

Produção Qualidade e Aspectos Sanitários de Fenos

Ricardo Andrade Reis*¹
Ana Claudia Ruggieri¹
Anna Paula de Toledo Piza Roth²

1. Introdução

Atualmente, o Brasil ocupa posição de destaque na pecuária mundial, notadamente nos aspectos relacionados ao volume de produção, contudo a observação dos aspectos relativos às boas práticas de manejo para a preservação dos recursos naturais, respeito ao bem estar dos animais e aspectos sanitários, são imprescindíveis para garantir a hegemonia brasileira no cenário mundial.

A utilização de pastagens formadas por gramíneas tropicais é a principal base dos sistemas de produção de ruminantes no Brasil Central, contudo, a estacionalidade qualitativa e quantitativa destas forrageiras, requer a produção de volumosos de alta qualidade para as confecções de silagens e de fenos de elevado valor nutritivo durante o verão para suprir as deficiências observadas durante o período de seca.

Dentre as técnicas de conservação de forragem, destaca-se a fenação, cujo princípio básico resume-se na conservação do valor nutritivo da forragem através da rápida desidratação, uma vez que a atividade respiratória das plantas, bem como a dos microrganismos é paralisada. Assim, a qualidade do feno está associada a fatores relacionados com as plantas que serão fenadas, às condições climáticas ocorrentes durante a secagem e ao sistema de armazenamento empregado.

O feno é um dos mais versáteis sistemas de conservação de forragem, pois desde que protegido adequadamente durante o armazenamento, apresenta as seguintes vantagens: ser armazenado pôr longos períodos com pequenas alterações no valor nutritivo (VN); grande número de espécies forrageiras podem ser utilizadas no processo; o feno pode ser produzido e utilizado em grande e pequena escala, colhido armazenado e fornecido aos animais manualmente ou num processo inteiramente mecanizado; e atender o requerimento nutricional de diferentes categorias animais.

Em relação aos aspectos sanitários dos fenos, é oportuno salientar que as plantas forrageiras em crescimento no campo estão contaminadas, naturalmente, com uma ampla variedade de fungos e bactérias, principalmente nos tecidos senescentes. Em decorrência das

¹ Professor da FCAV/UNESP – Jaboticabal – SP, Pesquisador do CNPq. rareis@fcav.unesp.br

² Mestranda da FCAV/UNESP – Jaboticabal – SP, Bolsista do CNPq annapaularoth@yahoo.com.br

alterações observadas no conteúdo de umidade, bem com na temperatura da forragem, tem-se profundas alterações na população dos microrganismos.

O objetivo desta revisão é o de avaliar os aspectos relativos a produção e armazenamento de fenos que afetam o valor nutritivo, a população de microrganismos, bem como os aspectos sanitários do produto.

2. Processo de desidratação da forragem

O processo de fenação consiste basicamente da seqüência de operações com as quais se promove a remoção da umidade da forragem de valores próximos a 80% para aqueles na faixa de 15 a 20%, permitindo assim o armazenamento do feno com segurança e baixos níveis de perdas.

A forragem ao ser cortada para fenação contém de 70 a 85% de umidade, isto representa 2,3 a 5,6 partes de água para cada parte de MS. 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 (HARRIS e TULLBERG, 1980).

Uma vez transformada em vapor, a água se move da planta para o ambiente, seguindo o princípio da difusão da umidade. A difusão é controlada pelo gradiente de pressão de vapor entre a superfície do vegetal e o ambiente, sendo influenciada, principalmente pela temperatura, e a seguir pelo teor de água da planta.

De acordo com Jones e Harris (1979) a curva de secagem das plantas forrageiras apresenta formato tipicamente exponencial (Figura 01), de tal forma que cada unidade adicional de perda de água, requer maior tempo. Embora o padrão de perda de água em condições constantes de ambiente seja uniforme, o período de secagem pode ser convenientemente dividido em duas ou três fases, as quais diferem na duração, na taxa de perda de água e na resistência a desidratação (MaC DONALD e CLARK, 1987, COLLINS e COBLENTZ, 2007).

Na etapa inicial a secagem é rápida e envolve intensa perda de água, pois nesta fase os estômatos permanecem abertos e o déficit da pressão de vapor entre a forragem e o ar é alto e a perda de água pode chegar a 1 g/g de MS/hora. Segundo Costa e Gomide (1991) a taxa de secagem dos capins *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbens*, *Hyparrhenia rufa*, *Melinis minutiflora* e *Panicum maximum*, ceifados com oito e doze semanas de crescimento, em

condições de câmara climática e de campo, a maior taxa de secagem foi na fase inicial, ou seja, nas primeiras nove horas na câmara climática e três horas no campo.

