

SILAGENS DE CAPINS TROPICAIS: VALOR ALIMENTÍCIO

*Ricardo Andrade Reis
Rogério Marchiori Coati
Bruno Ramalho Vieira*

1. INTRODUÇÃO

A oferta de forragem de alta qualidade ao longo do ano é uma premissa básica para a eficiente exploração de sistemas de produção de carne e leite, em decorrência da estacionalidade da produção de alimentos oriundos das pastagens formadas com gramíneas tropicais.

A produção de silagens de gramíneas tropicais requer a adoção de técnicas que minimizem as perdas e propiciem a preservação do valor nutritivo da forragem para atender as exigências de manutenção e produção de diferentes categorias de animais. As espécies de capins tropicais apresentam altas taxas de crescimento, porém em virtude dos altos valores de perdas verificados nas diversas fases do processo de ensilagem, os expressivos patamares de produtividade da matéria seca nem sempre são traduzidos em alimento de qualidade disponível aos animais. A quantificação dessas perdas e a busca por técnicas que as minimizem, devem ser priorizadas na ensilagem de gramíneas (Balsalobre et al., 2001).
A viabilidade econômica da utilização das silagens de capins tropicais, principalmente nas dietas de bovinos confinados é outro aspecto que merece atenção, visto que esse alimento foi citado em trabalhos de revisão na última década como "Uma alternativa viável e econômica". Essa afirmativa pode ser um mito, devido, dentre outras características, ao baixo

1 Professor Titular da FCAV/UNESP - Jaboticabal, SP, Pesquisador do CNPq, Membro do INCT/CA-
rareis@fcav.unesp.br;

2 Doutor em Zootecnia FCAV/UNESP, COAN Consultoria,
Doutorando em Zootecnia FCAV/UNESP, Bolsista da FAPESP

A MS determina as alterações que podem ocorrer durante o processo de fermentação da forragem. Silagens com menos de 30% de MS (Figura 1), podem apresentar elevadas quantidades de efluentes e fermentação por bactérias do gênero *Clostridium*, resultando em perdas apreciáveis, caracterizando-se como silagem de baixo valor alimentício.

A chave para inibir o crescimento deste grupo de bactérias é o rápido abaixamento do pH e o valor crítico para se atingir este objetivo varia com o tipo de cultura e seu conteúdo de MS. Com graminhas de clima temperado e leguminosas, a fermentação clostrídica é controlada se o conteúdo de MS da cultura for de 25 a 35%. Contudo, este valor pode variar substancialmente em função das condições de crescimento (temperatura, umidade e radiação solar) e chuvas durante o emurchecimento.

Além dos aspectos citados, com alta concentração de MS tem-se a inibição da atividade de bactérias do gênero *Clostridium* mediante o efeito da atividade de água (Aw), que é uma medida de disponibilidade de água para o crescimento de microrganismos. Segundo Dodds & Austin (1997) os níveis mínimos de Aw que permitem o crescimento de algumas espécies de clostrídios está entre 0,95 e 0,97. Esse fato confirma a constatação de Igarasi (2002) que encontrou Aw de 0,94 e 0,98 nas silagens produzidas nas secas e nas águas, respectivamente, verificando menores teores de nitrogênio amoniacal naquelas produzidas durante o inverno.

Em forragens mais secas (particularmente acima de 50% de MS), as perdas podem ser altas, durante o processo de emurchecimento, devido à precipitação, respiração da planta e danos mecânicos. Durante o armazenamento, em decorrência da compactação inadequada, pode-se observar a ação de microrganismos aeróbios, resultando em aquecimento e alterações químicas, como por exemplo, a reação de Maillard. Observa-se na Figura 1, que se a concentração de CS é alta e a CT é baixa, pode-se obter silagens de boa qualidade mesmo com plantas com baixo conteúdo de MS. Por outro lado, quando se observa a situação inversa, somente se produz silagens de boa qualidade quando o conteúdo de MS é alto.

valor nutritivo e altas perdas encontradas nas silagens de caprins proporcionadas pela sua baixa ensilabilidade. A relação entre produção de nutrientes digestíveis totais (NDT) por unidade de área de produção é baixa nas silagens de capim e pode ser confundida com as altas taxas de produção de matéria seca por unidade de área destas plantas.

A avaliação da qualidade das silagens de graminhas é fundamentalmente tal, pois o balançamento de dietas que maximizem a produção econômica de carne e leite envolve os aspectos nutricionais e de custos dos componentes das mesmas. Desta forma, o presente texto tem por objetivo a discussão dos aspectos nutricionais e econômicos da produção e utilização de silagens de caprins tropicais na produção de carne e leite.

2. PROCESSO DE FERMENTAÇÃO

Na produção de silagens de graminhas tropicais, sem dúvida e fase de fermentação é uma das mais críticas, devido principalmente às características de ensilabilidade destas plantas (Nussio et al. 2003, Nussio, 2004, Reis & Coan, 2001).

Weissbach & Honig (1996) citados por Oude Elferink et al. (1999) propuseram uma equação para avaliar a capacidade fermentativa (CF) de forragens. Os autores a definiram como: $CF = MS + 8 \times (CS/CT)$; onde a matéria seca é expressa em %, o CS em % da matéria seca e a CT em e.m.g de HCl/100 g de MS.

De acordo com Woolford (1984) a relação entre estes fatores que determinam a qualidade da silagem pode ser representada pela equação: $Y = 450 - 80x$, onde Y corresponde ao conteúdo de MS (g/kg) e x, a relação entre açúcares solúveis e capacidade de tampão. Se a concentração de carboidratos é suficientemente alta, as condições são mais favoráveis para o estabelecimento e crescimento de bactérias homofermentativas, permitindo a conservação da forragem no meio ácido devido à produção de ácido lático (Woolford, 1984, McDonald et al., 1991).

