

PRODUÇÃO DE SILAGEM PRÉ-SECADA COM FORRAGEIRAS TEMPERADAS E TROPICAIS

João Ricardo Alves Pereira¹
Ricardo Andrade Reis²

1. INTRODUÇÃO

A ensilagem é um processo de conservação de forragem que tem como objetivo final preservar forragem de alto valor nutritivo com o mínimo de perdas. No processo, basicamente, carboidratos solúveis são convertidos em ácidos orgânicos pela ação de microrganismos, que encontrando ambiente ideal proliferam e criam condições adequadas à conservação.

Contudo, a ensilagem de plantas forrageiras que apresentam matéria seca (MS) inferior a 21%, carboidratos solúveis inferiores a 2,2% na matéria verde e baixa relação entre carboidratos e poder tampão, os riscos de fermentações secundárias são maiores, tornando-se imprescindível o uso de recursos que, de alguma forma, modifiquem esta situação (McDONALD et al., 1991).

Nesse sentido, a remoção parcial de água da planta (Figura 1), através do emurchecimento ou pré-secagem, pode ser uma opção interessante, por proporcionar condições ideais para o crescimento de bactérias lácticas, e assim permitir que o excedente da forragem produzida nas pastagens ou em áreas de cultivo exclusivas para o corte, possa ser armazenado e utilizado na alimentação dos animais durante o período de escassez.

¹ Depto de Zootecnia e Tecnologia de Alimentos.
Universidade Estadual de Ponta Grossa/UEPG – PR - cep 84 010-330
e-mail: jrvero@convoy.com.br

² Depto de Zootecnia, Pesquisador do CNPq. e-mail: rareis@fcav.unesp.br
UNESP – Jaboticabal - SP - cep 14 870-000

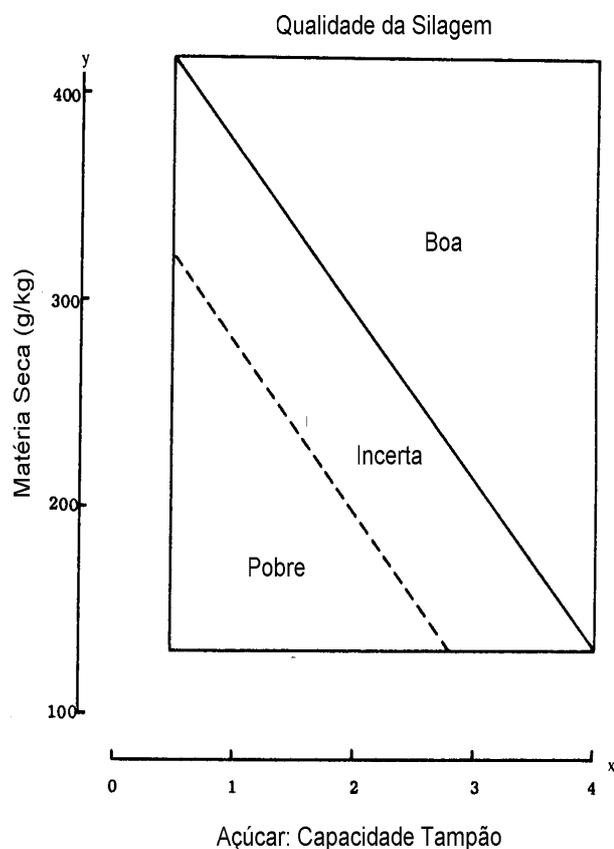


FIGURA 1. Relação entre conteúdo de matéria seca e proporção açúcar: capacidade tampão e seus efeitos na qualidade final das ensilagens.

Fonte: Weissbach et al., citado por WOOLFORD, 1984.

2. PLANTAS FORRAGEIRAS UTILIZADAS

As forrageiras mais utilizadas para produção de silagem pré-secada são as gramíneas de clima temperado aveia, azevém, triticale e cevada; mais recentemente gramíneas tropicais como as espécies do gênero *Cynodon* como os "tifton", "coast-cross" e até algumas braquiárias. Dentre as leguminosas somente a alfafa é utilizada em quantidade expressiva.

Na região sudeste do estado do Paraná as gramíneas anuais de inverno têm produzido, em condições de corte, entre 3 e 6 t de MS/ha/ano, sendo que as maiores produções são obtidas em regiões mais frias que possibilitam a semeadura em meados de março, permitindo maior número de cortes (Tabela 1).

TABELA 1. Rendimento de matéria seca (kg/ha) de cultivares de azevém no período de inverno/primavera.

Gramíneas	Rendimento de MS (kg/ha)			
	Inverno	Primavera	Total	Nº cortes
<i>Lolium multiflorum</i> cv. Lipo	4.115	3.569	7.684	6
<i>Lolium multiflorum</i> cv. Tama	4.100	2.546	6.646	4
<i>Lolium multiflorum</i> cv. Pacage	2.440	3.902	6.342	3
<i>Lolium multiflorum</i> cv. Polly	3.208	3.124	6.332	4
<i>Lolium multiflorum</i> cv. Comum	3.252	2.893	6.144	4
<i>Lolium perene</i> cv. Nui	1.665	4.367	6.032	3

Fonte: Adaptado de MORAES e LUSTOSA (1999).

De maneira geral, as leguminosas são mais nutritivas do que as gramíneas de clima temperado que por sua vez apresentam melhor qualidade que as de clima tropical.

O valor nutritivo das plantas diminui com a maturidade, mas à medida que o tempo de crescimento é prolongado a produção de matéria seca por unidade de área aumenta. Com o crescimento ocorrem alterações que resultam na elevação dos teores de compostos estruturais, tais como a celulose, hemicelulose e a lignina e, paralelamente, diminuição do conteúdo celular (MINSON, 1990; VAN SOEST, 1994). Além destas alterações, é importante salientar que a diminuição na relação folha/caule resulta em modificações na estrutura das plantas. Desta forma, é de se esperar que as plantas mais velhas apresentem menor conteúdo de nutrientes potencialmente digestíveis.

Dados de ALVIM et al. (1996), registram aumentos progressivos no teor de FDN e reduções no teor de PB e na relação caule/folha, para o capim “coast-cross”, a medida que o intervalo entre cortes aumentou (Tabela 2).

TABELA 2. Efeitos da frequência de corte, durante as épocas de chuva e de seca, sobre a qualidade do capim “coast-cross”.