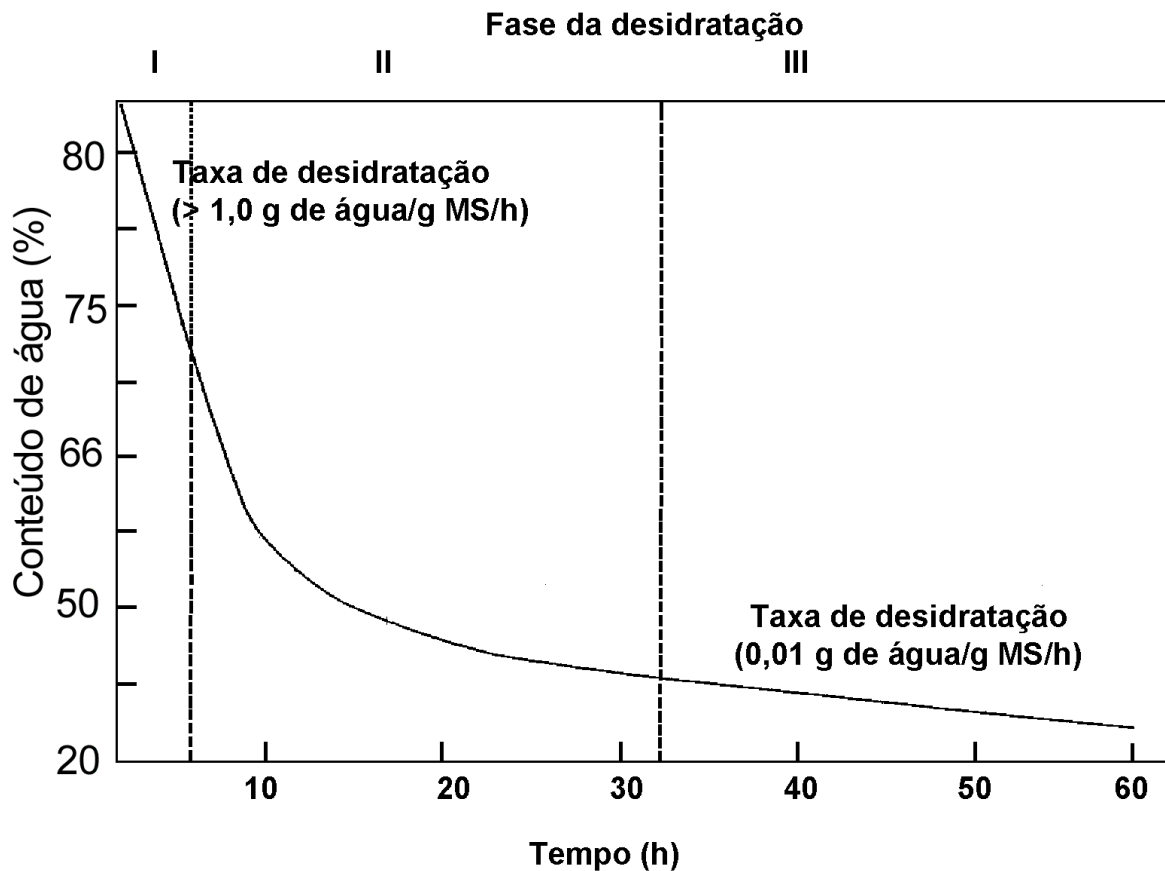


Figura 01. Curva de secagem de plantas forrageiras em condições ambientais uniformes.

Fonte: Jones e Harris, 1979.

No processo de desidratação, 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 (HARRIS e TULLBERG, 1980). Embora, os estômatos se fechem em aproximadamente 1 hora após o corte, ou quando as plantas possuem de 65 a 70% de umidade, de 20 a 30% do total de água é perdido nesta primeira fase da secagem (MacDONALD e CLARK, 1987).

Após o fechamento dos estômatos, na segunda fase da secagem a perda de água acontece via evaporação cuticular. Desta forma, a estrutura das folhas, as características da cutícula e a estrutura da planta afetam a duração desta fase de secagem. A resistência cuticular e a camada limítrofe do tecido vegetal com o ambiente tornam-se as principais barreiras a perda de água (HARRIS e TULLBERG, 1980; MacDONALD e CLARK, 1987).

Na terceira etapa da secagem, em função da plasmólise, a membrana celular perde a sua permeabilidade seletiva, ocorrendo rápida perda de água. A fase se inicia quando a umidade da planta atinge cerca de 45%, sendo menos influenciada pelo manejo e mais sensível às condições climáticas do que as anteriores, principalmente à umidade relativa do ar (MOSER, 1995).

Embora o metabolismo da planta seja reduzido na terceira fase de desidratação, a forragem torna-se susceptível aos danos causado pelo meio ambiente, tais como reumedecimento, lixiviação e queda de folhas. Esta fase continua até a forragem atingir teor de água adequado, o qual permite o armazenamento do feno com a paralisação dos processos metabólicos da planta e de microrganismos.

3. Perdas na fenação

3.1. Perdas durante a secagem

Após o corte, a forragem permanecendo no campo sofre alterações acentuadas em sua composição química e atividade fisiológica. De acordo com Moser (1980, 1995) as atividades fisiológicas ocorrem no protoplasma ou porção viva da planta (simplasto), enquanto o apoplasto (porção não viva), tal como a parede celular, uma vez formada, não possui atividade fisiológica intrínseca.

As perdas de nutrientes se iniciam imediatamente após o corte, e algumas alterações bioquímicas, como a respiração e a oxidação são inevitáveis durante a secagem. Desta forma, a remoção de água tão rápida quanto possível, resultará na diminuição das perdas decorrentes destes processos fisiológicos (REES, 1982; MUCK e SHINNERS, 2001, COLLINS e COBLENTZ, 2007).

Vários tipos de perdas podem ocorrer no recolhimento da forragem, além daquelas consideradas inevitáveis, como respiração celular, fermentação, lixiviação, decomposição de compostos nitrogenados e oxidação de vitaminas (MUCK e SHINNERS, 2001).

Desta forma, podem-se enumerar os seguintes tipos de perdas que ocorrem no recolhimento do feno:

- Perdas no corte devido à altura do resíduo;
- Perdas pôr respiração e fermentação decorrentes do prolongamento do período de secagem;
- Perdas pôr lixiviação levando a decréscimo no conteúdo de compostos solúveis;
- Perda de folhas em decorrência do manuseio excessivo da forragem, notadamente na fase final de secagem; e,

- Perdas pôr deficiência no recolhimento da forragem.

Em termos teóricos, muitas destas perdas podem ser evitadas, contudo a ocorrência de chuvas inesperadas pode causar perdas inevitáveis.

Um fato relevante a se considerar no processo de fenação é que as enzimas hidrolíticas e respiratórias presentes nas células das plantas continuam ativas até que condições letais ocorram, ou seja, redução acentuada no conteúdo de água das células. A respiração celular cessa, quando o teor de água da planta atinge valores abaixo de 35 a 40% (REES, 1982; MacDONALD e CLARK, 1987). Desta forma, se a planta permanece respirando, ocorrerá perda de carboidratos solúveis de alta digestibilidade, diminuindo assim a qualidade do feno. Outros compostos, como gordura e proteína podem ser usados no processo de respiração quando se esgotam os carboidratos solúveis.

De acordo com Moser (1980) o processo de fermentação pode ocorrer no campo, principalmente se o tempo de secagem for prolongado em função das condições climáticas inadequadas para a desidratação.

As perdas devido à ocorrência de chuvas durante a secagem no campo podem chegar a mais de 30% da matéria seca (MS). O maior percentual da MS perdida é relativo ao conteúdo de compostos solúveis, altamente digestíveis. Os principais fatores que afetam as perdas por lixiviação estão relacionados com a quantidade, intensidade e duração das chuvas. Fatores inerentes à cultura como o conteúdo de água da planta no momento da chuva, maturidade, relação folha/caule, densidade da camada de forragem, espécie forrageira e o tratamento da planta no momento do corte (condicionamento), influenciam acentuadamente as perdas de MS (MacDONALD e CLARK, 1987; MOSER, 1995; MUCK e SHINNERS, 2001).