Uma decisão importante a ser tomada no processo de ensilagem é a determinação do conteúdo de MS da planta a ser ensilada. O conteúdo

Tabela 1. Teores de matéria seca, de carboidratos solúveis (CS) e capacidade tampão (CT) de gramíneas tropicais

Referência	CT ³	MS ¹	CS ²	Teores
Tosi, 1973	24,6	30,6	6,8	14. Iecumbens (maduro)
	18,4	29,1	6,3	1. Hentile (maduro)
	16,7	39,7	6,1	4. Hiltopogon (maduro)
	22,6	32,3	5,9	14. Huruá (maduro)
	13,3	24,2	11,4	1. Hente (maduro)
Bernardes, 2003	21,6	22,9	1,1	11. Hrizantha (56 dias de rebrota)
Tosi et al., 1999	23,2	15,9	14,5	14. Hivan A - 148 (imatur)
Tosi et al., 1989	36,8	14,1	7,1	14. Hivan A - 148 (imatur)
Coan, 2001	14,5	28,4	8,6	14. Hivan (maduro)
	15,4	31,3	8,9	14. Hivan (45 dias de rebrota)
	18,1	24,2	12,4	14. Hivan (60 dias de rebrota)
	20,9	25,1	12,4	14. Hivan (60 dias de rebrota)

Utilizando os valores da Tabela 1, daquelas referências que apresentaram os três parâmetros (MS, CS e PT), encontrou-se como CF média o valor de 30,10. De acordo com Oude Elferink (1999) forragens com CF > 35 são consideradas insuficientes para produção de silagens lácticas.

Segundo Catchpole & Henzel (1971) se o conteúdo de CHOs estiver abaixo de 15% na matéria seca, a produção de ácido láctico é muito limitada. Entretanto, de acordo com Winters et al. (1987) e Chamberlain (1987) durante a fase inicial de ensilagem enzimas das células vegetais são capazes de romper a estrutura celular e disponibilizar nutrientes para a fermentação.

Os dados da Tabela 2 evidenciam que é grande a variação na qualidade fermentativa das silagens de gramíneas tropicais, quando se avalia o pH, N amoniacal e conteúdos de ácidos orgânicos, os quais são indicadores precisos para avaliação do padrão de fermentação. É importante destacar os valores de N amoniacal, em alguns casos superiores a 15% NH₄/NT, considerado indicativo de fermentação butírica (Woolford, 1984; McDonald et al., 1991) os quais são comumente observados em silagens de caprins.

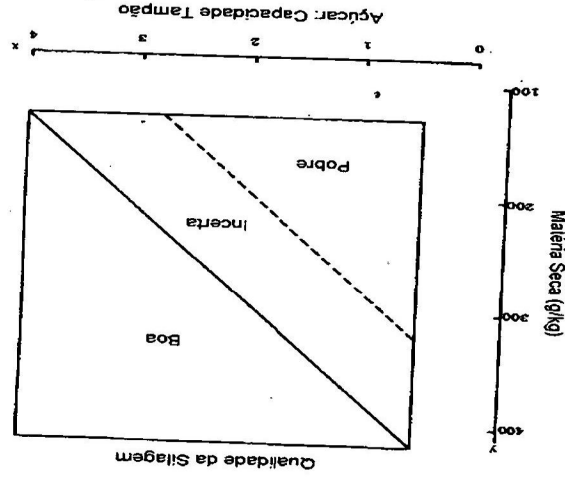


Figura 1. Relação entre conteúdo de matéria seca e proporção açúcar: capacidade tampão e seus efeitos na qualidade final das silagens. Fonte: Weissbach et al., citado por Woolford (1984)

A análise dos dados da Tabela 1 evidencia que as gramíneas forrageiras tropicais colhidas no estágio vegetativo, ou seja, com alto VN apresentaram baixos conteúdos de MS, o que dificulta a conservação da forragem na forma de silagem. Em relação aos conteúdos de CS e CT observa-se uma ampla variação em função de espécies e época de colheita. De acordo com Woolford (1984) e McDonald et al. (1991) os teores mínimos de CS que garantem o processo adequado de fermentação estão na faixa de 8 a 10% da MS. É importante salientar que existe uma importante interação entre os conteúdos de carboidratos, CT e conteúdo de MS influenciando a padrão de fermentação das silagens.

Tabela 3. Valor nutritivo de silagens de gramíneas forrageiras tropicais

Especie	PB	FDN	FDA	DMS*	Referência
†. brizantha (56 dias de rebrota)	9,3	71,0	46,0	44,0	Bernardes, 2003
Taiwan A - 148 (imatur)	8,6	52,3	31,0	58,0	Tosi et al., 1999
Tanzânia (45 dias rebrota)	12,2	76,5	45,6	56,3	Coan, 2001
Tanzânia (60 dias rebrota)	10,5	78,0	49,5	53,7	
Mombaga (45 dias rebrota)	13,4	76,4	44,1	53,2	
Mombaga (60 dias rebrota)	11,3	73,9	47,5	52,2	

* Digestibilidade da MS

3. VALOR ALIMENTICIO

A baixa produção animal na maioria das situações tem sido

associada à restrição qualidade do volumoso utilizado na alimentação. Segundo Collins & Fritz (2003) a qualidade de forragem é relacionada com desempenho do animal e consumo de energia digestível. Entretanto, quando se trabalha com alimento conservado, como é o caso da silagem, além dos mecanismos de digestão e metabolismo, outros fatores como as interações entre as características químicas, fermentativas, microbiológicas e físicas da forragem devem ser consideradas na determinação da qualidade do volumoso (Bernardes 2004, Bernardes et al., 2004b, Reis e Coan, 2001).

3.1. Efeito do processo fermentativo sobre o valor alimentício

A menor ingestão de silagens pode ser resultado de uma baixa

aceitabilidade, reduzida taxa de passagem pelo rúmen e desbalançamento no suprimento de nitrogênio e de energia no ambiente ruminal para a efetiva síntese de proteína microbiana. Portanto, quando a atenção é direcionada para a conservação da forragem, tem-se como objetivo melhorar as características do processo fermentativo, visando não só diminuir as perdas, mas também obter um produto de valor nutritivo elevado que permita maior ingestão de matéria seca e, conseqüente, desempenho anti-mal favorável.

