

- HARRISON, J. H.; JOHNSON, L.; RILEY, R.; XU, S.; LONEY, K.; HUNT, C. W.; SAPIENZA, D. Effect of harvest maturity of whole plant corn silage on milk production and component yield, and passage of corn grain and starch into feces. *J. of Dairy Science*, 1996 v. 79, p. 149. Supplement 1.
- NUSSIO, L. C. Avaliação de cultivares de milho (*Zea mays*, L.) para ensilagem através da composição química e digestibilidade *in situ*. Dissertação de Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1997.
- NUSSIO, L. G. Culturas de milho para produção de silagem de alto valor alimentício. In: Anais do 4º Simpósio sobre Nutrição de Bovinos. Tema: milho e Sorgo na Alimentação de Bovinos. FEALQ, 1991.
- PENATI, M. A. Relação de alguns parâmetros agrônomicos e bromatológicos de híbridos de milho (*Zea mays* L.) com a produção, digestibilidade e teor de matéria seca da planta. Dissertação de Mestrado. - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1995.
- ROTH, L. S.; MARTEN, G. C.; COMPTON, W. A.; STUTHMAN, D. D. Genetic variation of quality traits in maize (*Zea mays*, L.) forage. *Crop Science*, 1970, v. 10, p. 365.
- RUPPEL, K. A. Economics of silage management practices: what can I do to improve the bottom line of my ensiling business? *Storage Methods- Silage: Field to Feedbunk*. Proceedings from The North American Conference, Hershey, PA, USA, NRAES, 1997, 465p.
- RUSSEL, J. R. Influence of harvest date on the nutritive value and ensiling characteristics of maize stover. *Animal of Feed Sci. and Tech.*, 1986, v. 14, p. 11.
- RUSSEL, J. R.; IRLBECK, N. A.; HALLAUER, A. R.; BUXTON, D. R. Nutritive value and ensiling characteristics of maize herbage as influences by agronomic factors. *Animal Feed Sci and Tech.*, 1992, v. 38, p. 11.
- SAPIENZA, D. A. Analytical methodologies to analyze forages and grains. Pioneer Hybrid International Pre-Conference Symposium. 1996 Cornell Nutrition Conference For Feed Manufacturers, Rochester, NY, USA.
- VAN SOEST, P. J. Environment and Forage quality. In: Cornell Nutrition Conference for feed manufacturers, 1996, Rochester, NY, USA, p. 1-9.
- VAN SOEST, P. J.; HALL, M. B. Fiber synthesis in plants: Predicting digestibility of corn silage from weather data. In: Cornell Nutrition Conference for feed manufacturers, 1998, Rochester, NY, USA, p. 192-196.

# SILAGEM DE SORGO

Cláudio Prates Zago

## 1. INTRODUÇÃO

A conservação do excesso de forragem, produzida na época de abundância, para suprir as necessidades de alimentação dos animais nos meses de escassez é fundamental para a manutenção de um programa sustentado de produção animal.

A ensilagem e a fenação são os métodos mais utilizados de conservação de forragem; ambos de fácil execução, representam processos inteiramente diferentes, satisfazendo de maneira diversa às necessidades nutricionais dos animais nos períodos de carência de pasto verde (Alves e Silva, 1936).

Com a paulatina substituição dos sistemas extensivos de produção de leite ou carne, por sistemas intensivos, baseados na maximização da expressão do potencial genético dos bovinos, observou-se crescente demanda por silagem de boa qualidade (Nogueira, 1995).

As culturas de milho e sorgo têm sido as espécies mais utilizadas no processo de ensilagem, por sua facilidade de cultivo, altos rendimen-

1. Pesquisador de Sorgo - Híbridos Colorado Ltda.  
Rod. SP-345, km 131 - CEP 14790-000 - Guatira, SP  
Fone: (017) 331-2060 - e-mail: zagocol@enetec.com.br

*Silagem de Sorgo*

los e especialmente pela qualidade da silagem produzida, sem necessidade de aditivo para estimular a fermentação.

(1) sorgo pode ser plantado no Centro-Sul do Brasil de agosto até meados de abril e seu uso para silagem se justifica pelas suas características agrônômicas, como alta produção de forragem, maior tolerância à seca e ao calor, capacidade de explorar maior volume de solo, por apresentar um sistema radicular abundante e profundo; pela possibilidade de se cultivar a rebrota, com produção que pode atingir até 60% no primeiro corte, quando submetido a manejo adequado.

A variabilidade genética para características nutricionais, nesta espécie, tem permitido um eficiente trabalho de melhoramento, com o desenvolvimento de híbridos modernos de alto valor nutritivo que proporcionam alto desempenho animal semelhante aos obtidos com silagem de bons híbridos de milho.

A cultura de sorgo é uma das que mais cresce no País, em 1991/92, segundo informações do Grupo Pró-Sorgo plantaram-se no Brasil em torno de 55.000 ha de sorgo destinados à forragem. Neste ano agrícola (1998/99) a área de sorgo forrageiro deve atingir 250.000 ha. A área de sorgo granífero deve atingir nesta safinha 700.000 ha, com uma produção de grãos da ordem de 1.700.000 t; portanto, esta cultura passa a ter importância estratégica no abastecimento de grãos e forragem do País, podendo contribuir com o equilíbrio nos estoques reguladores de grãos energéticos e com o crescimento sustentado da pecuária por garantir a oferta de alimentos, com redução de custos, permitindo maior competitividade ao setor.

**2. COMPOSIÇÃO DA FORRAGEM**

Quando o sorgo é colhido para silagem, a cultura deverá ter acumulado o máximo de matéria seca. O açúcar produzido pela fotossíntese nas folhas é translocado para as panículas, através do colmo e estocado nos grãos.

Podemos subdividir as plantas em três frações - colmo, folhas e panículas. Estas três frações diferem não apenas em composição química como também na sua participação relativa na produção de matéria seca total, tendo grande influência sobre a composição e valor nutritivo da silagem.

*Anais do 7º Simpósio sobre Nutrição de Bovinos**Alimentação Suplementar*

Os dois mais importantes componentes químicos do sorgo para silagem são os carboidratos e proteínas. Existem dois tipos de carboidratos nas plantas, que são encontrados no conteúdo celular e na parede celular (carboidratos estruturais e não estruturais). Os carboidratos estruturais encontrados na parede celular são a celulose, hemicelulose e lignina e os carboidratos não estruturais, encontrados no conteúdo celular são principalmente amido e açúcares solúveis em água, esta de vital importância na preservação da forragem ensilada (Wilkinson, J.M., 1978) (Quadro 1).

O conteúdo de proteína é baixo em relação a outras gramíneas forrageiras, especialmente as de clima temperado.

Estudos do efeito da composição química da planta sobre o valor nutritivo têm mostrado que os carboidratos estruturais afetam tanto a taxa de consumo como a digestibilidade, influenciando, portanto, o desempenho animal.