A ocorrência de chuvas pode afetar a taxa de secagem e qualidade dos fenos de diferentes formas:

- Prolongamento da atividade celular, permitindo a continuação do processo respiratório;
- Lixiviação de compostos solúveis;
- Causa perda indireta de folhas pela manipulação excessiva do feno;
- Propicia ambiente adequado para o desenvolvimento e crescimento de microrganismos no campo, resultando em fermentação.

As chuvas na fase final da secagem, quando as células estão mortas e a membrana celular perdeu sua permeabilidade diferencial, causam maiores perdas do que aquelas que ocorrem no início da fenação. Da mesma forma, o condicionamento da forragem resulta em maiores perdas devido à ocorrência de chuvas (ROTZ, 1995). A forragem que foi submetida à

chuva, para completar a secagem deverá sofrer processamento intenso no campo, o que pode resultar em aumento nas perdas mecânicas (ROTZ, 2001).

As perdas no processo de fenação podem ser estimadas, com base nos trabalhos revisados por MacDonald e Clark (1987), conforme as condições de secagem e de armazenamento (Tabela 01).

Tabela 01. Previsão de perdas (%), durante o processo de fenação em diferentes condições de secagem no campo.

Fontes de perdas	Ótimas		Normais		Adversas	
	P	C	P	C	P	C
Forragem cortada		100		100		100
Corte/condicionamento	5	95	10	90	20	80
Respiração	5	90	10	81	15	68
Ancinho	5	86	10	73	20	54
Lixiviação	0	86	10	66	15	46
Enfardamento	5	81	10	59	20	37
Armazenamento	5	77	10-20	53-47	30	26
Manuseio	5	74	10	48-43	30	18
Forragem consumida		74		48-43		18

P- Perdido (%); C- Conservado (%).

Fonte: MacDONALD e Clark, 1987.

3.1.1. Perdas de carboidratos solúveis

As perdas de carboidratos solúveis na forragem cortada exposta ao ar são devidas principalmente à respiração e fermentação. Estes, sendo altamente digestíveis, fazem com que a perda de valor nutritivo seja bem maior do que se fosse considerada apenas a perda de matéria seca total isoladamente. Os carboidratos solúveis perdidos incluem frutose, sacarose e frutanas. Sullivan (1973) relatou redução nos teores de frutanas em azevém e menor redução nos conteúdos de hexoses. De qualquer modo, as perdas de carboidratos solúveis respondem pelas maiores alterações nos conteúdos de matéria seca, principalmente durante o pré-murchamento e secagem lentos, mas reduções nos teores de ácidos orgânicos também ocorrem.

Além disto, durante a secagem e em decorrência da atividade respiratória (que resulta em decréscimo nos conteúdos de carboidratos solúveis), as concentrações de proteína bruta,

fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e de lignina, os quais não são afetadas pela respiração, podem aumentar em termos proporcionais, uma vez que os resultados são expressos em porcentagem.

3.1.2. Compostos nitrogenados

Durante a secagem, podem ocorrer pequenas perdas de compostos nitrogenados através da conversão da proteína em formas mais simples de nitrogênio não protéico (NNP) solúvel. Assim, o desdobramento da proteína na presença de umidade é muito rápido, e a extensão da degradação é influenciada pelo tempo de secagem (MOSER, 1995).

As perdas de compostos nitrogenados são menores que as de carboidratos solúveis, e decorrem principalmente devido a perda de folhas e ocorrência de chuvas (COLLINS e COBLENTZ, 2007).

As proteases vegetais ainda estão ativas durante a secagem e os teores de N total solúvel aumenta, em oposição ao N protéico, pela formação de peptídeos, aminoácidos, amidas e bases voláteis (MOSER, 1980, COLLINS e COBLENTZ, 2007). O percentual dos aminoácidos constituintes da fração protéica também muda, com redução de glicina, serina, treonina, alanina, tirosina, valina, metionina, leucina e isoleucina e aumento de prolina, glutamina e asparagina. A concentração de nitrato da forragem diminui, enquanto a de N amoniacal aumenta durante a fase de secagem (COLLINS e COBLENTZ, 2007), reduzindo o risco de intoxicação. A ação de microrganismos aeróbicos reduz a concentração de nitrato da forragem durante a secagem.

Como quase todas as formas de N são aproveitadas pelo ruminante, não ocorrem grandes perdas de valor nutritivo devido a essas interconversões. Em média, 2,5% do N é perdido, mas a digestibilidade da proteína, só será significativamente afetada com aumento na temperatura e/ou interferência de microrganismos.

3.1.3. Vitaminas

Segundo Moser (1995) a secagem ao sol diminui os teores das vitaminas A (β caroteno), C e E, em função da oxidação e queima. Todavia, ocorre aumento no conteúdo de vitamina D. A Vitamina D esta ausente ou ocorre em pequenas quantidades em forragens verdes. Seus protótipos são esteróides, amplamente distribuídos em pequenas quantidades. Com a morte das células após o corte, e durante o pré-murchamento, certos esteróides expostos à luz solar se transformam em vitamina D ou aumentam a atividade antiraquítica. A radiação ultravioleta (280-300 m μ) tem baixo poder de penetração, mas suficiente para

provocar um rearranjo molecular para produzir o fator antiraquítico. A intensidade da atividade produzida é proporcional ao tempo de exposição ao sol. As folhas são mais susceptíveis à irradiação que os colmos, logo, material fenado com alta proporção de colmos e exposto a pouca radiação contém pouca atividade. Contudo, também foi observado que a atividade pode ser maior numa forragem madura, devido à alta concentração de esteróides nas partes florais em desenvolvimento (MOSER, 1980).

A vitamina E é um tocoferol e em termos práticos pode ser expressa como total de tocoferóis presentes na planta. Folhas verdes são ricas em tocoferóis, particularmente durante o período de florescimento, de forma que um pasto verde é rico em atividade de vitamina E, enquanto as forragens maduras são pobres e o feno seco apresenta atividade ainda mais baixa.

3.1.4. Minerais

Perdas de minerais, como fósforo e cálcio, podem ocorrer em pequenas quantidades, entretanto uma exposição prolongada no campo pode alterar estes valores. Com a ocorrência de lixiviação, quebra da folha e outros processos físicos indiretos podem proporcionar a perda de minerais, notadamente a de potássio.

3.1.5. Glicosídeos cinogênicos

A secagem promove diminuição na concentração de compostos tóxicos, como glicosídeos cianogênicos presente em algumas espécies de *Cynodon*, no sorgo e no trevo, que perdem tal efeito devido à desnaturação das enzimas que liberam a cianida, ou pela volatilização do ácido cianídrico liberado (MOSER, 1980).