A conservação de forragens é caracterizada por apresentar um

Tabela 2. Características químicas de silagens de gramíneas forrageiras tropicais

Espécie	pH	NH ₃ /N	Acido orgânicos (% MS)			
			Lático	Acético	Butírico	Referência
Taiwan A - 148 (maduro)	3,9	17,9	19,9	3,7	0,0105	Tosi et al., 1989
Taiwan A - 148 (imatur)	3,7	25,2	14,9	6,7	0,019	Tosi et al., 1999
Cameroon (maduro)	4,3	19,6	5,1	2,1	0,18	Farias et al., 1995
Tanzânia (45 dias rebrota)	4,9	6,02	-	-	-	Coan, 2001
Tanzânia (60 dias rebrota)	4,9	5,6	-	-	-	
Mombaga (45 dias rebrota)	4,9	7,1	-	-	-	
Mombaga (60 dias rebrota)	4,9	7,5	-	-	-	

† Acidos orgânicos expressos em porcentagem de matéria seca

Ao analisar conjuntamente os dados das Tabelas 1 e 2, com ênfase nos resultados de Tosi et al. (1989) e Tosi et al. (1999), observa-se que os valores encontrados de CS 16,9 e 14,5 %, não seriam suficientes para produção do ácido láctico observado 19,9 e 14,9 %. Chamberlain (1987) em estudos realizados com Azevem (*Lolium multiflorum*) relatou que após 6-7 dias de ensilagem foi possível aumentar o teor de carboidratos solúveis em 30%, devido à quebra de ligações químicas dos carboidratos estruturais, principalmente da hemicelulose. Este autor destacou que a análise de carboidratos solúveis pode vir a subestimar o substrato disponível para a fermentação láctica. Contudo, com teores de CHOs abaixo do recomendado (10-15%) é possível produzir silagens de qualidade satisfatória.

As informações da Tabela 3 mostram as variações na composição química de silagens de capins tropicais. É importante salientar, que o processo de fermentação altera a composição da forragem, e via de regra o VN das silagens é inferior aos das plantas, uma vez que durante o processo ocorrem reações químicas que degradam compostos de alto valor nutricional, como os carboidratos solúveis e proteína.

Pesquisas demonstraram que uma ação prolongada das enzimas pode elevar os teores de nitrogênio solúvel para mais de 50% em relação ao nitrogênio total (Tabela 4). Além desse fato, a degradação da PB também pode ser causada pela atividade microbiana (bactérias do gênero *Clostridium*), produzindo amônia e aminas, aumentando, dessa maneira, a presença de nitrogênio solúvel no alimento. Igarasi (2002) e Bernardes (2003) avaliando silagens de capins tropicais encontraram desparecimento da fração proteica B3 associada a fração digestível da fibra em detergente neutro, correlacionada com a elevação dos teores de nitrogênio amoniacal.

Tabela 4. Alterações dos compostos nitrogenados da forragem e da silagem de Azevém e Milho em diferentes estudos

Fragão nitrogenada	Fragão nitrogenada		Componentes (g/kg N total)		N total (g/kg MS)
	Forragem	Silagem	Forragem	Silagem	
Proteína	863	308	561	440	
Aminas	17	369	33	119	
Peptídeos	39	90	-	-	
Amidas	3	-	-	-	
Amônia	2	121	26	54	
Outros NNP	76	112	-	-	

Fonte: Adaptado de Givens & Rulquin (2002)

○ aumento nos teores de amônia ruminal é muitas vezes indicado como a principal responsável pela menor ingestão da silagem, mas a solubilidade da proteína pode ser o maior agente causal, resultando na produção de amônia. ○ excesso de nitrogênio solúvel é o principal fator responsável pela redução de eficiência de utilização de proteína da silagem. Como parte da fração nitrogenada é degradada a frações solúveis, rapidamente

estado de constantes mudanças químicas e microbiológicas, resultando em silagens de diferentes categorias, devida a alteração do valor nutritivo, quando comparadas com a forragem original. Esta preocupação ainda é mais relevante em silagem de capins tropicais, pois as características destas plantas não são favoráveis para uma fermentação desejável.

○ consumo de nutrientes é um dos principais fatores determinante do desempenho animal. Segundo Erdman (1993), o consumo de forragem nem sempre é mantido com o processo de ensilagem, podendo resultar em redução de até 30-40% no consumo potencial, sendo essa redução associada à alta umidade de graminhas prontamente ensiladas ou insuficientemente pré-secas. Isso fica mais evidente em silagens excessivamente fermentadas e, possivelmente, é resultante do desbalanço metabólico, induzido pelas perdas e transformações do processo de fermentação e pelo excesso de ácidos orgânicos, que diminui a aceitação dessas silagens pelos animais.

Segundo Reis e da Silva, (2006), o consumo é o componente de maior influência na determinação da qualidade da forragem, a qual é definida como o resultado do produto do valor nutritivo e consumo voluntário potencial, sendo o valor alimentício das silagens primariamente definido pela digestibilidade, a qual é influenciada diretamente pelo padrão de fermentação bem como pelos processos de deterioração observados durante a fase aeróbica da ensilagem.

Em forragens frescas, 75 a 90% do total do nitrogênio presente está na forma de proteínas, o restante é encontrado principalmente como peptídeos, aminoácidos livres, aminas, nucleotídeos, clorofila e nitratos. A alta proporção de N proteico é derivada de enzimas localizadas no cloroplasto, particularmente da abundância de ribulose 1,5 carboxilase. A fermentação dentro do silo causa uma série de mudanças na composição química da forragem, principalmente nas frações nitrogenadas, pois durante a respiração (primeiras horas após a ensilagem) e início do processo fermentativo, muitas células das plantas podem romper-se e liberar enzimas, incluindo as proteases. As enzimas proteolíticas das plantas também podem reduzir a qualidade da forragem pela hidrólise das proteínas, com consequente aumento do NNP (aminoácidos livres, aminas e peptídeos).

urifa, emurchecimento e/ou adição de inoculante microbiano (bactérias homofermentativas), aditivos absorventes e disponibilizadores de substrato (polpa cítrica pelitzada) e métodos de alteração da fermentação com a utilização de bactérias heteroláticas produtoras de acetato e propionato (*Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium*). Nota-se que apesar de antigo e bem estudado, o problema de instabilidade aeróbia de silagens tem sido frequentemente relegado a segundo plano. Pois poucos são os trabalhos que caracterizaram o efeito da silagem deteriorada e de seus produtos sobre a ingestão e metabolismo dos animais, como o de Bolsen et al. (2002).