Quando a planta ou parte da planta têm alto conteúdo de parede celular, especialmente lignina, como no caso do colmo, a digestibilidade é baixa e a performance animal é restrita.

O sorgo tem um alto conteúdo de carboidratos não estruturais, que resulta em alta digestibilidade e energia, comparado com outras forrageiras.

Quadro 1. Composição média aproximada de milho e sorgo para silagem.

Composição	% da MS		
	Sorgo de Porte Alto	Sorgo de Porte Médio/Baixo	
Carboidratos não estruturais	Açúcares	18	10
	Amido	12	25
Carboidratos estruturais	Hemicelulose	32	26
	Celulose	21	23
	Lignina	5	4
Proteína Bruta	8	8	
Minerais	4	4	

### 3. MUDANÇAS QUE OCORREM DURANTE A FERMENTAÇÃO

A rigor, o ciclo fermentativo de uma silagem de sorgo bem feita se completa com 21 dias. Após esse período, os principais processos fermentativos já ocorreram e a silagem já se encontra estabilizada, podendo o silo ser aberto e a silagem consumida. Um silo bem vedado pode conservar a silagem em perfeitas condições por vários anos.

Quadro 2. Mudanças médias que ocorrem durante o processo de ensilagem em sorgo de diferentes portes.

	Material original	1 dia após ensilagem	7 dias após ensilagem	14 dias após ensilagem	28 dias após ensilagem	56 dias após ensilagem
Matéria seca (%)	26,0	27,0	28,0	27,9	28,3	27,7
Proteína Bruta (% MS)	8,96	9,00	8,90	9,00	9,00	8,81
Carboidratos solúveis (% MS)	12,26	6,77	1,66	1,23	1,04	1,02
Amido (% MS)	21,54	21,06	21,29	21,02	21,91	21,28
Ácido Lático (% MS)	—	1,72	4,36	5,24	4,91	5,21
Hemicelulose (% MS)	28,39	29,08	27,78	27,57	26,98	27,21
Celulose (% MS)	22,89	23,11	22,82	22,93	22,53	24,12
Lignina (% MS)	4,74	4,66	4,66	4,55	4,32	4,58
DIMS	60,26	58,98	58,35	58,36	57,10	56,82
pH	—	4,24	3,75	3,70	3,69	3,68

Adaptado de Nogueira, 1995; Borges, 1995 e Bernardino, 1996.

Os dados acima (Quadro 2) representam valores médios encontrados por Nogueira, 1995, Borges 1995 e Bernardino 1996, que avaliaram em laboratório as alterações na composição bromatológica de sorgos para silagem de porte baixo, médio e alto respectivamente.

Para alguns parâmetros não houve alterações significativas durante o processo de fermentação, como matéria seca, proteína bruta, amido, digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIMS), celulose e lignina. A hemicelulose na média dos ensaios não mostrou alteração significativa; entretanto, Nogueira 1995, trabalhando com sorgo de porte baixo ou duplo propósito, mostrou que houve redução significativa de hemicelulose, sugerindo a hidrólise deste componente, sendo utilizado como substrato para a produção de ácidos graxos.

A concentração de carboidratos solúveis decresce rapidamente; com apenas um dia de fermentação, sua concentração já se reduz a praticamente 50% do conteúdo original, praticamente atingindo a estabilidade após sete dias de ensilagem.

Após um dia de fermentação as bactérias lácticas já estavam ativas e grande parte do ácido lático já havia sido formado, reduzindo, conseqüentemente, o pH do meio; entre 7 e 14 dias conclui-se que a estabilidade da silagem foi atingida e as alterações que ocorrem a partir daí são insignificantes.

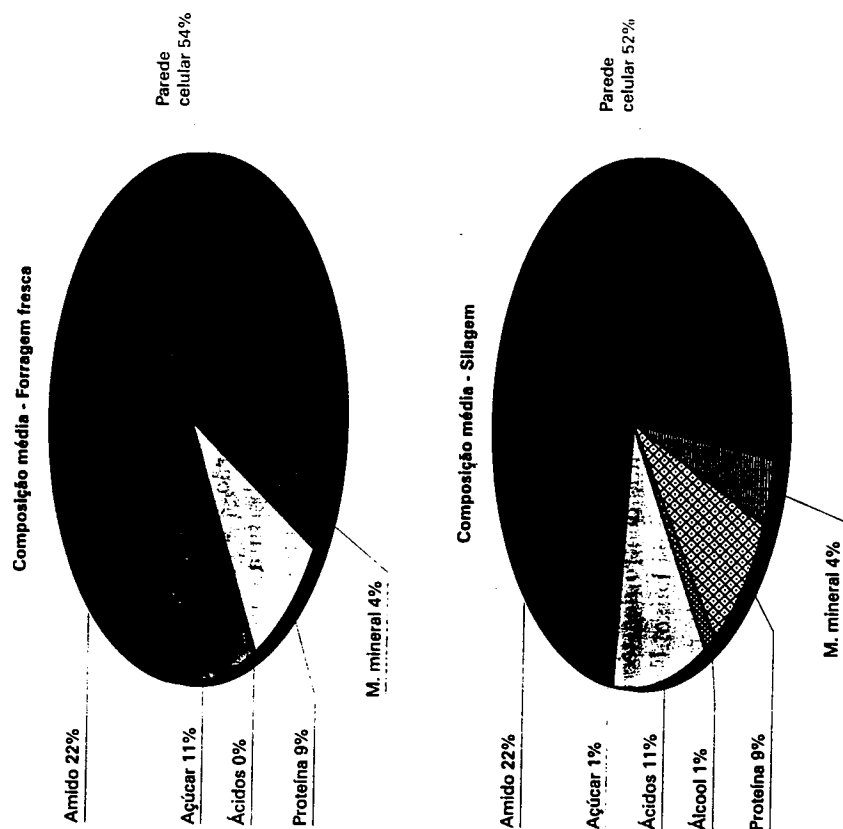


Gráfico 1. Composição média da forragem de sorgo antes e depois da silagem.

*Silagem de Sorgo*

Portanto, as alterações significativas que ocorrem durante o processo de ensilagem são a formação de ácidos graxos, consumindo praticamente todo o carboidrato solúvel e hidrólise de parte da hemicelulose, não havendo alterações nas porcentagens de amido, matéria mineral e proteína bruta.

**3.1. Fermentações após a abertura**

A redução do pH favorece a preservação da silagem mas não a garante após a abertura do silo. A silagem é um material estável mas não é estático. Ao entrar em contato com o ar as populações de bactérias aeróbicas, fungos e leveduras voltam a crescer e atuar negativamente sobre o material ensilado. O contato com o ar é inevitável mas seus efeitos podem ser minimizados. Uma deterioração mais lenta ou mais rápida da silagem vai depender da silagem ter sido feita ou não com técnicas apropriadas.