Cortes (semanas)	Períodos					
	Chuvas			Seca		
	F/C*	PB	FDN	F/C	PB	FDN
2	1,6	17,7	66	-	-	-
4	1,5	13,6	63	1,1	13,1	65
5	1,2	12,6	70	1,1	11,0	65
6	1,3	10,9	70	0,9	14,9	67
7	1,1	11,2	73	1,0	11,7	70

Fonte: Adaptado de Alvim et al., 1996.

* F/C, relação folha/caule; PB, proteína bruta; FDN, fibra em detergente neutro expressos em %MS.

A fertilidade do solo influencia na composição química das plantas forrageiras, interferindo diretamente nos teores de proteína, fósforo e potássio e, conseqüentemente, nas digestibilidades das forrageiras. O sistema de cortes com a remoção total da forragem exige atenção especial à reposição de nutrientes (GOMIDE,1980).

Trabalhos realizados na Fundação ABC, no município de Castros – PR, indicam que gramíneas de clima temperado e tropical respondem diferentemente, quanto a alterações na sua composição química, quando submetidas a doses crescentes de adubação nitrogenada. Verificou-se que para o azevém o teor de PB aumentou 87,8% (13,9 para 26,1%) quando a adubação nitrogenada passou de zero para 400 kg/ha. Para o "capim tifton-85" a elevação de teor de PB foi de apenas 14,8% (13,5 para 15,5%) quando a dose de N passou de zero para 480 kg/ha (Tabela 3).

TABELA 3. Efeito da adubação nitrogenada sobre a produção e composição protéica do Azevém e Capim tifton-85.

Frações	Doses (kg N/ha)								
Azevém	0	50	100	150	200	250	300	350	400
Kg de MS	6.075	7.871	8.679	9.263	9.685	9.968	10.124	10.161	10.087
PB	13,9	15,1	16,4	17,9	19,4	21,0	22,7	24,4	26,1
NNP %PB	24,6	23,1	21,7	20,3	18,9	17,4	16,0	14,6	13,1
Tifton-85	0	80	160	240	320	400	480	-	-
Kg de MS	11.102	12.829	13.865	14.956	16.172	16.025	16.385	-	-
PB	13,5	13,5	14,0	14,3	14,4	14,4	14,4	-	-
NNP %PB	26,8	26,8	25,8	26,2	25,1	26,9	23,4	-	-

Fonte: Fundação ABC (1998) - Dados não publicados

3. DESIDRATAÇÃO DA FORRAGEM

A remoção parcial de água da planta, através do seu emurchecimento, também denominada pré-secagem, tem como finalidade restringir a extensão da fermentação durante o processo de conservação de forragens através da ensilagem e reduzir a incidência de fermentações secundárias indesejáveis.

Quando a forragem é cortada e espalhada no campo para secar a perda de umidade é intensa nas plantas ainda vivas. Uma vez que o caule e as folhas foram separados das raízes a umidade perdida não é repostada e, então, começa o murchamento. Imediatamente após o corte, a abertura dos estômatos pode aumentar, mas rapidamente decresce com a secagem (MACDONALD e CLARK, 1987).

As plantas forrageiras quando cortadas apresentam teor de umidade entre 80 a 85%, que se reduz rapidamente para 65%. Nessa etapa a secagem é rápida e envolve intensa perda de água. Os estômatos permanecem abertos, e o déficit da pressão de vapor entre a forragem e o ar é alto. A perda de água pode chegar a 1 g/g de MS/hora (SULLIVAN, 1973).

FERRARI JUNIOR et al. (1993) observaram maior taxa de secagem na fase inicial (2 horas), ao avaliar a velocidade de perda de água do capim “coast-cross” em estufa. Durante o processo de secagem, quando a forragem é enleirada, a progressiva perda de água e o sombreamento promovem o fechamento dos estômatos, resultando em aumento na resistência à desidratação.

Após o fechamento dos estômatos 70 a 80% da água deverão ser perdidos através da cutícula, cuja função é prevenir a perda de compostos da planta por lixiviação, bem como proteger contra a abrasão e os efeitos da geada e da radiação (HARRIS e TULLBERG, 1980; MOSER, 1995).

Numa segunda fase de desidratação o metabolismo da planta continua e pode se prolongar quando a forragem é densa, a umidade relativa é alta, ou se é pequena a circulação de ar dentro da leira (MOSER, 1995).

A resistência cuticular e a camada limítrofe do tecido vegetal com o ambiente, tornam-se as principais barreiras a perda de água. Procedimentos que envolvam a remoção ou modificação da cutícula podem reduzir a sua eficiência como barreira à perda de água, acelerando a taxa de desidratação da planta (MACDONALD e CLARK, 1987).

Uma terceira etapa se inicia quando a umidade da planta atinge cerca de 45%, sendo esta etapa mais sensível às condições climáticas do que as anteriores, principalmente à umidade relativa do ar (MOSER, 1995). É nesta etapa, ou próximo a ela, que a forragem é recolhida e ensilada, daí a sensível redução nos riscos de perda da forragem conservada ensilada em relação ao feno.

3.1. FATORES QUE INTERFEREM NA DESIDRATAÇÃO

3.1.1. Fatores ambientais

O processo de secagem no campo envolve perda e absorção de água. Com a forragem espalhada, a água se move entre a planta e o ambiente até atingir um valor adequado para o armazenamento. Este movimento de perda e ganho de água da planta e o ambiente é cíclico e altera o teor de água da planta. Via de regra, a planta perde água durante o dia, a menos que ocorra chuva, e à noite, com alta umidade, devido ao sereno e talvez chuva, ocorre reumedecimento (REIS e RODRIGUES, 1998).

As principais variáveis ambientais que se devem considerar são: radiação solar, temperatura, umidade do ar e velocidade do vento. As altas correlações entre as variáveis tornam difícil estabelecer quais os efeitos isolados de cada uma sobre a taxa de secagem (ROTZ, 1995).

A umidade relativa do ar é um dos principais fatores ambientais que exercem influência na perda de água da forragem desidratada no campo.

Um fator que exerce influência acentuada no conteúdo de água da forragem cortada é a alta umidade de equilíbrio. Segundo COLLINS (1995) e ROTZ (1995), a umidade de equilíbrio é aquela que a planta obtém, quando colocada em um ambiente com temperatura, umidade e radiação constantes por um período de tempo indefinido.

A secagem da forragem cortada continua se processando enquanto a umidade relativa do ar for menor que a umidade de equilíbrio da forragem. A umidade de equilíbrio é importante para determinar se o material que está sendo desidratado perderá ou ganhará umidade a uma dada temperatura e umidade relativa do ar.