Estudos realizados na Universidade de Kansas, EUA, por Bolsen et al. (2002) demonstraram os impactos negativos que a presença de silagem deteriorada tem sobre a ingestão e digestibilidade em bovinos. Utilizando como fonte da dieta 90% de silagem de milho e 10% de concentrado (base na MS) os tratamentos foram distribuídos da seguinte forma: A) 100% de silagem normal, B) 75% normal e 25% deteriorada, C) 50% normal e 50% deteriorada e D) 25% normal e 75% deteriorada. Nota-se (Tabela 5) que quando houve maior participação de silagem deteriorada na dieta (tratamento D) ocorreu redução da ingestão em 17%, da digestibilidade da matéria orgânica em 10%, da digestibilidade da proteína bruta em 15% e a da digestibilidade da FDN em 16%, quando comparado ao tratamento A. Os resultados indicaram que a presença de silagem que sofreu degradação por microrganismos aeróbios causou alterações na qualidade da dieta, podendo reduzir o ganho de peso ou a produção de leite.

Tabela 5. Efeitos das proporções de silagem deteriorada sobre ingestão e digestibilidade de dietas a base de silagem de milho

Item	A	B	C	D
Ingestão (Kg MS/dia)	7,95 ^a	7,35 ^b	6,95 ^{bc}	6,66 ^c
Digestibilidade (%)	75,6 ^a	70,6 ^b	69,0 ^b	67,8 ^b
Matéria orgânica	74,6 ^a	70,5 ^b	68,0 ^{bc}	62,8 ^c
Proteína bruta	63,0 ^x	56,0 ^y	52,5 ^z	52,3 ^z
FDN				

^{a,b,c} Médias na mesma linha com letras distintas diferem entre si (P<0,05).

^{x,y,z} Médias na mesma linha com letras distintas diferem entre si (P<0,01).

Fonte: Bolsen et al. (2002)

degradadas no rúmen, ocorre baixa eficiência de síntese de proteína microbiana em relação a dietas contendo forragens frescas ou feno, o que resulta em menor fluxo pós-ruminal de proteína microbiana (Civens & Rulquin, 2002; Nussio et al., 2003). Segundo Civens & Rulquin (2002) a eficiente síntese de proteína microbiana em animais alimentados com silagens de alta qualidade deve estar entre 30-45 g N microbiano/kg de matéria orgânica aparentemente degradada no rúmen (MOADR). Animais alimentados com dietas baseadas em silagens de milho apresentaram valores médios de síntese de proteína da ordem de 48,4 g N microbiano/MOADR (86 observações) e com as silagens de gramíneas este valor foi de 30,1 g N microbiano/MOADR (17 observações), mostrando que a eficiência na utilização do N varia de acordo com as culturas, devido as suas particularidades durante o processo fermentativo.

O que também se torna relevante é a perda seletiva de aminoácidos durante a ensilagem, decorrente de proteólise e deaminação, formando as poliaminas. Pesquisas com silagens de milho, sorgo, alfafa e trigo demonstraram as alterações que ocorrem no perfil de aminoácidos e verificaram aumento nas concentrações das poliaminas putrescina, cadaverina e espermidina e decréscimo nas concentrações dos aminoácidos: arginina, lisina e metionina, respectivamente. Na literatura brasileira não há relatos de experimentos que quantificaram a presença de poliaminas em silagens, porém, tem-se observado com frequência que silagens de caprins tropicais possuem odor desagradável, característico de fermentações indesejáveis. Esse odor (putrico) assemelha-se a degradação de pescado, onde este alimento sofre constantes transformações de determinados aminoácidos em poliaminas.

3.2. Efeito da deterioração aeróbia sobre o valor alimentício

Os estudos com deterioração aeróbia intensificaram-se nas décadas de 60 e 70 quando surgiram ensaios sobre utilização de aditivos (ácido fórmico, acético e propiónico) procurando controlar o crescimento de leveduras e de fungos. O alvo das pesquisas até os dias atuais sobre estabilidade aeróbia continua sendo a inclusão durante a ensilagem de ácidos, doses de amônia e

24,05%MS). Possivelmente, essa pequena diferença nos teores de MS não foi suficiente para compensar as perdas de nutrientes solúveis e frações de alta digestibilidade, ocorridas no processo de emurchecimento no campo, resultando assim, nesta redução da digestibilidade das silagens emurchecidas.

4. CARACTERÍSTICAS BIO-ECONÔMICAS DA UTILIZAÇÃO DA SILAGEM DE CAPIM EM CONFINAMENTOS

A utilização de confinamentos na terminação de animais é uma realidade em vários estados do Brasil, principalmente em São Paulo, uma vez que essa prática permite que os animais tenham maior ganho de peso em menor tempo de terminação, aumentando a produção por área. Além disso, evita a perda de peso na época de escassez de forragem, possibilitando a venda dos animais terminados em épocas de melhores preços. Entretanto, para que o confinamento seja uma atividade lucrativa, faz-se necessária uma criteriosa avaliação econômica de todos os custos envolvidos, principalmente com a alimentação, que constitui um dos principais componentes do custo, ocupando o segundo lugar nos custos totais de produção de um confinamento, atrás apenas da aquisição do boi magro (Bernduschi, 2002).

Nos confinamentos, quando comparado aos concentrados, o volumoso é a fonte de nutrientes mais barata para os animais e, em alguns casos, proveniente de forragens conservadas, principalmente na forma de silagem. Na última década, a utilização de silagens de gramíneas tropicais perenes, confeccionadas a partir do próprio pasto, apareceu como uma alternativa, até então viável e econômica na produção de volumoso em alguns sistemas de produção. Posteriormente, essa prática começou a entrar em desuso em muitos confinamentos, devido às práticas de ensilagem dessas gramíneas apresentarem alguns entraves, como a falta de maquinário específico, as baixas características de ensilabilidade, como, alto poder tampicante, carência de açúcares solúveis e o teor de umidade da forrageira por ocasião da ensilagem, afetando negativamente a fermentação e o consumo, como foi discutido no item 1 do texto.

