da Pastagem, 18ª, 2001, São Paulo. Anais...Piracicaba: FEALQ, 2001. P. 233-255.
- REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. 1ª ed. Jaboticabal, SP: FUNEP/UNESP, 2013. 714p.
- 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, p.1138-1145, 2005.
- SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M. Silagem de gramíneas tropicais. **Colloquium Agrariae**, v. 2, p. 32-45, 2006. DOI: 10.5747/ca.2006.v02.n1.a21.
- SANTOS, M.V.F.; GÓMEZ CASTRO, A.G.; PEREA, J.M.; GARCÍA, A.; GUIM, A.; PÉREZ HERNÁNDEZ, M. Fatores que afetam o valor nutritivo de silagens de forrageiras tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, p. 25-43, 2010.
- SANTOS, E.M.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R.G.; FERREIRA, C.L.L.F.; OLIVEIRA, J.S.; SILVA, T.C.; ROSA, L.O. Microbial populations, fermentative profile and chemical composition of signalgrass silages at different regrowth ages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.747-755, 2011.
- TAVARES, V.B.; PINTO, J.C.; EVANGELISTA, A.R.; FIGUEREDO, H.C.F.; ÁVILA, C.L.S.; LIMA, E.F. Efeitos da compactação, da inclusão de aditivo absorvente e do emurhecimento na composição bromatológica de silagens de capim-tanzânia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.40-49, 2009.
- VASCONCELOS, W.A.; SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M.; PINTO, T.F.; LIMA, W.C.; EDVAN, R.L.; PEREIRA, O.G. Valor nutritivo de silagens de capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) colhido em função de idades de rebrotação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, p.874-884, 2009.
- VILELA, D.; FERREIRA, R.P.; FERNANDES, E.N.; JUNTOLLI, F.V. **Pecuária de leite no Brasil: cenários e avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 435p.
- YASUOKA, J.I.; MEIRELLES, P.R.L.; SILVA, M.G.B.; GRANUZZO, J.T.; SILVA, M.P. Efeito da inclusão de polpa cítrica na ensilagem de capim-xaraés. **Boletim Industrial Animal**, v.72, p.298-303, 2015.
- WASCHECK, R.C.; MOREIRA, P.C.; COSTA, D.S.; DUTRA, A.R.; FERREIRA NETO, J.F.; MOREIRA, L.; CAMPOS, R.M.; LAFORGA, C.S.; REZENDE, P.L.P.; RABELO, N.A. Características da silagem de capim colômbio (*panicum maximum*, jacq) submetido a quatro tempos de emurhecimento pré-ensilagem. **Revista Estudos**, v.35, p. 385-399, 2008.
- ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D.J.; PINTO, L.F.B.; PEREIRA, O.G. Características fermentativas e composição químico-bromatológica de silagens de capim-elefante com ou sem *lactobacillus plantarum* e farelo de trigo isoladamente ou em combinação. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, p. 621-628, 2007.
- ZAPOLLATTO, M.; DANIEL, J.L.P.; NUSSIO, L.G. Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.170-189, 2009.