A radiação solar tem sido identificada como o principal fator ambiental que influencia a desidratação de gramíneas e leguminosas e, conseqüentemente, está associada à taxa de secagem das forrageiras.

3.1.2. Fatores inerentes à planta

A superfície das plantas é coberta por uma camada cerosa, relativamente impermeável, denominada cutícula. A função desta cobertura, além da prevenção de danos físicos, é diminuir as perdas de componentes da planta por lixiviação e excessiva perda de umidade. Boa parte da água transpirada pelas plantas sai pelos estômatos.

Estes são pequenos orifícios na epiderme, que cobrem de 1 a 3% da superfície da planta, porém 80 a 90% da água que deixa a planta o faz pelos estômatos (ROTZ e MUCK, 1994).

Com o desenvolvimento das plantas, observa-se diminuição na relação folha/caule, bem como no seu valor nutricional e conteúdo de água. Do ponto de vista de desidratação, o avanço no estágio de desenvolvimento resulta em vantagem para o processo de perda de água, mas é prejudicial em termos de qualidade da forragem. Contudo, na prática, afim de se assegurar rapidamente umidade adequada para o armazenamento, pode-se realizar o corte da forragem mais tardiamente.

É importante considerar que, apesar de as plantas mais novas apresentarem maior conteúdo de umidade, a perda de água se processa mais facilmente, sendo tal fato relacionado à maior proporção de folhas. A taxa de perda de umidade nas gramíneas depende da morfologia dos perfilhos, e também do conteúdo de água da planta (MOSER, 1995). As folhas das gramíneas perdem água 15 vezes mais rápido que os caules, sendo que 25% da umidade dos caules é perdida através das folhas. Perfilhos vegetativos com 80% de folhas secam em 1/3 do tempo requerido por aqueles que se

encontram em estágio de emergência das inflorescências e com 40% das folhas. Por outro lado, após a emergência das inflorescências a taxa de secagem é rápida, devido ao menor conteúdo de água das plantas e a exposição dos caules.

Em relação à proporção de caule, é importante considerar que a transferência de água do caule para as folhas é um fator relacionado à velocidade de secagem, principalmente em leguminosas e gramíneas colhidas na fase reprodutiva (HARRIS e TULLBERG, 1980).

3.1.3. Fatores de manejo

De acordo com ROTZ e MUCK (1994), no início do processo de desidratação da forragem pode haver aumento na umidade da planta em consequência da formação de água metabólica durante o processo respiratório. Assim, as práticas de viragem e revolvimento com ancinhos enleiradores e espalhadores são de importância fundamental no processo de secagem, principalmente nas primeiras horas após o corte, afim de reduzir a compactação e proporcionar maior circulação de ar dentro das leiras, acelerando a transferência de umidade das plantas para o ambiente.

Forragens com maior proporção de folhas resulta em leiras mais pesadas do que aquelas de plantas que possuem maior percentagem de caules, apresentando maior dificuldade para a circulação de ar e aumentando a resistência à perda de água.

Nesse sentido, Nash, citado por MACDONALD e CLARK (1987), observou taxas de perda de água, na segunda fase, que variaram de 0,5 a 1,0%/hora em forragem não virada, aumentando para 2,0%/hora em área submetida a ação de ancinhos, e de 3,0%/hora em forragem que sofreu condicionamento e foi virada com ancinho.

A altura da forragem remanescente deve permitir a circulação de ar na porção inferior da leira. O dimensionamento da área por cortar deve ser estabelecido, observando-se a capacidade do processamento, de tal forma que se diminua o tempo de permanência da forragem no campo.

Recentemente têm sido usados condicionadores químicos, que através da manutenção dos estômatos abertos aceleraram a taxa de secagem. De acordo com HARRIS e TULLBERG (1980) e MACDONALD e CLARK (1987), a adição de fusicoccina (uma toxina produzida pelo fungo *Fusicoccum amygdali* Del.), de quinetina e de azida sódica, retarda o processo de fechamento dos estômatos, acelerando a taxa de secagem.

A aplicação de produtos químicos, com a finalidade de alterar a estrutura da epiderme, como por exemplo o carbonato de potássio ou de sódio, pode resultar em maior taxa de secagem de plantas forrageiras, uma vez que promovem redução na resistência cuticular à perda de água (MACDONALD e CLARK, 1987).

Na região dos Campos Gerais, no Paraná, tem sido crescente o emprego de herbicidas dessecantes (a base de Glifosato) na produção de silagens pré-secadas ou mesmo feno. No final do ciclo das culturas de inverno, principalmente aveia e azevém, o agricultor desseca a área para em seguida iniciar o plantio das culturas de verão, no sistema de plantio direto. Como a forragem dessecada apresenta taxa de secagem acelerada; está menos sujeita a perdas por lixiviação, em caso de chuvas; e pode até ser cortada e recolhida diretamente, dispensando assim grande parte dos processamentos mecânicos (viragem e enleiramento), torna-se uma opção interessante por seu menor custo. Avaliações visuais indicam que forragens que foram dessecadas apresentam melhor conservação do valor nutritivo.

Deve-se ressaltar que não há registro de herbicidas para esta finalidade, nem tão pouco estudos sobre resíduos nos produtos de animais que consomem esta forragem.

4. EFEITOS DA PRÉ-SECAGEM

A pré-secagem ou emurchecimento permite a ensilagem de plantas forrageiras com teores mais elevados de umidade, num processo relativamente simples onde fermentações indesejáveis são controladas através da diminuição da atividade de água ou elevação da pressão osmótica (McDONALD et al., 1991).

A silagens com maior conteúdo de MS estabilizam em pH mais alto (Figura 2) devido a menor atividade de bactérias do gênero *Clostridium* que são sensíveis à pressão osmótica (WOOLFORD, 1984).