Entretanto, nos últimos anos, com o avanço das pesquisas na

3.3. Efeito da inclusão de aditivos e do emurchecimento sobre o valor alimentício

Práticas associadas à preservação de nutrientes na forragem, antecedendo a ensilagem, como a aplicação de aditivos e/ou emurchecimento tem como objetivos estimular o consumo e, consequentemente, determinar maior ganho de peso ou produção de leite. Desde a década de 70 trabalhos são desenvolvidos no Brasil com este objetivo e até o momento os estudos não chegaram a uma conclusão se realmente estas práticas são favoráveis qualitativamente e economicamente ao processo de ensilagem.

Bernardes (2004) estudando o consumo de raçãoes (80:20) contendo silagem de capim-Maranã, sob os tratamentos A: sem inoculação, B: inoculação com *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici* e celulases + hemicelulases e C: tratamento B mais *Lactobacillus buchneri*, observou que o consumo da ração que continha silagem com a ausência de inoculantes foi superior aos demais tratamentos. Segundo o autor, as silagens aditivadas tiveram maiores perdas por deterioração no pós-abertura do silo, o que pode ter provocado redução do consumo dos animais.

No estudo realizado por Loures (2004), a aplicação de enzimas fibrolíticas em silagens de capim-Tanzânia com e sem emurchecimento, não promoveu efeito sobre as taxas de passagem de sólidos (2,33% h⁻¹) e líquidos (4,83% h⁻¹), no tempo de ingestão de alimentos (247 min/dia) e no consumo em %PV. O pH ruminal foi menor nas silagens com enzimas fibrolíticas e emurchecidas quando contrastado com as silagens emurchecidas sem enzimas, provavelmente devido ao maior aporte de carboidratos solúveis presente nessa ração. Em relação à digestibilidade foi observado efeito positivo apenas quando a aplicação de enzimas fibrolíticas foi realizada minutos antes da dieta ser oferecida aos animais. A autora observou efeito negativo do emurchecimento sobre a digestibilidade *in vivo* de dietas contendo 50% de silagens de capim-Tanzânia colhido com 45 dias de rebrota, a digestibilidade da matéria orgânica foi 56,01 e 47,27%, da FDN 53,37 e 45,8% nas dietas contendo silagens controle e emurchecidas, respectivamente. A diferença do teor de MS entre as silagens controle e emurchecidas foi de 3 unidades percentuais (21,05 x

produção de silagem de capim, técnicas como a de emurchecimento associado ao desenvolvimento de inoculantes microbianos, seqüestrantes de umidade e o desenvolvimento de máquinas mais eficientes para colheita, proporcionaram maior eficiência no processo de ensilagem e uma melhor qualidade do produto final, apesar do aumento significativo no custo de produção do volumoso.

A avaliação de dietas à base de silagem de capim, em testes de desempenho com animais, é uma ferramenta que proporciona a discussão dos custos envolvidos e dos ganhos proporcionados pelas dietas. Entretanto, os resultados de desempenho entre os trabalhos de literatura são bem variáveis, pois os níveis de concentrado nas dietas experimentais para avaliação são distintos e isso muda completamente o valor alimentício da dieta. Segundo Da Silva e Leão (1979), os preditores de desempenho animal são o consumo e a digestibilidade da dieta, e a digestibilidade é uma característica do alimento que indica a porcentagem de cada nutriente desse alimento que o animal pode utilizar. Entretanto, a inclusão de um ingrediente à determinada dieta pode modificar sua digestão, devido ao efeito associativo entre os alimentos. O consumo e a digestibilidade de nutrientes podem estar positiva ou negativamente correlacionados entre si, dependendo da qualidade da dieta (Moore et al., 1997).

Nas dietas de alta digestibilidade (acima de 66%), ricas em concentrados (acima de 75%) e com baixo teor de FDN (abaixo de 25% na MS da ração), o consumo será menor quanto mais digestivo for o alimento. Por outro lado em dietas de baixa qualidade (acima de 75% de FDN), o consumo será maior quanto melhor for a digestibilidade do alimento, sendo a indigestibilidade da MS o fator mais importante para regular o consumo de alimento pelos bovinos (Van Soest, 1994; Mertens, 1994). Segundo Hart (1987), com o aumento do nível de concentrado na dieta, espera-se aumento no consumo e na digestibilidade da matéria seca.

Alguns trabalhos foram recentemente utilizando silagem de capim tropical em diferentes proporções da dieta de bovinos de corte, com objetivo de avaliar o consumo, a digestibilidade, o desempenho e características ruminais.

Silva et al. (2005), trabalharam com novilhos cruzados, com peso

corporal médio de 364 + 23 kg, castrados, alimentados com dietas isoprotéicas (12,5% de PB à base de silagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e concentrado em diferentes proporções, 20, 35, 50, 65%, e encontraram aumento linear no ganho médio diário com o aumento do nível de concentrado na dieta, obtendo ganhos médios por tratamento de 140, 310, 430 e 950 g/animal/dia. Os mesmos autores também observaram aumento linear no consumo e na digestibilidade aparente total da MS e da MO nos mesmos animais, mas não encontraram diferença na digestibilidade da FDN.

Na mesma linha de pesquisa, Vieira (2007) avaliou o consumo, a digestibilidade aparente total e o desempenho de novilhos cruzados, não castrados, alimentados com silagem de capim-Mombaca (sem inoculante, com nível de PB 3,85% e FDN 77,30%) e concentrado em diferentes proporções, 20, 35, 50, 65%, em dietas isoprotéicas com 13% de PB. O autor observou aumento linear com resposta plano no ganho médio diário (GMD) e no ganho de carcaça (GC) dos animais (Figura 2) e aumento linear no consumo e digestibilidade da MS e MO das dietas. O autor também concluiu que, quando se utiliza silagem de capim-Mombaca como volumoso, na dieta de bovinos de corte em confinamento, recomenda-se usar níveis de concentrado entre 55 e 60%, para otimizar o desempenho animal.

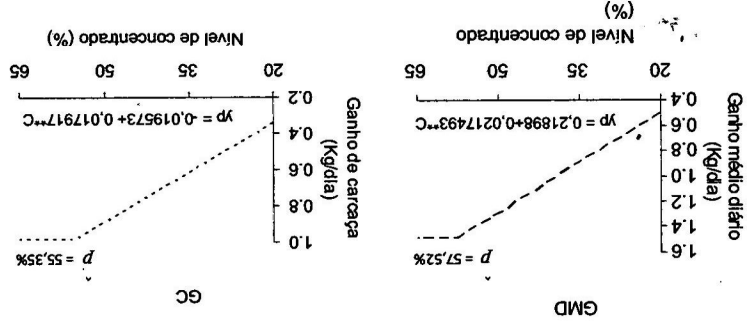


Figura 2 - Representação gráfica do efeito linear-plato em função dos níveis de concentrado nas dietas à base de silagem de capim-Mombaca (GC) e o ganho médio diário (GMD) e o ganho de carcaça (GC).