As substâncias estrogênicas presentes na alfafa (cumesterol) que interferem no ciclo estral dos animais e acarretam problemas no parto, todavia tais compostos têm a sua presença diminuída após o processo de secagem. Alterações que ocorrem com a secagem, como a diminuição do conteúdo de proteína solúvel da alfafa, que é um dos agentes causadores do timpanismo em animais em pastejo nesta espécie de leguminosa devem ser destacadas (MOSER, 1980., 1995).

3.2 Perdas no armazenamento

O enfardamento da forragem com umidade abaixo de 30,0% garante a paralisação da atividade das enzimas respiratórias das plantas, contudo a respiração dos microrganismos é responsável pela maior parte das perdas observadas no armazenamento (COLLINS e COBLENTZ, 2007).

O armazenamento dos fenos com umidade, acima de 25%, reduz as perdas no campo, pois diminui os riscos de ocorrência de chuvas e as perdas de folhas, principalmente em leguminosas (REIS e RODRIGUES, 1992, 1998, SOLLENBERGER et al., 2004, ROTZ e SHINNERS, 2007).

Deve-se ter em mente que as principais causas de perdas de MS no armazenamento de fenos com alto conteúdo de água estão relacionadas com a continuação da respiração celular das plantas e ao desenvolvimento de bactérias, fungos e leveduras (COLLINS e COBLENTZ, 2007). Em função da respiração celular e do crescimento de microrganismos, tem-se a utilização de carboidratos solúveis, compostos nitrogenados, vitaminas e minerais. Desta forma, há diminuição no conteúdo celular e aumento percentual na porção referente aos constituintes da parede celular, o que resulta em diminuição do VN.

A intensa atividade de microrganismos promove aumento na temperatura do feno, podendo-se registrar valores acima de 65°C e até combustão espontânea. Condições de alta umidade e temperaturas acima de 55°C são favoráveis a ocorrência de reações não enzimáticas entre os carboidratos solúveis e grupos aminas dos aminoácidos, resultando em compostos denominados produtos de reação de Maillard (MOSER, 1980, 1995).

A formação de produtos de Maillard em fenos superaquecidos promove diminuição acentuada na digestibilidade da proteína, uma vez que se pode observar aumento considerável nos teores de NIDA, o qual não é disponível para os microrganismos do rúmen. Portanto, o aumento de NIDA acarreta decréscimo de proteína solúvel e elevação na quantidade de proteína bruta (PB) alterada pelo calor.

Coblentz et al. (1997) observaram correlação positiva entre o aquecimento espontâneo e as concentrações de nitrogênio insolúvel em detergente neutro e nitrogênio insolúvel em detergente ácido nos fenos de capins do gênero *Cynodon* armazenados com diferentes teores de umidade.

De maneira semelhante, Coblentz et al. (2000) observaram o fluxo de açúcares durante o armazenamento do feno de alfafa e as alterações na qualidade da forragem quando enfardadas com diferentes teores de umidade (Figura 02), e verificaram que na planta enfardada com alta umidade (30%), os teores de carboidratos não estruturais e a fração de nitrogênio insolúvel em detergente ácido se comportaram de forma diferente que nas plantas armazenadas com baixa umidade (20%). Conforme pode ser observado na Figura 02, há uma menor complexação do nitrogênio com a fração FDA nos fenos armazenados com baixa umidade (20%), verificando-se ainda aumento nos teores médios de açúcares redutores à medida que se prolongou o tempo de armazenamento. Os autores observaram também uma

queda mais lenta nos teores de açúcares nos fenos mais secos (20%), quando comparado com aqueles armazenados com alta umidade (30%).

Segundo Moser (1995) a análise de fenos armazenados com umidade acima de 15%, e que sofreram aquecimento evidencia algumas mudanças na cor, associadas com a atividade de microrganismos e aquecimento durante o armazenamento. A cor verde presente no enfardamento dos fenos úmidos 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.

Nos fenos enfardados com alta umidade a digestibilidade da MS e de outros nutrientes diminuem com o armazenamento, uma vez que muitos compostos facilmente digestíveis são perdidos devido à respiração (MOSER, 1980, 1995).

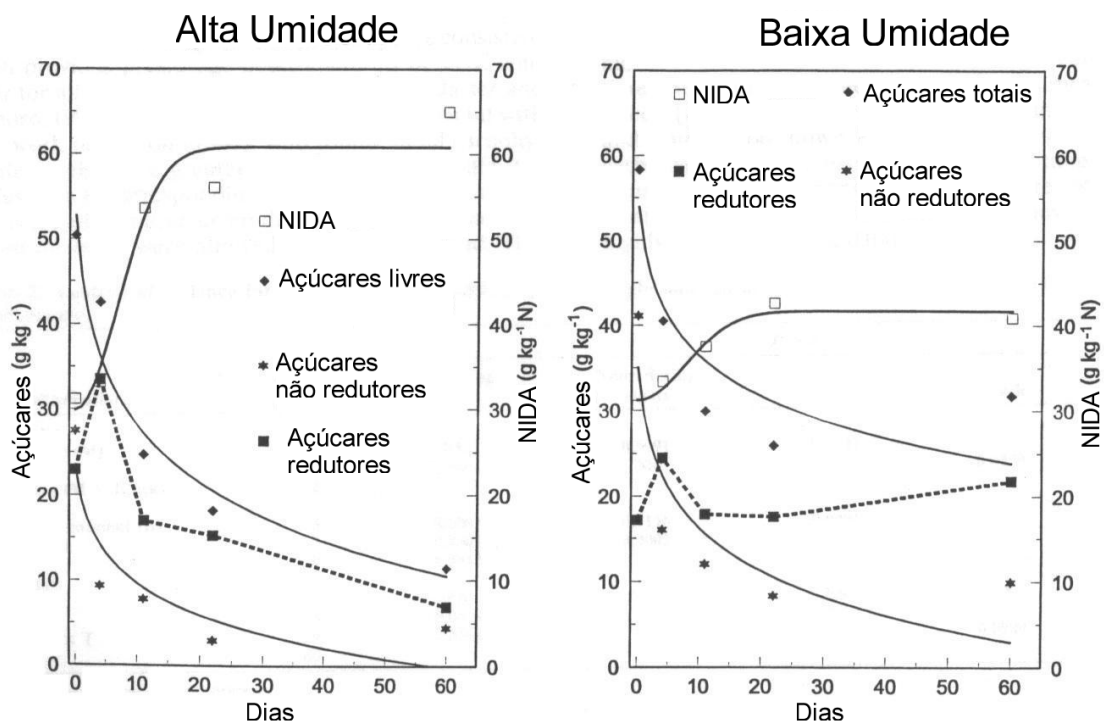


Figura 02. Concentrações totais de açúcares solúveis, açúcares não redutores, açúcares redutores e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) conforme o tempo de estocagem em fenos de alfafa com alta (30%) e baixa umidade (20%). Linhas sólidas representam regressão linear e linhas tracejadas conteúdos médios.