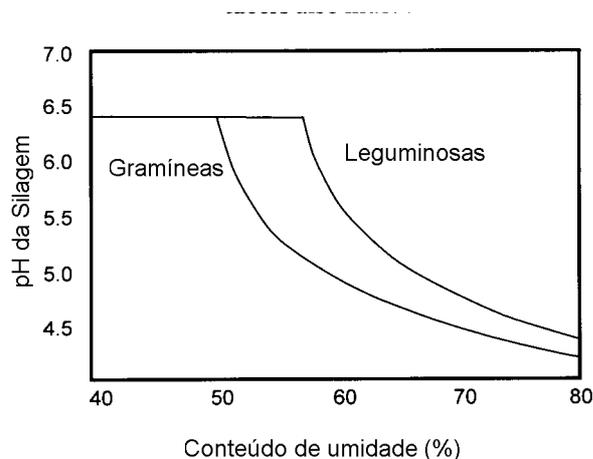


Figura 2. Relação entre pH e conteúdo de matéria seca de silagens

Fonte: Van Soest, 1994

BERTO e MÜHLBACH (1997) constataram que o emurchecimento da aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) resultou, em relação a forragem verde, em elevação dos teores de MS (15,3 para 31,2%) e de carboidratos solúveis (2,9 para 3,3%), e redução do poder tampão (51,9 para 44,3 meq NaOH/100g MS).

Contudo, os efeitos da pré-secagem sobre o teor de carboidratos solúveis e do poder tampão parecem variar, principalmente, de acordo com a espécie forrageira e o teor de umidade inicial (Tabela 4).

TABELA 4. Poder tampão (g/100ml HCl) e teores de carboidratos solúveis (% MS) de diferentes forrageiras na ensilagem.

Poder tampão			
Planta forrageira	Fresca	Pré-secada	Fonte
Capim elefante	36,8	47,7	Tosi et al., 1995
Alfafa	52,5	45,8	Muck, 1990
Alfafa	51,5	44,8	Jones et al., 1992
Alfafa	39,4	34,2	Ruggieri, 1996
Carboidratos solúveis			
	Fresca	Pré-secada	
Capim elefante	7,1	4,1	Tosi et al., 1995
Alfafa	3,2	3,3	Muck, 1990
Alfafa	10,5	9,9	Ruggieri, 1996
Alfafa	5,1	8,7	Monteiro et al., 1998

Fonte: Adaptado de MONTEIRO (1999).

Os parâmetros qualitativos de plantas forrageiras para ensilagem não devem ser considerados isoladamente. O pH crítico abaixo do qual o crescimento das bactérias do gênero *Clostridium* é inibido varia diretamente com o teor de umidade do material a ser ensilado (Figura 2). A menos que os teores de carboidratos solúveis sejam muito altos e poder tampão baixo (Figura 1), tem-se uma fermentação indesejável para forrageiras com altos níveis de umidade, resultando em silagens de baixo valor nutricional com grande perda de efluente contendo nutrientes de alta digestibilidade. E ainda que os níveis de carboidratos sejam adequados para garantir uma fermentação láctica, silagens úmidas podem ser nutricionalmente indesejáveis porque o consumo voluntário de MS nesses caso é reduzido devido a presença de N amoniacal, ácido acético e butírico (McDONALD et al., 1991).

Deste modo, pode-se considerar que o ideal para ensilagem é que a forragem apresente teores de MS entre 35 e 45%, sendo que para os teores entre 40 a 45% é recomendável que a forragem seja picada em partículas menores, a fim de se conseguir uma melhor compactação.

5. ENSILAGEM

O corte das plantas forrageiras destinadas a ensilagem deve ser feito no estágio vegetativo, ocasião em que a planta se encontra no seu “ponto de equilíbrio” entre produção de matéria seca e qualidade nutricional. Recomendações práticas indicam, para plantas forrageiras em condições ideais adubação, que o corte do azevém e do capim papuã (*B. plantaginea*) sejam feitos quando as plantas alcançam 25 cm de altura; 35 cm de altura para a aveia preta; e o corte da alfafa quando estas apresentarem até 50% de florescimento. É adequado que o corte da forragem seja feito entre 6 a 8 cm do solo, para que a rebrota e consequente produção de matéria seca no corte seguinte não sejam prejudicadas (JANSSEN e GIARDINI, 1995).

As perdas mecânicas no momento do corte, durante o processo no campo, são devidas, principalmente, ao dilaceramento de folhas e caules e, geralmente, estão associadas a equipamentos inadequados ou carentes de manutenção, com facas não afiadas e desajustadas. Deve-se ter atenção especial para as leguminosas pela maior susceptibilidade a perda de folhas que ocorre em resposta a manipulação da forragem (PEREIRA e REIS, 1999).

Conforme discutido anteriormente, o tempo de exposição da forragem até atingir o ponto ideal de secagem é bastante variável e totalmente dependente de condições climáticas e intrínsecas da planta forrageira.

O uso de segadeiras condicionadoras reduz pela metade o tempo de secagem das plantas forrageiras, devido ao aumento da perda de água pelo caule (ROTZ e MUCK, 1994). Condicionamento mecânico, com a maceração do caule, pode melhorar a taxa de secagem de leguminosas de maneira mais consistente, quando comparada com a de gramíneas. Os resultados do condicionamento são mais evidentes em espécies que possuem caules mais grossos e com baixa relação folha/caule (ROTZ, 1995).

Porém, para forragens que foram submetidas a algum tipo de condicionamento mecânico as perdas decorrentes da ação da chuva sobre a forragem podem ser de maior intensidade, devido ao fato de que compostos solúveis de alto valor nutritivo são arrastados, podendo haver grandes perdas desses nutrientes (COLLINS, 1995).

Quando a forragem seca no campo, o topo da leira desidrata primeiro que a base. Desta forma, a manipulação da leira pode acelerar e uniformizar a secagem, pelo revolvimento da forragem mais úmida, colocando-a na camada superior, onde ocorre a secagem mais rápida, e também pelo espalhamento, aumentando a superfície de contato

com o ambiente. O uso de ancinhos para promover a inversão das leiras somente se aplica a leguminosas nas primeiras horas após o corte (ROTZ, 1995).

O recolhimento da forragem pode ser feito utilizando-se uma ensiladeira, desde que adaptado um “molinete” apropriado para o recolhimento da forragem. A forragem recolhida e picada deve ter tamanho de partícula entre 2 a 3 cm o que facilita sua distribuição, compactação no silo e posterior retirada, mesmo para níveis de matéria seca mais elevados (45%).

Existem também carretas recolhedoras, dotadas ou não de picador. Este equipamento tem custo relativamente elevado e por sua finalidade exclusiva mostra-se adequado somente para propriedades que fazem grandes quantidades de silagem pré-secada ou para empresas que prestam serviço neste segmento da pecuária. Também têm sido empregadas colhedoras de forragem (tipo Taarup) que recolhem diretamente a forragem já pré-secada e enleirada, ou ainda, no final do ciclo da cultura, quando as plantas forrageiras já encontram-se em estágio avançado de maturação, e por isso com teores mais elevados de MS. Nestas duas situações ocorrem perdas, seja na quantidade de forragem recolhida ou ainda na qualidade dessa forragem. Contudo, há que se considerar que esta opção muitas vezes pode ser interessante ao pecuarista por reduzir o número de operações e até mesmo a locação de equipamentos.