Fonte: Vieira, (2007)

Outro importante fator relacionado com a eficácia de utilização de uma dieta à base de silagem de capim é a eficiência de utilização da proteína, uma vez que esta é o nutriente mais caro da dieta dos ruminantes. A maior eficiência na sua utilização promove, consequentemente, maior economia na produção animal. Em virtude disso, muitos trabalhos têm sido realizados com o objetivo de reduzir as perdas de compostos nitrogenados pelos ruminantes (Russel, 1992).

A concentração de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) no rúmen é

indispensável para o crescimento microbiano, desde que associada a fontes de energia, e esta diretamente relacionada à solubilidade da proteína dietética e à retenção de N pelo animal (Da Silva & Leão, 1979). Segundo Poppi & McLennan (1995), animais alimentados com dietas contendo valores acima de 210 g de proteína degradável (PD)/kg de matéria orgânica digestível, apresentam elevada perda de N. Por outro lado, em dietas que contêm menos de 100 g de PD/kg de MS, ocorre limitação na síntese proteica microbiana, possivelmente em consequência da deficiência de aminoácidos, de amônia e de energia para os microrganismos do rúmen. Para que ocorra máxima eficiência na síntese de proteína microbiana, a dieta deverá conter, no mínimo, 160 g de PD/Kg de MO degradável no rúmen.

Considerando o papel central da fermentação microbiana na digestão em ruminantes, torna-se importante a avaliação do N disponível para absorção pelo animal, que é mensurado utilizando-se animais fistulados. Os compostos nitrogenados não amoniacais (NNA) no abomaso têm sido utilizados para avaliar o N que chega ao intestino delgado (ID) e incluem, principalmente, o N dietético não degradado e o N de origem microbiana, que podem ser diferenciados com a utilização de indicadores microbianos, segundo o NRC (1985).

Um fator importante na atividade proteolítica do rúmen é o pH, pois constitui um dos principais parâmetros ruminais que interferem diretamente no crescimento microbiano e, consequentemente, na fermentação ruminal, sendo, frequentemente, objeto de vários estudos, principalmente os relacionados com variações na qualidade e nas relações entre volumosos das dietas experimentais. Os microrganismos presentes no

tímen estão adaptados para se desenvolverem em meio com pH variando de 5,5 a 7,0, com valor ótimo próximo a 6,5 (Da Silva e Leão, 1979; Hoover e Stokes, 1991). Por isso, as dietas devem ser balanceadas para manutenção de pH ruminal adequado, estando a sua variação relacionada à frequência de alimentação e à adaptação à dieta. O decréscimo do pH provoca depressão do apetite, da motilidade ruminal, do crescimento microbiano e da digestão da fibra. Segundo Hoover (1986), quando o pH atinge a faixa de 5,0 a 5,5, pode ocorrer inibição da digestão da fibra devido à diminuição do número de microrganismos fibrolíticos, bem como em suas taxas de crescimento.

Pesquisas sobre o efeito da composição de alimentos concentrados sobre o consumo de silagens têm revelado que a maior rapidez da fermentação do amido em relação aos constituintes da parede celular é a principal causa da redução do pH ruminal. Porém, um moderado incremento de concentrado na dieta (abaixo de 50%) tem pequeno efeito sobre o pH do rúmen, sendo a taxa de degradação da MS de silagens pouco influenciada (Huhnanen, 1993). Verificando na literatura trabalhos que avaliaram consumo e desempenho, bem como, variações no padrão ruminal de bovinos de corte submetidos a dietas com diferentes níveis de volumosos e concentrado, percebe-se que a maioria destes trabalhos utilizaram como volumoso, feno de graminas tropicais ou silagem de milho, resultando em conclusões distintas e justificadas, em alguns casos, por critérios econômicos.

Com base no exposto e, visando avaliar o efeito dos diferentes tipos de volumosos sobre os custos de produção de bovinos confinados, procurou-se desenvolver uma simulação, tendo como base um sistema de produção de recra e engorda localizado em Moztarândia - GO. Esta propriedade apresenta a particularidade de adquirir bezerras de desmama no mercado (abril a junho) com custo de R\$616,00/cabeça - abril de 2010, recrá-las no pasto durante o primeiro ano, mediante a utilização de suplementos proteicos de baixo consumo (secas e águas) e, no segundo ano (meados de junho) encaminhá-las ao confinamento para que sejam terminadas. Observa-se, portanto, que o confinamento é utilizado como uma ferramenta estratégica no sistema de produção e não como uma atividade isolada.

aplicação da região, disponibilidade de recursos financeiros e materiais, a importância e preço dos alimentos concentrados e principalmente aspectos econômico-relacionados com a ensilagem da forrageira.

Em relação ao setor leiteiro, e especialmente em sistemas de alta produtividade, a demanda por forragens conservadas é alta e, na maioria das vezes, indispensável. O setor leiteiro nacional tem mostrado grande crescimento com capacidade de competir em mercado externo, com países tradicionalmente exportadores de produtos lácteos. Diante desse cenário passa a serem imprescindíveis orientações que levem o produtor de leite a manejar com eficiência a produção de forragem na propriedade, em especial a produção de silagem de capim, por se tratar de uma tecnologia que exige investimentos elevados e está sujeita a resultados insatisfatórios.

Diante do exposto e com o objetivo de avaliar a utilização da silagem de capim na dieta de vacas leiteiras, desenvolveu-se uma simulação (Tabela 8), tendo como base as seguintes informações:

- Animais: vacas holandesas HPB;
- Peso médio: 550 kg
- Consumo de matéria seca: 19,07 kg/dia (escala 1 a 5);
- Teor de Gordura: 3,62%
- Produção: 25,2 kg/dia
- Período de lactação: 78 dias

Os custos dos alimentos volumosos foram obtidos mediante a simulação em planilhas de custos específicas para cada tipo de alimento volumoso (Coan Consultoria). Em relação aos alimentos concentrados (energéticos e proteicos), estes tiveram seus custos (Base Estado de São Paulo) tomados através do site da Scot Consultoria (acesso em 11/02/2011).