Fonte: Adaptado de Coblenz et al., 2000.

4. Aspectos Sanitários dos Fenos

4.1. População de microrganismos em fenos

As plantas forrageiras no campo são contaminadas com diferentes tipos de bactérias, fungos e leveduras, e quando cortadas e desidratadas ocorre profunda alteração na população destes microrganismos. Os fungos que dominam a população no campo são substituídos por aqueles mais tolerantes as condições de baixo conteúdo de umidade e altas temperaturas observadas durante o armazenamento.

A população de fungos de campo é mais diversificada do que a registrada no armazenamento dos fenos, e os microrganismos presentes durante este período são xerotolerantes e mais termotolerantes do que os de campo. Neste grupo estão incluídos os gêneros *Aspergillus*, *Absidia*, *Rhizopus*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Emericella*, *Eurotium* e *Humicola* (KASPERSSON et al., 1984). De maneira geral, a população de microrganismos é fortemente afetada pelo conteúdo de umidade e pela temperatura registrados durante o armazenamento, e o efeito destes fatores é difícil de separar no contexto prático (ROBERTS, 1995).

De acordo com Hlodversson e Kaspersson (1986) a fenação altera a população de fungos da forragem, havendo diminuição naqueles gêneros típicos de campo como *Alternaria*, *Fusarium* e *Cladosporium* e aumento de *Aspergillus* e *Penicillium*, de maior ocorrência durante o armazenamento (Tabela 02).

É importante considerar, que além das alterações na composição química, o desenvolvimento de fungos pode ser prejudicial à saúde dos animais e das pessoas que manuseiam estes fenos, devido a produção de toxinas, principalmente aquelas relacionadas aos fungos patogênicos como *Aspergillus glaucus* e *Aspergillus fumigatus* (REIS e RODRIGUES, 1998; MOSER, 1995).

Estes fungos produzem toxinas, e a presença de esporos causa uma doença respiratória nos seres humanos, denominada febre do feno. Nos animais, problemas respiratórios não são tão intensos, com exceção dos eqüinos, que podem ser acometidos por doenças respiratórias e digestivas causadas por fungos. A doença pulmonar crônica obstrutiva e alterações digestivas em eqüinos estão associadas com a presença de fungos nos fenos e palhas. Os esporos de fungos, também podem contribuir para a ocorrência de cólica em eqüinos.

A aspiração de esporos do fungo *Aspergillus fumigatus* durante o manuseio dos fenos contaminados, pode causar a febre do feno, e algumas vezes doenças que debilitam o organismo devido ao crescimento dos fungos nos tecidos dos pulmões. Os bovinos, geralmente são menos afetados pela presença de fungos nos fenos do que os eqüinos, contudo

eles também estão sujeitos a abortos micóticos e aspergilose (MOSER, 1995). Espécies de *Aspergillus*, como *A. fumigatus* e *A. flavus* produzem esporos alergênicos que causam a doença conhecida como “febre do feno” em humanos e eventualmente em bovinos toxemia e abortos (COULOMBE JR., 1993).

A ocorrência de fungos, nos fenos de grama paulista (*Cynodon dactylon* (L.) Pers), enfardados com diferentes conteúdos de umidade foi avaliada por REIS et al. (1997), que observaram os gêneros *Cladosporium*, *Curvularia*, *Aspergillus* e *Penicillium* com maior incidência (Tabela 03). Todavia, segundo os autores, com o armazenamento durante 30 dias, observou-se diminuição na incidência de *Curvularia* (fungo de campo) e aumento de *Aspergillus* e *Penicillium*, fungos típicos de armazenamento.

Os resultados de trabalhos de pesquisa evidenciam que quando se armazena fenos com baixa umidade é pequena a incidência de actinomicetos, bactérias e esporos de fungos. Nos fenos com umidade normal observa-se aumento no número de esporos de fungos, e nos de alta umidade tem-se elevada população de bactérias e de actinomicetos (ROBERTS, 1995).

Tabela 02. População de fungos em fenos de gramíneas enfardados com alta umidade (44%)
Dias de armazenamento

Grupos de Fungos	0	2	5	7	12	19
<i>Aspergillus</i>	O	--	D	D	D	D
<i>Pennicillium</i>	O	--	D	D	D	D
<i>Scopulariopsis</i>	O	--	--	--	--	--
<i>Fusarium</i>	D	D	--	--	--	--
<i>Cladosporium</i>	D	D	D	D	D	--

D- Dominante, O-Ocorrência freqüente

Fonte: Hlodversson e Kaspersson, 1986.

Tabela 03- Classes de freqüências de fungos nos fenos de grama seda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers), não-tratados (NT, 12-15% de umidade) ou amonizados (A - 20-25% de umidade), avaliados em três períodos de aeração.

Gêneros de Fungos	Período de Aeração					
	Na abertura		15 dias		30 dias	
	NT	A	NT	A	NT	A
<i>Aspergillus</i>	R	R	O	R	O	R
<i>Chaetomium</i>	NO	R	R	R	R	R
<i>Cladosporium</i>	NO	R	R	R	R	R
<i>Curvalaria</i>	NO	R	R	R	R	R
<i>Fusarium</i>	R	R	R	R	NO	R
<i>Penicillium</i>	C	C	C	C	C	F

Ocorrência: NO = Não-Ocorrente; R = rara (1-20%); O = Ocasional (21-40%); F = Freqüente (41-60%); C = (61-80%)

Adaptado de Reis et al.(1997)

Kaspersson et al. (1984) enfardaram fenos de gramíneas com 31% de umidade e observaram alterações na população de microrganismos durante 14 dias e registraram rápido aumento na temperatura dos fardos, causando diminuição nas relações bactérias mesofílicas/termofílicas, em virtude do aumento na população das bactérias adaptadas a altas temperaturas. Segundo esses autores é difícil avaliar os efeitos isolados da temperatura sobre a população de fungos.