Para a adequada manutenção da qualidade da forragem ensilada é importante que o enchimento do silo seja rápido, estabelecendo condição de anaerobiose o mais rápido possível. A compactação da massa e consequente eliminação de oxigênio remanescente podem ser facilitadas com o auxílio de silos tipo trincheira e através de técnicas de enchimento em camadas oblíquas (rampado), com redução da superfície de exposição ao ar. Sugere-se o abaulamento da massa ensilada, compactada acima do nível de contorno da borda superior do silo trincheira (NUSSIO e MANZANO, 1999).

A compactação da silagem pré-secada deve ser feita exaustivamente durante todo o período de enchimento do silo, utilizando-se um trator pesado. Para forragens não picadas e/ou com teores mais elevados de MS recomenda-se que sejam distribuídas camadas finas a fim de facilitar a compactação.

Quanto ao tipo de silo para armazenamento, os do tipo trincheira mostram-se mais adequados ao processo, embora os de superfície venham sendo utilizados sem restrições, com a vantagem de poder ser alocados em qualquer lugar que seja estratégico para posterior retirada e fornecimento aos animais. Trabalhos indicam que as perdas na

forragem ensilada, em diferentes tipos de silo, estão principalmente relacionadas ao teor de umidade da forragem (Tabela 5).

TABELA 5. Estimativas de perda de matéria seca (%) em forragens ensiladas em diferentes tipos de silos e com diferentes teores de umidade.

Tipo de silo	Perdas			Total
	Deterioração superficial	Fermentação	Efluente	
Torre				
65% Umidade	4	8	0	12
Trincheira				
85% Umidade	6	11	10	27
75% Umidade	8	9	3	20
70% Umidade	10	10	1	21
Superfície				
85% Umidade	12	12	10	34
75% Umidade	16	11	3	30
70% Umidade	20	12	1	33

Fonte: Adaptado de JASTER (1995).

Também tem sido crescente no Brasil a ensilagem de forragem pré-secada em fardos redondos (400 a 600 kg) revestidos com plástico especial. Este processo tem como vantagens: 1) Permitir o uso de equipamentos empregados no processo de fenação para produção de silagem; 2) Possibilitar o transporte de pequenas quantidades de forragem conservada sem abertura de silos; 3) Não requerer estruturas de silos.

Como desvantagens deste sistema tem-se: 1) Investimento elevado na aquisição de equipamentos e do plástico apropriado, é uma alternativa mais viável para empresas que comercializam volumosos; 2) O tempo de conservação da forragem é bem menor que dos silos convencionais.

Na região do município de Ponta Grossa - PR a comercialização de volumosos pré-secados passou a ser uma opção bastante interessante tanto para o agricultor, que passou a ter mais uma opção de renda com as culturas de inverno, vendendo a forragem ou produzindo em parceria com terceiros fardos de silagem pré-secada; como para o pecuarista, que em caso de falta de alimentos volumosos, por motivos diversos, pode adquiri-los na quantidade necessária.

6. ALTERAÇÕES DURANTE A FERMENTAÇÃO

Na forragem fresca 75 a 90% do N total está na forma de proteína, constituindo principalmente peptídeos, aminoácidos livres, amidas, nucleotídeos e clorofila. Durante a ensilagem uma proteólise extensiva determina que 40 a 60% deste nitrogênio seja solubilizado em compostos nitrogenados não protéicos. A extensão da proteólise diminui com o aumento no conteúdo de MS da silagem e com a redução do pH. Rápidas taxas de redução de pH são particularmente importante quando se ensila plantas com altos teores de proteína, como a alfafa, pois a atividade das enzimas proteolíticas é inibida quando o pH reduz de 4,5 a 4,0 (McDONALD et al., 1991; JASTER, 1995).

Silagens, geralmente com elevados teores de MS, estão sujeitas a elevação de temperatura na massa ensilada. As condições de umidade e temperatura acima de 55°C são favoráveis à ocorrência de reações não enzimáticas entre os carboidratos solúveis e grupos amins dos aminoácidos, resultando em compostos denominados produtos da reação de Maillard (MOSER, 1980; VAN SOEST, 1994).

A formação de produtos de Maillard em silagens superaquecidas promove diminuição acentuada na digestibilidade da proteína, uma vez que se pode observar aumentos consideráveis nos teores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), o qual não é disponível para os microrganismos do rúmen (VAN SOEST, 1994).

A cor verde presente em silagens pré-secadas é alterada para vários tons de marrom. A extensão das alterações na cor fornece indicação da intensidade do aquecimento no armazenamento e ocorrência da reação de Maillard.

Durante a ensilagem o total de ácido produzido pode ser superior a quantidade produzida somente pela fermentação de carboidratos solúveis. Nestes casos os carboidratos solúveis podem ser provenientes da hidrólise de carboidratos estruturais como a celulose, hemicelulose e pectina (McDONALD et al., 1991). Embora alguma celulose possa ser hidrolisada durante a fermentação, a hemicelulose é a principal fonte de carboidratos solúveis. Através de hidrólise química ou pela ação de enzimas da própria forragem até 20% da hemicelulose pode ser hidrolisada em açúcares de 5 ou 6 carbonos, que serão utilizadas posteriormente por bactérias acéticas ou lácticas (MOSER, 1980; JASTER, 1995).

7. USO DE ADITIVOS

Pressupondo-se que a pré-secagem já assegure níveis ideais de MS e carboidratos solúveis para a ensilagem, alterações no processo fermentativo podem ocorrer somente com a adição de culturas bacterianas, que tem como finalidade promover a rápida fermentação láctica oriunda de bactérias predominantemente homofermentativas sob condições anaeróbicas, as quais ocorrem naturalmente.

Há tempos vem sendo estudado a presença de bactérias na parte aérea da planta a ser ensilada, tendo-se constatado que estas são em sua maioria aeróbias estritas (ex. *Bacillus* e *Clostridium*), o que contribui pouco ou nada para o processo de fermentação da silagem. Contudo, em condições ideais, a pequena quantidade de bactérias lácticas presente na forragem podem se multiplicar em quantidade suficiente para promover um padrão de fermentação ideal (MORAIS, 1999).