As análises da Tabela 8, poderão verificar que dentre as opções de volumosos disponíveis, os menores custos de dieta, de custo operacional/kg de leite produzido e maiores valores de lucro operacional/vaca/dia e lucro operacional/ha/ano foram obtidos quando se utilizou a silagem de milho na dieta, seguida pela silagem de sorgo, cana-de-açúcar e silagem de capim Tanzânia, respectivamente.

silagem de milho. As dietas testadas foram: 50% de silagem de grama estrela com uso de aditivo comercial Katec® Bacto Silo Master, 50% de silagem de grama estrela, com 0,7% de uréia na matéria seca natural e 60% de silagem de milho. Foram utilizados seis vacas da raça Holandesas, primíparas, com peso médio de 480 kg e produção média de 14 kg dia⁻¹ de leite, em dois quadrados latinos (3x3), durante um período experimental total de 50 dias de duração. As digestibilidades da MS, PB e FDN foram maiores para silagem de milho. O fornecimento de silagens de grama estrela com aditivo enzimo-bacteriano ou com uréia não interferiu na composição do leite. Segundo os autores, o uso da silagem de grama estrela aditivada mostra-se como opção de volumoso conservado para sistemas de produção de leite, mediante análise econômica.

Outro trabalho utilizando vacas da raça Holandesas, com objetivo de avaliar a composição e a produção de leite, assim como a eficiência econômica do uso de silagem de milho ou silagens de capim (capim-elfeante) confeccionadas com inoculantes enzimo-bacteriano, foi conduzido por Jobim et al. (2006). Os autores utilizaram nove vacas multíparas, no período intermediário de lactação, com produção média de 15 kg dia⁻¹ de leite, distribuídas em três quadrados latinos (3x3), durante três períodos experimentais de 21 dias cada. As dietas foram formuladas para serem isoenérgicas e isonitrogenadas. Não houve diferença na ingestão de MS, na produção e composição do leite entre as silagens. O resultado da análise econômica mostrou-se superior para as silagens de capim-elfeante, segundo os autores, fato decorrente do menor custo de produção (58% do custo da MS da silagem de milho) aliado ao bom resultado de desempenho. Os autores concluíram ainda que as silagens de capim-elfeante apresentaram potencial para produção e composição química de leite equivalente à silagem de milho, quando fornecidas às vacas no período intermediário de lactação.

Diante dos diferentes resultados de desempenho apresentados na literatura, a decisão sobre a estratégia de usar ou não silagens de capim tropicais na alimentação de rebanhos de leite ou de corte é influenciada por diversos fatores, dentro dos quais, deve-se levar em consideração aspectos como: valor nutritivo da forragem, nível de produção dos animais, aptidão e produtividade

4) CONSIDERAÇÕES FINAIS

A impossibilidade de mensurar as perdas ocorridas nas fazendas (pelo uso de equipamentos inadequados e a dificuldade de as determinarem quantitativamente em trabalhos experimentais, difícil a estimativa, a recuperação e a divulgação do significado para os custos de produção de silagens de caprins tropicais no nosso país, e para que se efetive a proposta de se produzir silagem de boa qualidade é preciso que os fabricantes de máquinas agrícolas continuem "olhando" para o sinalizador final, que no nosso caso é o animal.

Alguns pontos fundamentais da tecnologia de produção de silagens de caprins tropicais devem ser discutidos e divulgados, pois o conhecimento de animais ainda é superior ao que chega ao produtor, principalmente no Brasil, apesar de existirem artigos de grande significância sobre o assunto.

O uso de alguns recursos (por exemplo, aditivos) podem ser ferramentas para o controle de perdas importantes dentro do processo de produção, porém, não solucionam erros cometidos durante o manejo de conservação e utilização de silagens.

O processo de ensilagem altera os nutrientes originalmente presentes na planta, portanto, deve haver atenção para o uso de tabelas que trazem o valor da composição química dos alimentos quando a dieta for calculada com base no uso de forragens conservadas. O ideal seria que na fazenda ou dentro de instituições de pesquisa, as dietas fossem manipuladas de acordo com a verdadeira composição que o volumoso apresenta, respeitando as suas particularidades.

Resultados de pesquisa com a avaliação de animais (desempenho), têm alta aplicabilidade no campo, mas no caso da utilização de silagens de capim, esses resultados são dependentes de fatores relacionados com a qualidade do material e forma como foi ensilado, que muitas vezes não são relatados nos trabalhos, mas que determinam a qualidade do volumoso e prediz o consumo e o desempenho dos animais. Nesse sentido, outro importante fator que deve ser observado, refere-se aos níveis de concentrado

Observa-se na Tabela 8, portanto, que da mesma forma que na pecuária de corte, a silagem de capim não apresenta competitividade para a pecuária leiteira, sendo as justificativas de utilização apoiadas somente em estratégias operacionais isoladas.

Vale ressaltar, no entanto, que em algumas situações, a silagem de capim pode ser tornar economicamente viável, seja para os sistemas de produção de gado de corte ou de leite. Como exemplo dessa situação cita-se os projetos de integração lavoura pecuária, onde o custo de implantação da forrageira é bastante baixo e com elevadas produções de massa por unidade de área. Nessas circunstâncias o custo por tonelada de MS, NDT e PB tornam-se bastante competitivos.

Tabela 8. Simulação de custos e resultados na utilização de diferentes fontes de alimentos volumosos na dieta de vacas leiteiras.