Um exemplo disso é a compactação - quanto mais compactada, menor será a penetração de  $O_2$  após a abertura e menor a presença e atuação das bactérias indesejáveis. Outro, é o percentual de ácido láctico em relação aos demais ácidos - quanto maior, mais estável é a silagem ao contato com o ar. Outro fator que está associado à facilidade de deterioração é a presença de bactérias do solo e de fungos na silagem. A contaminação por esses organismos ocorrem geralmente quando a cultura é irrigada com estercor líquido, ou quando ocorrem chuvas próximas à colheita. A água ao cair pode respingar nas plantas microorganismos indesejáveis presentes no solo. Eles seguem com o material para dentro do silo, esperando apenas o contato com o ar para proliferarem.

Silagens que se estragam e se aquecem facilmente após a abertura do silo são silagens que não foram feitas dentro das técnicas ideais e, com certeza, apresentam valor nutritivo mais baixo. Essa predisposição à deterioração mais rápida e ao desenvolvimento mais fácil de fungos e mofo pode causar um grande impacto negativo no consumo diário de MS pelos animais. Em certos casos, dependendo do nível de contaminação, a silagem pode tornar-se tóxica.

Em geral, se a fermentação foi boa na fase de ensilagem (em outras palavras, se houve boa picagem, compactação, rapidez no enchi-

*Anais do 7º Simpósio sobre Nutrição de Bovinos**Alimentação Suplementar*

mento do silo, bom teor de MS no material ensilado, etc.) menores serão os efeitos negativos do  $O_2$  após a abertura do silo. Silagens com má fermentação (alto N-não-protéico, ácido butírico ou acético) são geralmente as menos estáveis após a abertura do silo.

Para evitar a atuação negativa do  $O_2$  na superfície exposta da silagem, uma quantidade mínima deve ser retirada diariamente do silo. Recomenda-se, no Brasil, pelas nossas condições tropicais, para silagens bem feitas de sorgo, que a camada mínima seja de 15 cm. Fazendo isso, reduz-se o tempo de exposição da silagem ao  $O_2$ .

Nos silos tipo trincheira, o fato de manter a superfície exposta da silagem coberta com a própria lona de proteção não é aconselhável porque irá favorecer um ambiente de calor e umidade, favoráveis à deterioração da silagem. A umidade será proveniente da fermentação aeróbica da silagem e o calor será consequência da mesma fermentação somada à da radiação solar que incide sobre a lona. A temperatura elevada acelera o crescimento bacteriano e a alta umidade favorece o aparecimento de fungos e leveduras. Sugerimos não cobrir a face exposta do silo com a lona. O que deve ser colocada é uma proteção acima da silagem. Essa proteção deve ser móvel para poder acompanhar a abertura do silo durante toda a sua utilização.

**3.2. Proteína e outros compostos nitrogenados**

A silagem de sorgo é relativamente pobre em proteína bruta, comparada com a de outras plantas forrageiras. Normalmente a porcentagem de proteína bruta está entre 7 e 10% na matéria seca, ocorrendo pequenas mudanças durante a ensilagem.

Ocorrem mudanças na composição das frações, como resultado do processo de ensilagem. Na colheita o nitrogênio protéico representa 75 - 85% de N total; o restante consiste principalmente de aminoácidos livres e aminas e peptídeos. A quantidade de amônia livre é normalmente menor que 1%.

Depois de ensilada, a proteína é rapidamente degradada pela atividade enzimática. Silagem de sorgo geralmente contém ao redor de 50% de nitrogênio protéico, dependendo do conteúdo da matéria seca no momento da ensilagem. Outra fração é composta de peptídeos,

aminoácidos livres e uma fração de nitrogênio amoniacal, que raramente ultrapassa 10% (Wilkinson, J. M. 1978). O Gráfico 2, adaptado de Wilkinson, J. M. 1978, representa as mudanças médias na composição dos compostos nitrogenados durante o processo de ensilagem.

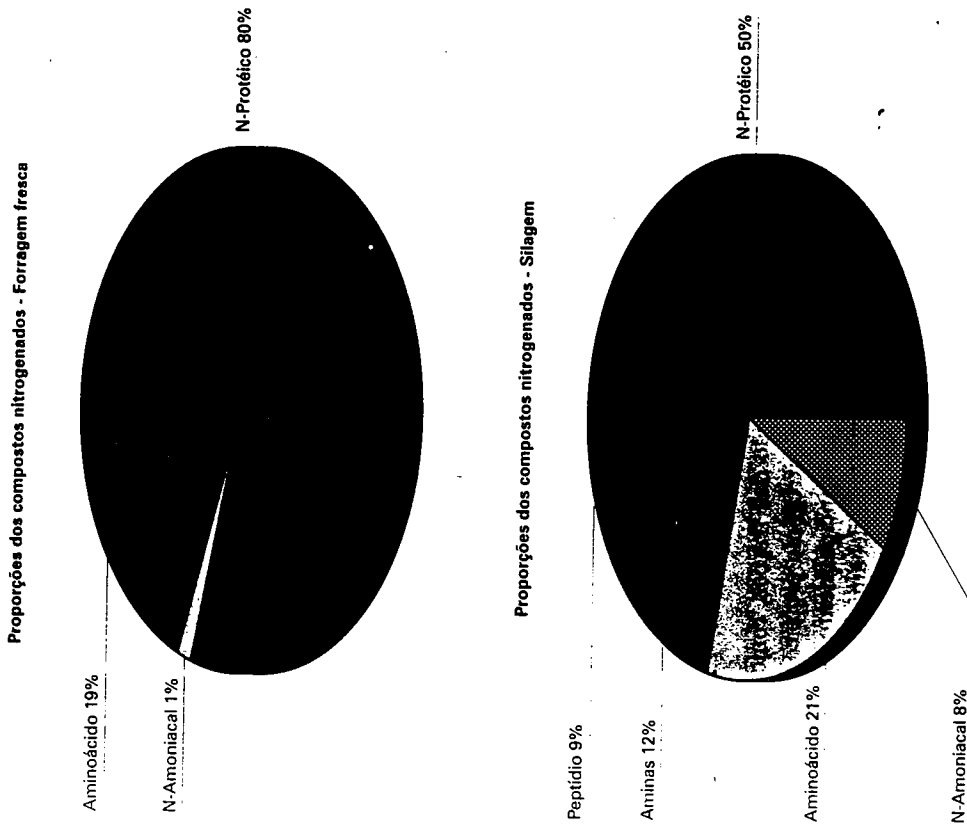


Gráfico 2. Prováveis mudanças na composição dos compostos nitrogenados durante o processo de ensilagem.