Muck (1989), citado por JASTER (1995), quantificou as bactérias lácticas presentes na planta de alfafa no campo, na planta cortada e após 24, 48 e 72 h de secagem. Poucas bactérias foram encontradas na forragem íntegra (< 10 UFC*/g). O corte determinou aumento de 50 UFC/g na forragem. Durante a secagem a população de bactérias lácticas aumentou, principalmente nas partes da planta próximas ao corte. A inoculação e o crescimento de bactérias durante o processamento da forragem são promovidos pela liberação do conteúdo celular da forragem durante o corte (McDONALD et al., 1991). Dados da literatura indicam que a medida que se aumenta a intensidade da picagem da forragem para a ensilagem tem-se aumentos significativos na população de bactérias lácticas.

A inoculação com bactérias homofermentativas pode proporcionar efeitos benéficos, como aumento na velocidade da fermentação e redução na proteólise, se forem aplicadas quantidades que determinem pelo menos 10^6 organismos/g de forragem fresca (JASTER, 1995).

Contudo, boa parte das pesquisas que avaliam o efeito do uso de inoculante sobre a conservação de silagens evidenciam que benefícios sobre a qualidade fermentativa da silagem não refletem em melhora no desempenho animal (MORAIS et al., 1994).

De acordo com MUCK (1996), dos produtos da fermentação, o ácido láctico é melhor utilizado pelos microrganismos do rúmen, o que poderá levar a um pequeno

aumento na produção de proteína microbiana, enquanto que o acético é absorvido diretamente pela parede ruminal. O autor destaca também que existe alguma evidência de que o ácido acético e o etanol podem ter efeito negativo sobre a palatabilidade e ingestão, e que pequenas variações na forma do N (menos NH₃ e mais proteína verdadeira) poderá melhorar a retenção de nitrogênio pelo animal.

MARTINSSON (1992) verificou ligeira melhora sobre o padrão de fermentação de gramíneas com a adição de inoculante bacteriano (*Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus faecium* e *Pediococcus sp.*) em relação a silagem não aditivada. No entanto, não constatou benefícios significativos sobre a ingestão de MS e produção de leite, mesmo quando comparada com a silagem aditivada com ácido fórmico (Tabela 6).

O uso de enzimas que degradam a parede celular como aditivo na silagem têm sido considerado sob dois pontos de vista: primeiro, como um meio de aumentar a disponibilidade de carboidratos solúveis como substrato para as bactérias lácticas; segundo, como um método de aumentar a digestibilidade da matéria orgânica da forragem (HENDERSON, 1993).

A análise de trabalhos conduzidos a partir de 1985 (Muck e Bolsen, citados por ROTZ e MUCK, 1994) evidencia que a utilização de aditivos contendo enzimas reduziu o conteúdo de FDN e de FDA em 80% das pesquisas com gramíneas e em 40% nos estudos conduzidos com alfafa.

McHAN, (1986) estudou o efeito da adição de celulase comercial na ensilagem de grama bermuda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) em silos de laboratório. A celulase foi adicionada às amostras na taxa de 10g/kg de forragem fresca. O autor reportou aumento nos teores de carboidratos solúveis na silagem, pela adição de celulase, o que pode ser explicado pela redução de 35 % dos teores de celulose, quando comparado a silagem não tratada.

No entanto, segundo VAN SOEST (1994), a fração FDN da forragem nem sempre é reduzida na silagem tratada com enzimas. Porém, quando há aumento na disponibilidade de carboidratos solúveis pode promover elevação na fermentação láctica. Porém, o acúmulo de carboidratos solúveis, que podem ser os oligosacarídeos pobremente utilizados pelas bactérias lácticas, irão favorecer a fermentação ruminal. Somando-se a isto, as bactérias que degradam a parede celular aumentam a taxa inicial de fermentação ruminal (reduz o lag-time), mas não a extensão da fermentação.

* UFC = Unidade Formadora de Colonia

TABELA 6. Ingestão de matéria seca e produção de leite de bovinos alimentados com silagem de gramínea tratada com inoculante bacteriano ou ácido fórmico.

	Controle	Tratadas	
		Inoculante	Ácido Fórmico
Matéria seca %	19,3	19,4	20,7
Composição %MS			
Proteína bruta	15,1	15,7	15,0
Àc. Acético	4,3	3,8	1,8
Àc. Propiônico	0,5	0,4	0,1
Àc. Butírico	0,6	0,1	0,04
Àc. Lático	6,4	6,8	5,0
Etanol	0,6	0,5	1,1
PH	4,2	4,1	3,9
NH ₃ (% N-total)	9,6	8,5	4,9
Ingestão de MS (%PV)	3,4	3,4	3,3
Prod. Leite (kg)	23,8	24,7	23,8

Fonte: Adaptado de MARTINSSON (1992).

8. ESTABILIDADE AERÓBIA DO SILO

A estabilidade da silagem é determinada pela fermentação aeróbia (pós-fermentação) que ocorre após a abertura do silo. A pós-fermentação será mais intensa quanto melhor for a qualidade da silagem, em função dos maiores teores de carboidratos solúveis e de ácido lático residuais. Os principais substratos utilizados pelos microrganismos envolvidos no processo são os ácidos, o etanol e os açúcares solúveis, resultando em aumento do pH e redução na digestibilidade e no conteúdo de energia (MUCK e SHINNES, 2001). A deterioração aeróbia da silagem está associada, principalmente, com o desenvolvimento de fungos e leveduras. Esses microrganismos apresentam alta resistência as variações do pH e sobrevivem em meio anaeróbio. Particularmente as leveduras *Candida krusei*, *Pichia fermentans* e *Hansenula anomala* são iniciadoras do processo de deterioração da silagem. Em uma etapa subsequente, bactérias (*Bacillus cereus*, *B. firmes*, *B. lentus* e *B. sphaericus*) podem estar envolvidas no processo de deterioração.

Este processo é prejudicial à qualidade da silagem. O manejo correto do silo poderia reduzir ou evitar perdas decorrentes da aeração da silagem (NUSSIO e

MANZANO, 1999). Para que sejam reduzidas as perdas é necessário que se remova uma camada diária de silagem de pelo menos 25 cm de todo painel exposto, sem abalar a estrutura da massa ensilada. Utilizando-se desensiladeiras, adequadas para silagem pré-secada, este procedimento é relativamente simples. Caso a retirada seja manual é indispensável a utilização de uma ferramenta pontiaguda com corte nas laterais (tipo lança) para que todo o painel seja cortado. Este procedimento é imprescindível para forragens que não foram picadas antes da ensilagem.