Cumpra salientar, que a proporção relativa de fungos, bactérias, e de outros microrganismos se altera com o corte, secagem, colheita e armazenamento da forragem, sendo afetadas, principalmente pela umidade e pela temperatura dos fenos. Segundo Rees (1982), a população de fungos de campo, geralmente não causa alterações acentuadas na composição química dos fenos, exceto quando a umidade permanece elevada por períodos prolongados.

Além dos fenos, as silagens com alto conteúdo de MS, ou seja, os pré secados, em decorrência das baixas concentrações de ácidos orgânicos e altos valores de pH, apresentam elevada instabilidade aeróbia, propiciando condições para o desenvolvimento de bactérias, fungos e leveduras.

Ao avaliarem a presença de microrganismos em silagens pré secadas de Tifton 85, Schocken-Iturrino et al. (2005) observaram baixos teores de ácidos orgânicos e de N amoniacal decorrentes dos altos valores de MS, o que acarretou baixa formação de produtos fermentados e elevação do pH. Os autores registraram a presença de *Listeria* sp (Figura 03)

em 65,6% das amostras no momento da abertura dos silos e, destas, 10% foram positivas para *Listeria monocytogenes*. As silagens apresentaram baixa estabilidade aeróbia, tendo sido registrado aumento na ocorrência dos fungos *Penicillium*, *Fusarium* e *Pithomyces* com o prolongamento do período de exposição ao ar.

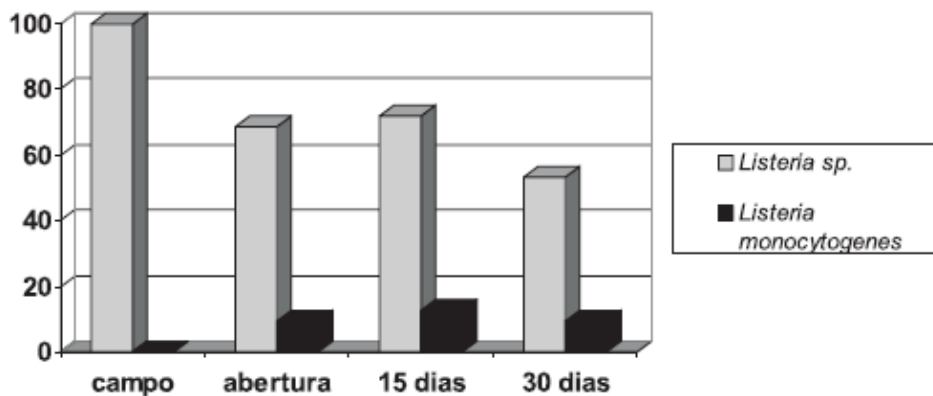


Figura 03. Ocorrência de *Listeria sp.* e *Listeria monocytogenes* isoladas da forragem no campo e nas silagens de Tifton 85 após exposição ao ar. Adaptado de Schocken-Iturrino et al., (2005)

Ao avaliarem a sobrevivência de *Escherichia coli* (10^6 UFC/g) adicionada a feno de ervilha, trevo e trigo armazenados com baixa e alta umidade, Weiberg et al. (2006) observaram que as bactérias desapareceram rapidamente das forragens, contudo em alguns casos estas sobreviveram e podem sobreviver em condições favoráveis.

4.2. Efeitos negativos da presença de micotoxinas em feno

De acordo com Jobim e Gonçalves (2003) o termo micotoxina é originário de uma palavra grega “mykes” (fungo) e de uma palavra do latim “toxicum” (toxina). As micotoxinas são compostos, altamente tóxicos, produzidos por certos fungos ou leveduras que são organismos aeróbios que se desenvolvem em lugares que apresentam baixa disponibilidade de água, o quais são inadequados para o crescimento de bactérias.

Segundo Arcuri et al. (2003), a susceptibilidade de diferentes alimentos à infecção por mofo está diretamente relacionada com as características dos mesmos. Os requerimentos básicos para a colonização de forragens e grãos por parte de fungos toxigênicos incluem de forma generalizada: (1) utilização do substrato como fonte de energia e nutrientes; (2) teor

mínimo de umidade do substrato entre 14 a 24%; (3) umidade relativa do ar maior que 70%; (4) presença de oxigênio e (5) ocorrência de temperaturas apropriadas, variáveis de acordo com a espécie (CHEEKE e SHULI, 1985).

A ocorrência de crescimento de fungos não é indicadora da presença de micotoxinas na forragem conservada. Mesmo que haja contaminação e conseqüente alteração na composição, textura e palatabilidade da forragem, pode não haver produção de micotoxinas (CHEEKE e SHULI, 1985). Por outro lado, mesmo que não haja sinais evidentes de contaminação por mofos, pode haver produção de micotoxinas, pois estas são muito mais estáveis e persistentes, resistindo ao processamento (por exemplo aquecimento e peletização) de alimentos do que os fungos que as produziram. Conseqüentemente, existem suspeitas de micotoxicoses que ainda não puderam ser caracterizadas como tal devido à falta de identificação do fungo toxigênico

As micotoxinas produzidas durante a esporulação dos fungos afetam os animais que consomem alimentos contaminados, e podem ser transferidas para os seus produtos, tal como o leite ou a carne e, conseqüentemente, prejudicam a saúde humana (BRUERTON, 2001). Estes compostos podem causar doenças e mortes, quando ingeridas pelo homem ou pelos animais domésticos. As doenças causadas são denominadas micotoxicoses (LAZZARI, 1997).

De acordo com Jobim e Gonçalves (2003) existem de 300 a 400 micotoxinas e as mais preocupantes em relação à toxicidade e ocorrência são as Aflatoxinas, Desoxinivalenol (DON ou Vomitoxina), Zearalenona, Fumonisina, Toxina T-2 e toxinas semelhantes à T-2 (tricotecenos). De acordo com os autores os efeitos biológicos aparentemente ocasionados pela contaminação por micotoxinas, estão diretamente relacionados com o nível de contaminação e tempo de exposição dos animais.

Nas tabelas 04 e 05 estão relacionadas as principais toxinas observadas em forragens e grãos utilizados na nutrição animal, segundo os dados de revisões apresentadas por Arcuri et al. (2003) e Jobim e Gonçalves (2003).