#### 4. EFEITO DO CONTEÚDO DE MATÉRIA SECA

O conteúdo de matéria seca desempenha papel fundamental na confecção de silagem, quer aumentando a proporção de nutrientes e facilitando os processos fermentativos quer diminuindo a ação de microrganismos do gênero *Clostridium*, responsáveis pela produção de ácido butírico e degradação da fração protéica, com conseqüente redução do valor nutricional da silagem. Quanto maior a umidade menor será o pH limite para inibir esse crescimento; mesmo com níveis adequados de carboidratos solúveis para promover fermentação láctica, silagens muito úmidas, tanto de milho quanto de sorgo, são pouco desejáveis devido ao menor consumo voluntário, reduzindo o desempenho animal, como pode ser observado no quadro abaixo, onde Huber et al., 1965, mostraram que apenas com a escolha do momento mais adequado para a colheita - ponto de grão farináceo - a porcentagem de matéria seca se eleva para 33%, a produção de espiga para 51%, maximizando o consumo de matéria seca e a produção de leite (Quadro 3).

Quadro 3. Influência da maturidade sobre o valor nutritivo de silagem de milho.

Estágio de maturidade	% de MS	% de Espiga	kg de leite/vaca/dia	Consumo de MS (% PV)
Leitoso	25	37	17,2	1,95
Farináceo	30	47	18,4	2,13
Farináceo duro	33	51	19,1	2,30

Fonte: Huber et alii, 1965.

Além disto, silagem com menor teor de umidade tem menor custo de transporte, pois cada vazão ou carreta leva maior quantidade de matéria seca. Silagens com alto teor de umidade produzem maior quantidade de efluentes, responsáveis pela perda de nutrientes de alta digestibilidade.

A produção de efluentes reduz com o aumento do teor de matéria seca, chegando em condições normais a níveis próximo de zero, quando o teor de matéria seca chega a 30%.

Por outro lado, silagens com alto teor de matéria seca têm grande tendência a produção de calor e crescimento de fungos devido à dificul-

## Silagem de Sorgo

dade de compactação e exclusão do oxigênio; além disso, o material mais seco, por ter menor calor específico, sofre aumento de temperatura maior com a mesma quantidade de calor produzido pela fermentação; por isso as perdas pelo calor são maiores em materiais mais secos.

## 5. EFEITO DO ESTÁGIO DE DESENVOLVIMENTO DA PLANTA

Vários ensaios de digestibilidade *in vitro* da matéria seca e determinação de componentes da porção fibrosa e diversos outros parâmetros nutricionais foram realizados comparando diferentes teores de matéria seca e estágios de maturação do material ensilado. No Quadro 4, apresentamos alguns dados obtidos por Andrade & Carvalho (1992).

Híbridos de sorgo no estágio de grão leitoso normalmente apresentam maiores coeficientes de digestibilidade da porção fibrosa. No entanto, o rápido aumento da proporção de grãos e, conseqüentemente, de amido altamente digestível que ocorre com o amadurecimento, compensa a diminuição da digestibilidade da porção fibrosa, mantendo inalterada a digestibilidade da matéria seca.

**Quadro 4.** Médias dos teores de matéria seca (MS), fibra bruta (FB), proteína bruta (PB), digestibilidade aparente da matéria seca (DMS) e da fibra bruta (DFB) das silagens de sorgo AG-2002 e BR-506, obtidas por Andrade & Carvalho (1992).

Estágios de maturação (grãos)	AG-2002					BR-506				
	MS	FB	PB	DMS	DFB	MS	FB	PB	DMS	DFB
Leitoso	23,20	33,55	5,36	57,27	51,20	26,60	31,40	6,11	61,37	54,23
Farináceo	30,30	24,32	5,86	61,67	42,23	28,20	25,85	5,06	63,70	52,17
Duro	31,00	28,76	5,47	59,03	43,47	29,20	28,02	5,37	61,97	44,17

Adaptado de: Andrade & Carvalho (1992).

JOHNSON, et al. (1973), estudando o efeito da maturação da planta de sorgo, relatam que o aumento no teor de matéria seca da panícula, durante a maturação, é o maior responsável pela queda da umidade da planta total, como mostramos no Quadro 5.

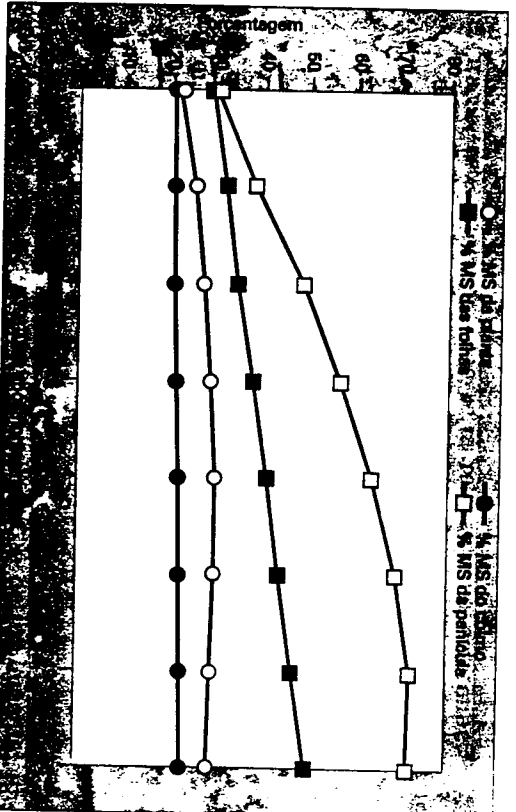
## Anais do 7º Simpósio sobre Nutrição de Bovinos Alimentação Suplementar

**Quadro 5.** Porcentagem de matéria seca da planta total, colmos, folhas e paniculas, em diferentes estágios de colheita.

Estágio de colheita	Planta inteira	Colmos	Folhas	Paniculas
Emergência da panícula	26,2	15,8	22,8	22,8
Grão leitoso	29,1	29,3	21,7	26,8
Grão leitoso farináceo	33,2	20,0	27,4	43,6
Grão farináceo	43,1	18,8	34,2	61,1
Grão duro	52,9	23,3	64,6	75,4

Dados semelhantes foram observados por ZAGO (1991), quando comparou as porcentagens de matéria seca da planta total e parte das plantas, média de 3 híbridos de porte alto, médio e baixo.

No Gráfico 3, são apresentadas as curvas de regressão da porcentagem de MS da planta total e partes da planta em função do número



**Gráfico 3.** Aumento médio da porcentagem de matéria seca da planta e das partes de sorgo em função da época de colheita.

de dias após o florescimento e suas respectivas equações (média dos 3 híbridos).

Tomou-se como ponto de origem para elaboração das curvas, 7 dias após o florescimento.

A taxa de aumento da porcentagem de matéria seca da panicula em função do número de dias após o florescimento ( $b=1,81$ ) é maior que nas demais partes da planta, colmo ( $b=0,10$ ) e folhas ( $b=0,45$ ), evidenciando a importância da participação da panicula na elevação da porcentagem de matéria seca da planta.