Um aspecto importante a ser considerado é a presença de patógenos e de toxinas nas silagens, resultando em risco de contaminação dos animais e humanos. A *Listeria monocytogenes* é um patógeno para ambos, animal e humano, podendo causar listeriose, meningite, encefalite, septicemia, endocardite, aborto, abscessos e lesões purulentas. Esta bactéria está presente no solo e na planta a ser ensilada. Geralmente a listéria não é um problema em silagens bem fermentadas. O pH abaixo de 4,5 a 5,0 normalmente inibe esta bactéria (Fenlon e Wilson, citado por MUCK e SHINNES, 2001), e da mesma forma baixos níveis de ácidos não dissociados. Contudo, tem sido observado aumento na incidência de listéria em silagens conservadas em fardos envoltos em filme plástico. A maior área de superfície por volume nos fardos envoltos em filmes plásticos e fermentação deficiente, provavelmente contribuem para a maior proporção de silagem exposta ao oxigênio e tem pH elevado.

A bibliografia dos dez últimos anos sobre o assunto mostra que a contaminação com listéria ocorre principalmente nas regiões periféricas do silo onde há alterações na conservação da silagem. Portanto, a eliminação dessa silagem mal conservada, no momento de fornecer aos animais, pode evitar problemas de contaminação não só com a listéria mas também com outros microrganismos, como por exemplo fungos (toxinas) e esporos de clostrídeos (MUCK e SHINNES, 2001).

Os fungos mais comuns encontrados em silagens são os do gênero *Fusarium*, *Penicillium* e *Aspergillus*. Estes fungos necessitam de temperatura acima de zero, umidade acima de 20% e de oxigênio para se desenvolverem (MUCK e SHINNES, 2001). Todavia, a produção de toxinas geralmente não ocorre nas mesmas condições observadas para crescimento dos fungos. Por exemplo, para a produção de aflatoxina, os fungos do gênero *Aspergillus* requerem temperatura acima de 30°C e alta umidade. Por outro lado, *Fusarium* produzem toxinas em temperaturas mais amenas (7 a 24°C).

9. FORNECIMENTO AOS ANIMAIS

As silagens de gramíneas ou leguminosas de clima temperado, comparadas com as tropicais, têm como característica menores teores de fibra e qualidade superior da fibra. Para dietas de vacas leiteiras, principalmente, a concentração de fibra na dieta, expressa pela porcentagem de FDN, é importante para manutenção do teor de gordura do leite, da função ruminal normal, do metabolismo, produção e saúde do animal. O excesso de FDN reduz o consumo de MS, a digestibilidade e desempenho. Por outro lado, a deficiência de FDN pode resultar em acidose, timpanismo e redução no teor de gordura do leite. Assim, um ponto prioritário na formulação de ração para bovinos leiteiros deve ser o estabelecimento de relações volumoso:concentrado que determinem concentrações ótimas de FDN na dieta (NUSSIO, 2000).

O NRC (1989) propõe como limites mínimos de concentração de fibra em rações de vacas em lactação 28-25% de FDN e 19-21% de FDA, dependendo do estágio de lactação. Além disso, sugere que 75% da FDN total da ração deve ser proveniente de forragens.

Na grande maioria das fazendas que integram os grupos Batavo e Castrolanda no Paraná, a opção pelo uso de silagem pré-secada também é devida ao fato de se conseguir constância na dieta das vacas e assim evitar oscilações na produção e composição do leite durante o ano, considerando-se que as Cooperativas da região, há mais de 10 anos, pagam preços diferenciados ao produtor por maiores teores de gordura e proteína, e também os penaliza em caso de teores inferiores a 3,4 e 3,1%, respectivamente.

No caso de se utilizar silagem pré-secada como alimento suplementar, por ocasião de restrição de oferta de pastagem ou com a finalidade de melhorar o desempenho dos animais (ex. nutrição de novilhas) deve-se atentar para detalhes, além do atendimento das exigências nutricionais dos animais, relacionados ao fornecimento da silagem.

Geralmente os animais têm livre acesso à silagem no campo, que é depositada em cochos ou no chão, próximo a área de trânsito do trator. Contudo, há que se considerar que no sistema de livre acesso dos animais as perdas de forragem podem ser grandes, devidas ao pisoteio, fezes, urina e consumo exagerado. LECHTENBERG et al. (1974) verificaram que o uso de anteparos (tipo de gradil), para controlar o acesso dos animais à forragem, implicou numa redução de 32% na quantidade de forragem

oferecida em relação aos animais que consumiam diretamente nos fardos. Segundo FARIA (1994), este fato acontece quando o pecuarista atribui ao produto conservado um baixo valor, havendo então a tendência de associar o controle de perdas com custos elevados.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a produção de silagem pré-secada de alta qualidade deve-se levar em consideração fatores como:

- O processo tem como vantagem, em relação a fenação, a redução do tempo de secagem e dos riscos de perdas no campo;
- Preserva melhor a qualidade da forragem colhida com níveis mais elevados de umidade;
- É necessário estabelecer espécies forrageiras produtivas adaptadas às condições climáticas locais e colher a forragem no estágio de desenvolvimento adequado, de modo a se obter maiores produções de matéria seca de alto valor nutritivo;
- Deve-se proporcionar condições ideais ao processo de fermentação durante o armazenamento, com atenção especial ao teor de matéria seca da forragem e a compactação durante a ensilagem;
- Adotar, se necessário, o uso de aditivos para melhor conservação, sempre levando-se em consideração o custo final dos nutrientes na forragem armazenada;
- Adotar técnicas de manejo e equipamentos adequados de modo que sejam minimizadas as perdas durante a retirada e o fornecimento da silagem aos animais.