As micotoxinas originárias do fungo *Fusarium*, Desoxinivalenol (DON), e a Zearalenona, são normalmente encontradas em grãos de cereais, forragens conservadas e pastos (JOUANY, 2001). A Desoxinivalenol está associada à menor ingestão de alimento, causando efeitos como: redução no ganho de peso, queda na produção de leite, maiores contagens de células somáticas, menor eficiência reprodutiva, além de uma ampla variedade de desordens no trato gastro intestinal, tais como vômitos (DON), diarreia e inflamações. Também podem surgir abortos, hemorragias e através de um mecanismo complexo, surgem alterações no sistema imunológico (SHARMA, 1993).

Tabela 04. Importantes fungos e micotoxinas encontrados em ração animal.

Fungo	Micotoxina	Alimento afetado	Esp. Afetadas	Referência
Aspergillus	Aflatoxina	Milho, amendoim, farelo de algodão e sorgo	Todas as espécies, incluindo homem	BRUERTON, 2001
Aspergillus Penicillium	Ochratoxina	Milho, cereais e arroz	Principalmente suínos e aves	HURBURGH, 1995
Aspergillus Penicillium	Ácido ciclopiazonico	Cereais, amendoim e milho	Suínos e aves	SUKSUPAHT et al., 1989
Fusarium	Deoxinivaleno	Cereais e milho	Suínos e aves	NEWMAN, 2000b
Fusarium	T-2	Cereais e semente de oleaginosas	Aves	NEWMAN, 2000b
Fusarium	Zearalenona	Milho, feno, gramíneas, grãos	Suínos e ruminantes	NEWMAN, 2000b
Fusarium	Fumonisin	Milho, grão	Eqüinos, suínos e aves	NEWMAN, 2000b
Claviceps	Ergot	Sorgo	Todas as espécies	BRUERTON, 2001
Alternaria	Ácido tenuozóico	Cereais e frutas	Todas as espécies	BRUERTON, 2001

Adaptado de Jobim e Gonçalves (2003)

Segundo Jobim e Gonçalves (2003) os grãos de cereais e forragens conservadas freqüentemente apresentam contaminação de Zearalenona, a qual induz a respostas estrôgenicas em vacas leiteiras, e grandes doses dessa toxina estão associadas a abortos. Outras respostas de vacas leiteiras à Zearalenona podem ser menor ingestão de alimento, menor produção de leite, vaginite, aumento uterino, vulva e glândulas mamárias túrgida em novilhas, declínio na taxa de ovulação e ciclos longos.

Tabela 05. Micotoxicoses em ruminantes associadas a volumosos

Fomopsina A e outras ainda não caracterizadas	Bovinos e Ovinos	<i>Phomopsis leptostromiformis</i>	Leguminosas (especialmente o gênero <i>Lupinus</i>)
Sporisdesmina (eczema facial, fotosensibilização)	Bovinos e Ovinos	<i>Pithomyces chartarum</i>	Gramíneas de pastos, especialmente o gênero <i>Lolium</i>
Paspalitreminas (paxilina, paspalanina)	Bovinos e Ovinos	Claviceps paspali	Gramíneas de pasto, especialmente o gênero <i>Paspalum</i>
Penitremina A, lolitremina A, Jantitremina e mais de 20 outras	Bovinos e Ovinos	<i>Penicillium</i> sp. (<i>P. crustocium</i> , <i>P. cyclopium</i>)	Milho, silagens, pastos de <i>Lolium</i>
Slaframina	Bovinos e Ovinos	<i>Rhizoctonia leguminecala</i>	Leguminosas, especialmente trevos
Dicumarol (envenenamento-do-trevo-doce)	Bovinos e Ovinos	Desconhecido	Trevos

Adaptado de Arcuri et al. (2003)

É importante salientar que rações contaminadas por micotoxinas, além de reduzir o desempenho e afetar o estado geral da saúde do animal, constituem um risco para seres humanos, uma vez que produtos animais contendo resíduos de micotoxinas podem ser consumidos por pessoas causando danos a saúde.

Os esporos de fungos nos fenos e na cama contribuem para um número de problemas digestivos e respiratórios em eqüinos. A doença pulmonar obstrutiva crônica, ou náuseas podem estar associadas a presença de fungos nos fenos e nas palhas. Os esporos também contribuem para a ocorrência de cólica em eqüinos (COLLINS, 1995). Os esporos de *Aspergillus fumigatus* quando inalados durante o manuseio dos fenos também podem causar a febre do feno em humanos (LACEY e LORD, 1977). Deve-se considerar que os bovinos são mais tolerantes aos fungos do que os eqüinos (LACEY e LORD, 1977; MOSER, 1980), contudo estes estão sujeitos a abortos micóticos e aspergilose em resposta a presença de certos fungos que ocorrem nos fenos (LACEY et al., 1978, JOBIM e GONÇALVES, 2003).

A presença de fungos na forragem conservada tem efeito pronunciado no seu valor nutritivo, pois além de consumirem o conteúdo celular, esses microrganismos produzem toxinas que afetam o metabolismo animal de diferentes maneiras.

Ademais, há que se considerar a presença de pó como um fator limitante ao consumo, bem como as desordens metabólicas e digestivas causadas pela presença de micotoxinas e que provavelmente estão envolvidas na redução da ingestão voluntária do alimento.

De maneira geral, a rejeição de alimentos contaminados ocorre em decorrência das alterações na palatabilidade e no odor. Deve-se ter em mente que os monogástricos são mais sensíveis às toxinas do que os ruminantes, uma vez que nestes animais a absorção ocorre após a fermentação ruminal, e é importante ressaltar que o principal ponto de absorção das micotoxinas ocorre no intestino delgado. Da mesma forma, os ruminantes adultos são menos sensíveis à contaminação quando comparados com os jovens.

Ao avaliarem os efeitos da presença de fungos em forragens conservadas, Wittenberg et al. (1996) registraram que o acúmulo da massa fúngica, que é uma combinação de micélios viáveis e não viáveis, resultou em decréscimo no consumo de feno por bezerras. Todavia, em outros estudos com animais em crescimento alimentados exclusivamente com feno, os autores observaram que o consumo foi mais associado com a concentração de nutrientes do que com a presença de fungos.

Em pesquisa posterior, Undi e Wittenberg (1996) observaram decréscimo no consumo dos feno de alfafa em resposta ao maior conteúdo de fibra da forragem e aumento na presença de fungos (Tabela 06).

Estudo conduzido com novilhos angus, Bossuyt et al. (1996) observaram que a picagem do feno de alfafa, não contaminado ou contaminado por fungos, proporcionou aumento no consumo, mas decréscimo na digestibilidade da forragem (Tabela 07).