Durante o processo de maturação, do florescimento ao estágio de grão duro, há redução no teor de proteína bruta e na digestibilidade da matéria seca das partes vegetativas da planta (colmo e folhas). No entanto, neste período a produção de nutrientes aumenta acentuadamente, principalmente naqueles cultivares de mais produção de grãos, em

função da elevada translocação de nutrientes para as paniculas. No gráfico 4 são mostradas as curvas de regressão da produtividade de matéria seca total da planta, média de três híbridos contrastantes em porte, em função do número de dias após o florescimento.

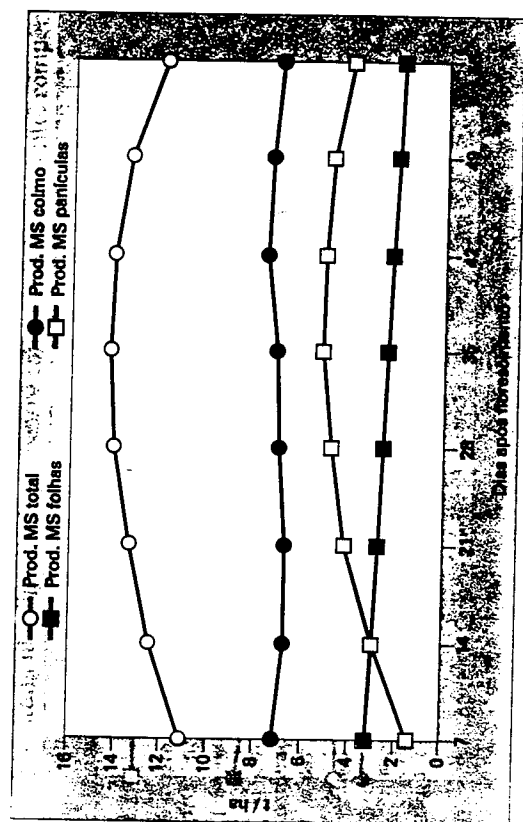
Após o florescimento houve aumento médio de 28% na produtividade de matéria seca (11,2 para 14,3 t MS/ha) até o ponto de máximo acúmulo (28 dias após o florescimento). Neste intervalo a produção de colmos permanece praticamente inalterada e a produção de folhas decresce. Portanto, o aumento na produção total é função praticamente exclusiva do acúmulo de matéria seca na panicula.

Correa, 1996, avaliando três híbridos de sorgo, um de porte alto e dois de porte médio, concluiu que há aumento significativo na porcentagem de paniculas e consequente redução nas porcentagens de colmo e folhas com o avanço da maturidade. O teor de matéria seca se mostrou crescente, atingindo o ponto adequado para ensilagem (30%) em torno da quarta semana após o florescimento.

Avaliando-se o parâmetro proteína bruta, apesar da redução com a maturação, este parâmetro não seria relevante na determinação do ponto de ensilagem.

A fração fibrosa e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca são importantes referências do valor nutricional das silagens. Os híbridos apresentaram redução significativa das frações fibrosas, indicando a importância da formação dos grãos na redução dos teores de fibra. Com relação à DIMS não houve grandes variações, mantendo-se constante até a quarta semana após o florescimento, apresentando a partir daí uma queda, sugerindo que outros fatores como a queda na digestibilidade da parte vegetativa podem se contrapor ao aumento da porcentagem de grãos na definição da DIMS do material.

Alguns fatores podem exercer influência sobre a densidade, como tamanho da panicula e intensidade de compactação. Entretanto, o estágio de maturação, no momento da colheita, é de fundamental importância, uma vez que, quanto menor o teor de umidade, maior a dificuldade de compactação. O trabalho de Correa, 1996, mostra que, a partir de 35 dias após o florescimento, a densidade da silagem se reduz significativamente, o que pode comprometer a qualidade da silagem produzida, como mostramos no Quadro 6.



$$\begin{aligned} \text{Prod. MS total: } Y &= 11,2374 + 0,214547x - 0,00373058x^2 & R^2 &= 0,82 \\ \text{Prod. MS folhas: } Y &= 3,03412 - 0,025903x & R^2 &= 0,95 \\ \text{Prod. MS colmo: } Y &= 7,17093 - 0,0908158x + 0,00540413x^2 - 0,0000769051x^3 & R^2 &= 0,55 \\ \text{Prod. MS paniculas: } Y &= 1,31468 + 0,22606x - 0,00346659x^2 & R^2 &= 0,96 \end{aligned}$$

Gráfico 4. Curvas de regressão da produtividade de matéria seca total (PMST), de colmos (PMSC), folhas (PMSF) e paniculas (PMS), média de 3 híbridos em função da época de colheita.

**Quadro 6.** Influência do estágio de maturação de sorgo sobre a proporção entre as partes da planta, composição bromatológica e valor nutritivo e densidade de silagem – média de três híbridos de sorgo.

	Florescimento	7 dias após florescimento	14 dias após florescimento	21 dias após florescimento	28 dias após florescimento	35 dias após florescimento	42 dias após florescimento	49 dias após florescimento	C.V. (%)
% de colmo	62,4 a	47,4 b	45,4 b	44,9 b	38,7 b	40,0 b	36,3 b	37,6 b	18,8
% de folha	25,9 a	23,1 b	18,3 c	18,4 c	16,2 cd	16,6 cd	16,9 cd	14,7 d	12,5
% de panículas	11,70 e	29,5 e	36,3 d	36,7 c	45,1 b	43,4 b	46,8 a	47,7 a	16,24
Teor de matéria seca - silagem (%)	20,8 e	21,9 e	23,7 e	27,6 d	31,5 c	36,0 b	44,0 a	42,0 a	9,03
Teor de Prot. Bruta (% MS)	8,5 a	7,7 b	7,3 bc	7,0 bc	6,9 bc	6,8 bc	6,5 c	6,4 c	11,52
Teor de FDN (% MS)	65,0 a	63,4 ab	60,2 b	54,7 c	52,6 c	53,4 c	51,3 c	50,5 c	6,26
Teor de FDA (% MS)	37,4 a	37,0 a	35,2 a	31,6 b	30,5 b	31,1 b	29,3 b	29,3 b	6,89
Teor de Hemicelulose (% MS)	27,6 a	26,4 a	25,0 b	23,1 c	22,1 c	22,3 c	22,1 c	21,3 c	6,51
Teor de Celulose (% MS)	33,6 a	32,8 a	30,9 a	27,7 b	26,5 bc	26,7 bc	24,6 c	24,6 c	7,06
Teor de Lignina (% MS)	3,7 c	4,1 abc	4,2 abc	3,8 bc	3,9 abc	4,3 abc	4,6 a	4,5 ab	12,30
DIMS (%)	57,7 a	57,7 a	57,3 a	57,5 a	56,0 ab	54,5 b	55,7 ab	54,7 b	3,58
Densidade da Silagem (kg/m <sup>3</sup> )	649,8 bc	719,7 a	708,1 ab	679,6 abc	634,1 c	567,2 d	532,3 d	507,0 d	8,82

Adaptado de Correia, CES 1996.