Alimentos	% MS	Volumosos *			
		RS/tonelada	SC	CA	SS
Farelo de algodão 38	91,00	RS 580,00	2,45	6,59	5,65
Caroço de algodão	92,00	RS 545,00			3,16
Uréia Pecuária	99,00	RS 1.180,00	0,30	8,95	9,00
Milho moído	88,00	RS 500,00	12,89	0,10	0,09
Sal comum (NaCl)	99,00	RS 340,00	0,11		0,07
Polpa cítrica pelotizada	89,00	RS 460,00			
Núcleo mineral	97,00	RS 1.450,00	0,73	0,73	0,73
Cana-de-açúcar	28,00	RS 44,19			
Silagem de Tanzânia com inoculante	26,10	RS 62,10	17,20		
Silagem de Milho	34,40	RS 66,44			17,00
Silagem de Sorgo	31,11	RS 58,18			18,00
Total - Kg/dia		33,68	32,37	32,47	32,49
Consumo de MS - kg/dia		19,07	19,06	19,06	19,07
Custo da dieta - R\$/animal/dia		RS 10,35	RS 10,06	RS 9,82	RS 9,52
Custo operacional total (custos fixos + variáveis) - R\$/vacac/dia		RS 18,55	RS 18,26	RS 18,02	RS 17,72
Custo operacional / kg de leite produzido - R\$		RS 0,74	RS 0,73	RS 0,72	RS 0,71
Renumeração/kg de leite - R\$		RS 0,82	RS 0,82	RS 0,82	RS 0,82
Produção média - kg de leite/vacac/dia		25,00	25,00	25,00	25,00
Receita operacional - R\$/vacac/dia		RS 20,50	RS 20,50	RS 20,50	RS 20,50
Lucro operacional - R\$/vacac/dia		RS 1,95	RS 2,24	RS 2,48	RS 2,78
Lucro operacional - R\$/litro		RS 0,08	RS 0,09	RS 0,10	RS 0,11
Produtividade - kg de leite/ha/ano		26.000,00	26.000,00	26.000,00	26.000,00
Área em hectares		32,00	32,00	32,00	32,00
Lucro operacional - R\$/ha/ano		RS 1.587,12	RS 1.817,77	RS 2.011,30	RS 2.256,95

Fonte: Coan Consultoria, 2011.

* SC = silagem de capim Tanzânia; CA = cana-de-açúcar; SS = silagem de sorgo; SM = silagem de milho

utilizados nesses trabalhos e as interações existentes entre os ingredientes das dietas.

Por fim, para o desenvolvimento de sistemas de produção de corte e leite que sejam sustentáveis do ponto de vista econômico, os produtores e os técnicos devem ter conhecimento da tecnologia a ser utilizada e dos custos de produção e este deve ser a base para as avaliações de qual forrageira vai ser empregada e mesmo qual será a técnica para a sua conservação, na expectativa de que se tenha maior retorno financeiro na exploração da atividade. No entanto, o conhecimento dos custos reais, ou mesmo uma estimativa aproximada, do volumoso produzido parecem não ser comum entre pecuaristas e mesmo técnicos da área.

7. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BALSALOBRE, M. A. A., NUSSIO, L. G., MARTHA JR., G. B. Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 38, 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba:SBZ, 2001, p. 890-911.

BERDUSCHI, G. Confinamento de bovinos em 2002. www.beefpoint.com.br (2002).

BERNARDES, T. F. Características fermentativas, microbiológicas e químicas do Capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex a. Rich) Stapf cv. Marandu) ensilado com polpa cítrica peletizada. Dissertação de mestrado - FCAV/UNESP, 2003, 108p.

BERNARDES, T. F. Consumo, comportamento ingestivo e digestibilidade de silagens de capim-Marandu submetidas à inoculação de bactérias homo e heterofermentativas. Tese de Doutorado, FCAV/UNESP, 2004a, 120 p.

BERNARDES, T. F., REIS, R. A., SIQUEIRA, G. R. et al. Uso de benzoato de sódio na ensilagem de capim-Marandu: Estabilidade aeróbia da raçoa total e da silagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. Anais... Campo Grande:SBZ, 2004b. CD ROM.

BOISEN, K. K., WHITLOCK, L. A., URRARTE-ARCHUNDA, M. E. Effect of surface spoilage on the nutritive value of maize silages diets. In: THE INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 13th, 2002, Auchincruive. Proceedings... Auchincruive, 2002, p.75-77.

MIMBERIS JUNIOR, V.H.; JOBIM, C.C.; ZAMBOM, M.A. et al. Qualidade da silagem e composição química do leite de vacas da raça holandesa alimentadas com silagens de grama estrela (*Cynodon nemifuenis* Vandersyl) ou silagem de milho (zea mays). In: 44ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE DE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2006, João Pessoa-PB. Anais... (CD-Rom) João Pessoa: SBZ, p14 [Nutrição de Ruminantes, 420060329104635dudal].

MATCHPOOLE, V. R., HENZEL, E. F. Silage and silage-making from tropical herb-type species. *Herbage Abstracts*, v. 41, p. 213-221, 1971.

SHAMBERLAIN, D. G. The silage fermentation in relation to the utilization of nutrients in the rumen. *Process Biochemistry*, v. 1, p. 60-63, 1987.

JOAN, R.M.; VEIRA, P.F.; SILVEIRA, R.N. et al. Efeito do inoculante enzimático bacteriano sobre a composição química, digestibilidade e qualidade das silagens dos caprins tanzânia e mombasa. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2001. Piracicaba. Anais... Piracicaba, SBZ, p.124-125. 2001.

GOLINS, M., FRITZ, J. O. Forage quality. In: FORAGES: INTRODUCTION TO GRASSLAND AGRICULTURE, 6th edition, Iowa: A Blackwell Publishing Company, 2003, p. 363-390.

DA SILVA, J.F.; LEAO, M.I. Fundamentos de nutrição dos ruminantes. Piracicaba: Livrocerres, 1979, 380p.

DODDS, K. L., AUSTIN, J. W. Foodborne pathogenic bacteria: *Clostridium botulinum*. In: FOOD MICROBIOLOGY: Fundamentals and frontiers. Washington:ASM Press, 1997, p. 288-304.

ERDMAN, R. Silage fermentation characteristics affecting feed intake. In: NATIONAL SILAGE PRODUCTION CONFERENCE, Syracuse, 1993, Syracuse. Proceedings... Syracuse: NRAES-67, 1993, p. 210.

GIVENS, D. I., RULQUIN, H. Utilization of protein from silage-based diets. In: THE INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 13th, 2002, Auchincruive. Proceedings... Auchincruive, 2002, p. 268-283.

HART, S.P. Associative effects of sorghum silage and sorghum grain diets. *Journal of Animal Science*, v.64, n.8, p.1779-1789, 1987.