11. LITERATURA CONSULTADA

- ALVIM, M.J.; RESENDE, H.; BOTREL, M.A. Efeito da frequência de cortes e do nível de nitrogênio sobre a qualidade da matéria seca do “Coast-cross”. In: Workshop sobre o potencial forrageiro do gênero *Cynodon*. Juiz de Fora, 1996. Anais..., EMBRAPA-CNPGL. Juiz de Fora, 1996. p. 45-56.
- BERTO, J.L.; MULBACH, P.R.F. Silagem de aveia preta no estágio vegetativo, submetida à ação de inoculantes e ao emurchecimento. *Rev. Bras. Zoot.*, Viçosa. v.26, n.4, p. 651-659. 1997.
- BONJARDIM, S.R.; REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R. de A.; PEREIRA, J.R.A. Avaliação da qualidade dos fenos de gramíneas tropicais armazenados com diferentes níveis de umidade e tratados com amônia. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, Viçosa. v.21, n.5, p. 866-873. 1992.
- COLLINS, M. Hay preservation effects on yield and quality. In: *Post-harvest physiology and preservation of forages*. Moore, K.J., Kral, D.M., Viney, M.K. (eds). American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin. 1995. p.67-89.
- FARIA, V.P. Técnicas de produção de feno. In: *Pastagens – Fundamentos da exploração racional*. (2 ed.) Peixoto, A.M.; MOURA, de FARIA V.P. (eds). FEALQ. Piracicaba. 1994. p. 679-694.
- FERRARI JUNIOR, E.F.; RODRIGUES, L.R.A.; REIS, R.A.; COAN, O. SCHAMMAS, E.A. Avaliação do capim coast-cross para a produção de feno em diferentes idades e níveis de adubação de reposição. *B. Industr. Anim.*, Nova Odessa. v.50, n.2, p.137-145. 1993.
- GOMIDE, J.A. Características de planta forrageira a ser fenada. *Inf. Agrop.*, Belo Horizonte. v. 6, n.64, p. 6-8. 1980.
- HARRIS, C.E.; TULLBERG, J.N. Pathways of water loss from legumes and grasses cut from conservation. *Grass and For. Sci.*, Oxford. v.35, n.1, p. 1-11. 1980.
- HENDERSON, N. 1993. Silage additives. *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 45(1):35-56.
- JANSSEM, H.P.; GIARDINI, W.V. Silagem pré-secada. Guia técnico n.1. 2ª ed. Castro - PR, CCPL. 1995. 75p.
- JASTER, E.H. Legume and grass silage preservation. In: *Post-harvest physiology and preservation of forages*. Moore, K.J., Kral, D.M., Viney, M.K. (eds). American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin. 1995. P.91-115.
- LECHTENBERG, V.L.; SMITH, V.H.; PARSONS, S.D.; PETRITZ, D.C. Storage and feeding of large packages for beef cows. *J. Anim. Sci.* v.39, n.6, p.1011-1020. 1974.
- MACDONALD, A.D.; CLARCK, E.A. Water and quality loss during field drying of hay. *Adv. in Agron.*, Madison. v. 41, p. 407-437. 1987.

- MARTINSSOM, K. A study of the efficacy of a bacterial inoculant and formic acid as additives for grass silage in terms of milk production. *Grass and Forage Sci.*, Oxford. V. 47, p.189-198. 1992.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S.J.E. The biochemistry of the silage. Edinburg, J. Wiley and Sons Ltda, 1991. 226 p.
- McHAN, F. 1986. Cellulase-treated coastal Bermudagrass silage and production of soluble carbohydrates, silage acids, and digestibility. *J. Dairy Sci*, 69: 431-438.
- MINSON, D.J. *Forage in ruminant nutrition*. New York. Academic Press. 1990. 483p.
- MONTEIRO, A.L.G. Silagem pré-secada. In: Anais do 7º Simpósio sobre nutrição de bovinos. Tema: Alimentação suplementar. FEALQ, 1999.
- MORAES, A., LUSTOSA, S.B.C. Forrageiras de inverno como alternativas na alimentação animal em períodos críticos. In: Anais do 7º Simpósio sobre nutrição de bovinos. Tema: Alimentação suplementar. FEALQ, 1999.
- MORAIS, J.P.G.; BOIN, C.; NUSSIO, L.G.; PEREIRA, J.R.A., ROSSI, P.; PENATI, M.A. Avaliação de inoculante bacteriano para a produção de silagem no desempenho de bovinos em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1994, Maringá - PR. Anais da XXXI Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 1994.
- MORAIS, J.P.G. Silagem de gramíneas tropicais. In: Anais do 7º Simpósio sobre nutrição de bovinos. Tema: Alimentação suplementar. FEALQ, 1999.
- MOSER, an L.E. Post-harvest physiological change in forage plants. In: *Post-harvest physiology and preservation of forages*. Moore, K.J., Kral, D.M., Viney, M.K. (eds). American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin. 1995. p.1-19.
- MUCK, R. Silage inoculation. In: CONFERENCE WITH DAIRY AND INDUSTRIES, 1996, Madison. *Proceedings...* Madison: Dairy Forage Research Center, 1996, p.43-51.
- MUCK, R.E. SCHINNES, K.J. 2001. Conserved forages (silage and hay): Progress and priorities. In. International Grassland Congress. XIX. 2001. São Pedro. *Proceedings...* Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry. p.753.-762.
- NUSSIO, L.G.; In: Anais do 7º Simpósio internacional sobre produção de bovinos leiteiros. Cd-room. Fundação ABC, 2000.
- NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P. Silagem de miho. In: Anais do 7º Simpósio sobre nutrição de bovinos. Tema: Alimentação suplementar. FEALQ, 1999.
- PEREIRA, J.R.A.; REIS, R.A. Feno. In: Anais do 7º Simpósio sobre nutrição de bovinos. Tema: Alimentação suplementar. FEALQ, 1999.

- REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.de A. Aditivos para a produção de fenos. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. 34, Anais dos Simpósios..., Botucatu. 1998. Wechsler F. S. (ed) Sociedade Brasileira de Zootecnia, Botucatu. 1998. p.109-152.
- ROTZ, C.A. Field curing of forages. In: *Post-harvest physiology and preservation of forages*. Moore, K.J., Kral, D.M., Viney, M.K. (eds). American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin. 1995. p.39-66.
- ROTZ, C.A.; MUCK, R.E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: *Forage Quality, Evaluation, and Utilization*. Fahey Junior, G.C. (ed). ASA., CSSA., SSSA. Madison, Wisconsin. p. 828-868. 1994.
- SULLIVAN, J.T. Drying and storing herbage as hay. In *Chemistry and biochemistry of herbage*. Buttler, G.W.; Bailey, R.W. (ed). V.1 Academic Press, London. p.1- 42. 1973.
- VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca. Comstock Publishing. 1994. 476 p.
- WOOLFORD, M.K.. *The silage fermentation*. New York: Marcel Dekker, 1984. 350p.