## 6. PERDAS DE GRÃOS NAS FEZES

É muito comum a observação de grãos inteiros nas fezes de animais alimentados com silagem de sorgo.

No sorgo, por possuir grãos muito pequenos, este fato se torna mais marcante. Demarchi, 1993, avaliando silagem de sorgo em vários estágios de maturação, quantificou as perdas de grãos nas fezes de carneiros alimentados com silagem confeccionada com sorgo em estágio de grão leitoso, pastoso, pastoso/farináceo, farináceo e duro, cujos teores de matéria seca variaram de 31,62% até 49,94% (Quadro 7).

**Quadro 7.** Porcentagem de grãos na forragem ensilada (% GRFO) e nas fezes (% GRFEZ), produção, perdas e aproveitamento de grãos em silagem de sorgo.

Estágio de maturação dos grãos	% GRFO		Produção de grãos (kg/MS/ha)	Perdas de grãos (kg/MS/ha)	Grãos digeridos (kg/MS/ha)
	% GRFO	% GRFEZ			
Leitoso	35,10	2,94	3.878	144	3.734
Pastoso	45,15	9,84	4.381	431	3.950
Pastoso/Farináceo	48,94	13,10	5.696	746	4.950
Farináceo	51,33	14,74	5.691	839	4.852
Duro	47,42	13,30	5.206	692	4.513

Adaptado de: Demarchi, J. A. A., Tese MS ESALQ, 1993.

A porcentagem de grãos aparente nas fezes aumentaram de 2,94% no estágio de grão leitoso até 14,74% no estágio de grão farináceo, chegando as perdas a atingir 839 kg de grãos por hectare de silagem colhida.

Entretanto, após o estágio de grão leitoso, o acúmulo de MS da planta se dá na fração panícula (grãos); a produção de grãos de 3.878 kg/ha, no estágio de grãos leitoso, chegou próximo a 5.700 kg/ha nos estágios pastoso/farináceo, portanto, houve aumento significativo de grãos na massa ensilada e, a despeito de maiores perdas de grãos intactos nas fezes, em estágios mais avançados, o maior consumo de grãos por hectare produzidos, ocorre entre os estágios de grão pastoso/farináceo e farináceo (4.950 e 4.852 kg/ha).



### 7. PARTICIPAÇÃO DE GRÃOS

A produtividade de matéria seca de sorgo forrageiro, está geralmente correlacionada com a altura da planta. O Gráfico 5 mostra as relações da altura da planta com as porcentagens de panicula, folha e colmo de diferentes híbridos de sorgo forrageiro.

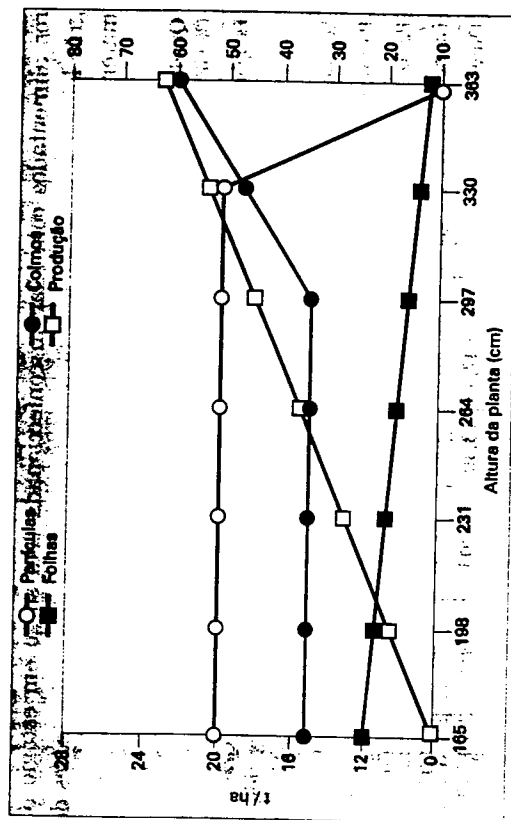


Gráfico 5. Produção e porcentagem de folhas, colmos e paniculas de híbridos de sorgo forrageiro relacionados com altura da planta.

O potencial de produção de matéria seca aumenta com a altura da planta. A porcentagem de paniculas decresce a uma taxa menor nos híbridos de porte baixo ou médios, passando a decrescer em uma taxa maior naqueles cultivares de porte muito alto; o inverso ocorre em relação à porcentagem de colmos. A porcentagem de folhas decresce com a elevação da altura, porém a uma taxa menor e constante.

A digestibilidade das partes da planta (colmos, folhas e paniculas) tem marcada influência sobre a digestibilidade da planta total. CUMMINS, 1972, avaliando quatro híbridos de sorgo com diferentes porcentagens de colmos, folhas e paniculas, relata que a digestibilidade das paniculas é sempre maior que a das folhas e, geralmente, os colmos são as

partes da planta de menor digestibilidade. Entretanto, existe acentuada variação dentro de cada parte entre diferentes híbridos (Quadro 8). O que sugere a possibilidade de melhoria no valor nutritivo através da seleção de genótipos com melhor equilíbrio colmo, folha e panicula, bem como pela seleção de linhagens de maior digestibilidade das partes da planta.

Quadro 8. Digestibilidade da planta total de sorgo influenciada pela digestibilidade e porcentagem de partes da planta.

Partes da planta	Híbridos							
	1		2		3		4	
	%	D	%	D	%	D	%	D
Panicula	48	72	43	78	44	71	55	68
Folha	23	46	20	46	14	47	14	51
Colmo	29	25	37	39	42	44	31	37
Planta total		52		57		56		56

Fonte: Cummins, 1972.

### 8. EFEITO DA ADUBAÇÃO SOBRE O RENDIMENTO, QUALIDADE E CUSTO DA SILAGEM

A retirada de nutrientes de uma lavoura colhida para produção de silagem é significativamente maior que nas lavouras destinadas à colheita de grãos, uma vez que para silagem são transportados da área, além dos grãos, praticamente toda a parte aérea da planta, composta por folhas, colmo e panicula.

O Quadro 9 mostra a retirada de nutrientes do solo quando o sorgo é cultivado para a produção de silagem ou grãos.

## Silagem de Sorgo

Quadro 9. Exportação de nutrientes do solo quando o sorgo é colhido para silagem ou grãos.

Nutrientes	Exportação por hectare (kg)								
	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Cu	Zn
Silagem	12,2	2,0	10,5	2,7	2,8	0,8	0,033	0,017	0,025
Grãos	14,1	2,5	3,2	0,5	2,4	1,6	0,016	0,006	0,013

Nutrientes	Exportação por hectare (kg)								
	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Cu	Zn
Silagem 15 t MS/ha	183,0	30,0	157,5	40,5	42,0	12,0	0,49	0,25	0,37
Grãos 5 t MS/ha	70,5	12,5	16,0	2,5	12,0	8,0	0,08	0,03	0,06

Conforme pode ser observado no Quadro acima, quando se considerou a produção média de silagem de 15 t MS/ha e grãos de 5 t MS/ha, a exportação de nutrientes da área colhida para silagem foi significativamente maior que na área colhida para grãos.

Em áreas destinadas à confecção de silagem de sorgo, deve-se tomar cuidado com as adubações de reposição, para evitar a redução da fertilidade do solo, que poderia comprometer a produtividade e a qualidade da forragem.

Santos, 1996, com o objetivo de avaliar o rendimento, qualidade e custo operacional de silagem de milho e sorgo, trabalhou com 5 cultivares (2 milhos e 3 sorgos) submetidos a 3 níveis de adubação (sem adubo, adubação recomendada para a produção de 3.000 kg de grãos de milho/ha e adubação recomendada para a produção de silagem pela Comissão de Fertilidade do Solo do RS), para silagem de porte alto (3,00m) e BR-501 - Variedade forrageira e sacarina de porte alto (3,00m).

No Quadro 10, sintetizamos os resultados deste trabalho.

Este trabalho mostra que a adubação aumentou a produtividade média do sorgo de 6,7 t MS/ha para 14,0 t MS/ha, a porcentagem de paniculas, especialmente nos híbridos, mostrou também aumento significativo, o que talvez explique a redução nos teores de FDN e FDA, com reflexos, provavelmente no consumo e digestibilidade da matéria seca.

## Anais do 7º Simpósio sobre Nutrição de Bovinos

## Alimentação Suplementar

Quadro 10. Rendimento, qualidade e custo operacional de sorgo, cultivado sob adubação diferenciada.

	Avaliação							Custos	
	Produção tMS/ha	% de Panicula	Produção tNDT/ha	Produção tPB/ha	% FDN Silagem	% FDA Silagem	% Lignina Silagem	US\$ t MS	US\$ t NDT
<b>Híbrido para Produção de Grãos</b>									
Sem adubo	6,6	28,0	4,4	0,2	58,8	32,0	5,0	57,28	86,71
Ad. p/ Grãos	11,4	34,0	7,7	0,6	51,4	28,2	4,3	50,11	77,70
Ad. p/ Silagem	12,8	36,0	8,9	0,8	46,6	26,0	3,9	56,89	81,97
<b>Híbrido para Silagem de Porte Alto</b>									
Sem adubo	6,8	13,0	4,3	0,2	64,2	35,8	3,6	55,98	89,53
Ad. p/ Grãos	11,4	17,7	7,4	0,4	59,0	35,6	4,3	51,10	79,11
Ad. p/ Silagem	16,5	18,6	10,8	0,7	57,0	32,7	4,0	48,25	73,54
<b>Variety</b>									
Sem adubo	6,7	14,1	4,4	0,2	59,1	33,5	2,9	58,32	91,98
Ad. p/ Grãos	10,3	15,1	6,8	0,4	54,7	32,1	4,0	56,19	85,37
Ad. p/ Silagem	12,7	15,1	8,2	0,6	54,4	32,2	4,4	59,31	91,84

Fonte: Adaptado de Santos, L. A. (1996).

A produtividade de NDT aumentou de 4,4 t/ha para 9,3 t/ha, com aumento de 111%, em média.

O custo operacional por tonelada de silagem produzida apresentou redução de 9,6%, de US\$ 57,19 para US\$ 54,82, e o custo por tonelada de NDT foi reduzido em 8%, de US\$ 89,41 para US\$ 82,45.

Portanto, a adubação adequada para produção de silagem, além de manter a fertilidade do solo, aumentou a produtividade, melhorando a qualidade da forragem produzida, reduzindo, ainda, o custo operacional por tonelada de silagem produzida.

### 9. PONTO DE COLHEITA

O ponto ideal de colheita é aquele em que a planta acumula a máxima produção de matéria seca, máximo potencial de consumo e digestibilidade em que tenha teor de matéria seca capaz de assegurar um bom processo de fermentação para que as perdas sejam reduzidas e o valor nutritivo da silagem seja maximizada e permita compactação adequada.

Naturalmente o ponto ideal de colheita depende do híbrido utilizado, local de plantio, fertilidade do solo e condições climáticas.

Normalmente os híbridos de sorgo de porte médio a baixo são mais precoces que os de porte alto; seu ponto de ensilagem está entre 90 e 105 dias após o plantio, no Brasil Central, podendo ser mais tardios no Sul do País. Os híbridos de porte alto normalmente são mais tardios e mais produtivos, apesar de apresentarem menores porcentagens de grãos na massa total ensilada. No Brasil Central o ponto ideal de colheita está entre 98 e 112 dias após o plantio.

Os Gráficos 6 e 7 apresentam o ponto ideal de colheita destes híbridos; neste ponto temos o máximo de acúmulo de matéria seca total e de grãos, representado pela porção superior do gráfico, teor de matéria seca entre 30 e 40%, alta digestibilidade e consumo relativo de MS maximizado. O que nos permite a produção de silagem de sorgo de alto valor nutritivo, capaz de suportar produtividade animal elevada com redução do custo de produção.

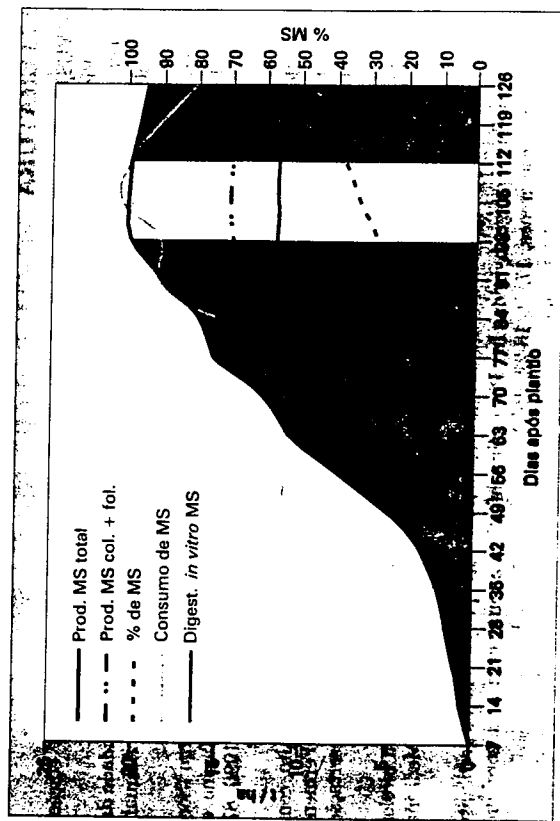


Gráfico 6. Ponto ideal de colheita de sorgo para silagem (porte alto).

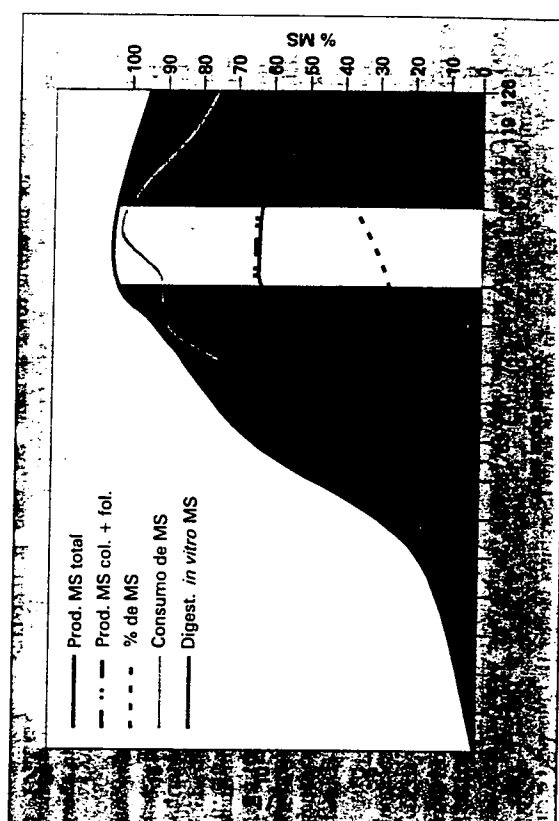


Gráfico 7. Ponto ideal de colheita de sorgo para silagem (porte médio / baixo).

## LITERATURA

- ALVES, L. Silva, M. T.; Conservação de forragem: Silo, silagem e ensilagem. 2ª edição. Rio de Janeiro: Diretoria de Estatística e produção, 1986. 228 p.
- ANDBRADE, J. B., CARVALHO, D.V.; Estádio de maturação na produção e qualidade da silagem de sorgo. II - Digestibilidade e consumo da silagem. Bol. Da Ind. Animal. V. 49 n° 2, 1992 p. 101 - 106.
- BERNARDINO, M. L. A.; Avaliação Nutricional de silagens de Híbridos de Sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) de porte Médio com Diferentes Teores de Tanino e Suculência no Colmo. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1996. 87 p. (Dissertação de Mestrado).
- BORGES, A. L. C. C.; Qualidade de Silagens de Híbridos de Sorgo de Porte Alto, com diferentes Teores de Tanino e de Umidade no Colmo, e seus Padrões de Fermentação. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1995. 104 p. (Dissertação de Mestrado).
- CORREIA, C. E. S.; Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo (Sorghum bicolor L.) em diferentes estádios de maturação. Belo Horizonte. Escola de Medicina Veterinária, UFMG, 1996 (Dissertação de Mestrado).
- CUMMINS, D. E.; Methods of evaluation and factors contributing to yield and digestibility of sorghum silage hybrids. In: Proceeding of 27th annual corn and sorghum research conference, 17. P. 18-22. 1972.
- DEMARCHEL, J. J. A. A.; Produção, valor nutritivo e características fermentativas de silagem de sorgo (Sorghum vulgare, pers) em cinco estádios de maturação. Piracicaba, ESALQ, 1993. 94 p. (Dissertação de Mestrado).
- HUBER, J. T., GRAF, G. C., ENGEL, R. W.; Effect of maturity on nutritive value of corn silage for lactating cows. J. Dairy Sci, 1965. p. 1121-1123.
- JOHNSON, R. R., FARIA, U. P., McCLURE, K. E.; Effects of maturity on chemical composition and digestibility of bird resistant sorghum plants when fed to sheep as silages. J. anim. Sci. 33: 1102-1109, 1973.
- NOGUEIRA, F. A. S.; Qualidade das Silagens de Híbridos de Sorgo de Porte Baixo com Diferentes Teores de Tanino e de Umidade no Colmo e Seus Padrões de Fermentação, em Condições de Laboratório. Belo Horizonte: Escola de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 1995. Dissertação de Mestrado.
- NUCIO, L. G.; Cultura de milho para produção de silagem de alto valor alimentício. In: Anais do Simpósio sobre Nutrição de Bovinos, 4. Piracicaba, FEALQ. P. 59-168. 1991.
- RABELO, E.; Degradabilidade "in situ" de silagens de híbridos de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) de porte médio com diferentes teores de tanino e suculência no colmo. Belo Horizonte: Escola de Medicina Veterinária. UFMG, 1997. (Dissertação de Mestrado).
- SANTOS, L. A., Silagem de Milho e Sorgo: Rendimento, qualidade e custo operacional. Pelotas, Universidade Federal de Pelotas. 131 p. 1996 (Dissertação de Mestrado).
- WILKINSON, J. M., The Ensilaging of Forage Maize: Effects on Composition and Nutritive Value. Forage Maize. London Agricultural Research Council. 1978. P 201-257.
- ZAGO, C. P.; Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo, in: Anais do Simpósio sobre nutrição de bovinos, 4. Piracicaba, FEALQ. P 169-217. 1991.
- ZAGO, C. P., POZAR, G.; Época de corte de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) e sua influência sobre a porcentagem e produtividade de matéria seca e de panícula. In: Reunião Anual da Sec. Bras. De Zootecnia, 28. João Pessoa. P. 61. 1991.

## SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS

Cimiro Costa<sup>1</sup>  
Mário De Beni Arrigoni<sup>1</sup>  
Antonio Carlos Silveira<sup>1</sup>  
Luiz Arthur Loyola Chardulo<sup>2</sup>

### 1. INTRODUÇÃO

Com a globalização do mercado, muitas transformações sociais, conquistas tecnológicas e descobertas científicas têm acontecido. Na pecuária, a profissionalização do criador deixou de ser uma alternativa, passando a ser uma solução definitiva. Em termos de Brasil, esta tarefa é enorme, pois a pecuária tradicional, principalmente a de corte, necessita de rápida e eficiente transformação, tendo como meta o aumento da produtividade com qualidade e padrões exigidos pelos mercados modernos.

Torna-se então fundamental a aquiescência do produtor à cultura tecnológica, pois com a comprovação dos resultados o processo se acelera. No atual movimento das transformações necessárias a FMVZ,

1. Professores do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da FMVZ, UNESP - Campus de Botucatu, Caixa Postal 560 CEP 18618-000 - Botucatu, SP. *Bol. sistas do CNPq.*

2. Professor Voluntário do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da FMVZ, UNESP - Campus de Botucatu, Caixa Postal 560 CEP 18618-000 - Botucatu, SP.