A análise dos dados da tabela 07 evidencia que a presença de fungos não teve efeito sobre os parâmetros avaliados. A dinâmica da digestão dos feno devido ao processamento pode diferir entre os volumosos sem fungo e aqueles contaminados (WITTENBERG et al., 1996).

Tabela 06. Composição química incidência de fungos e consumo de fenos de alfafa

Variável	LL	HL	HM	HH
MS (%)	85,1	87,4	86,8	85,5
PB (% MS)	18,4	17,6	18,6	19,6
NIDA (% NT)	5,6	7,1	7,7	8,9
FDN (% MS)	43,7	49,1	48,2	52,8
FDA (% MS)	33,2	36,1	37,0	38,2
Celulose (% MS)	20,2	23,6	24,1	25,5
Hemicelulose (% MS)	10,5	13,0	11,1	14,6
Lignina (% MS)	8,5	9,3	10,0	10,9
Carboidrato solúvel (% MS)	5,3	5,9	2,7	2,6
Micotoxinas	ND	ND	ND	ND
Consumo de MS (kg/dia)	1,80	1,35	1,13	0,6

LL- Baixa FDN, Baixa incidência de fungos; HL- Alta FDN, Baixa incidência de fungos, HM- Alta FDN, Média incidência de fungos; HH-Alta FDN, Alta incidência de fungos
Adaptado de Undi e Wittenberg, 1996

Tabela 07. Composição química, consumo e digestibilidade de fenos de alfafa fornecido a novilhos angus

Composição	Tratamento dos fenos			
	Sem fungo		Com fungo	
	Fibra longa	Picado	Fibra longa	Picado
MS (%)	82,7	83,4	81,3	81,9
FDN (% MS)	50,8	52,3	52,8	54,6
FDA (% MS)	38,5	39,0	38,8	38,8
PB (% MS)	16,1	16,1	21,9	20,8
Glucosamina g/kg MS	2,9	2,9	5,1	6,0
Consumo % PV	2,0 b	2,5 a	2,0 b	2,4 a
Digestibilidade MS (%)	58,0 a	54,7 ab	57,7 a	51,9 b

Adapto de Bossuyt et al., 1996

4.2. Aditivos para conservação de fenos

A conservação de fenos enfardados com alta umidade, com baixos níveis de perdas no VN pode ser obtida com a utilização de aditivos que controlam o desenvolvimento de microrganismos (REIS e RODRIGUES, 1992; 1998; ROTZ, 1995).

Uma grande variedade de produtos químicos pode ser aplicada em fenos armazenados com alta umidade visando controlar o crescimento de microrganismos, destacando-se a utilização de ácidos orgânicos, misturas de ácidos tamponados, amônia anidra, uréia como fonte de amônia e inoculantes microbianos (REIS e RODRIGUES, 1992, 1998, ROTZ e SHINNERS, 2007).

Os produtos químicos podem agir diminuindo a disponibilidade de água e de oxigênio, alterando o pH dos fenos ou destruindo ou inibindo o crescimento dos microrganismos. Por outro lado, os sais podem ser usados com a finalidade de se reduzir a quantidade de água dos fenos, enquanto adição de CO₂ foi pesquisada como forma de reduzir a disponibilidade de O₂, mas esse sistema apresenta dificuldades para aplicação prática.

O ácido propiônico e outros ácidos orgânicos quando aplicados em quantidades apropriadas, controlam o crescimento de fungos como *Aspergillus fumigatus* e de *Actinomicetos* como *Micopolyspora faeni* e de *Thermoamicetos vulgaris*, agentes causadores da febre do feno (COLLINS, 1995). Segundo esse autor produtos químicos a base de ácidos propiônico foram eficientes em prevenir o aquecimento e preservar a qualidade dos fenos de alfafa e de capim coast cross armazenados com alta umidade.

Ao avaliarem 100 produtos químicos para conservação de fenos, Lacey et al. (1981), observaram que 1/3 foi eficiente em prevenir o aquecimento e aparecimento de microrganismos quando aplicados na dose de 0,5% do peso seco da forragem armazenada com 35% de umidade. Segundo esses autores, os aditivos utilizados para conservação do VN de fenos com alto teor de umidade devem apresentar características desejáveis tais como:

- Baixa toxicidade para os mamíferos;
- Efeito sobre fungos, actinomicetos e bactérias;
- Distribuição uniforme nos fardos;
- Baixos níveis de perdas por volatilização;
- Não ser excessivamente absorvido pelo feno;
- Manuseio fácil e seguro;
- Amplo espectro de ação;
- Solúvel em água.

É importante salientar, que estas características foram observadas, principalmente no ácido propiônico parcialmente neutralizado com a amônia.

Devido ao fato de serem voláteis e corrosivos, pode-se aplicar os ácidos orgânicos, parcialmente neutralizados. Os ácidos podem ser neutralizados através da mistura com amônia, ou com outros compostos químicos compatíveis, a fim de elevar o pH e assim

diminuir os afeitos na corrosão dos equipamentos (ROTZ, 1995, ROTZ e SHINNERS, 2007). Desta forma, tem-se que os ácidos orgânicos parcialmente neutralizados apresentando pH 6,0 e quantidades equivalentes de ácido propiônico são menos voláteis e corrosivos do que as soluções contendo apenas ácidos, mas mantêm a eficiência no controle de microrganismos (COLLINS, 1995, ROTZ e SHINNERS, 2007).

Dentre as técnicas utilizadas para a conservação de fenos com alta umidade, destaca-se a amonização, através da amônia anidra ou do uso da uréia como fonte de amônia (REIS e RODRIGUES, 1992; 1998).

A amônia atua no controle de fungos, principalmente através da elevação do pH do meio (REIS e RODRIGUES, 1998, SOLLENBERGER et al., 2004). Além de sua ação fungistática, a amônia atua sobre a fração fibrosa da forragem, solubilizando a hemicelulose e aumentando a disponibilidade de substratos prontamente fermentecíveis para os microrganismos do rúmen. Além dos aspectos reportados, é importante ressaltar a incorporação de nitrogênio não protéico na forragem submetida a amonização, resultando em incremento na digestibilidade e consumo de MS (ROTZ, 1995).

Em estudos sobre a aplicação de NH_3 (1,0 e 2,0% da MS) no feno de alfafa enfardado com alta umidade (35%), Thorlacius e Robertson (1984) observaram que o uso da maior dose de amônia foi eficiente em prevenir o crescimento de fungos e o aquecimento durante o armazenamento sob lona plástica, e mesmo após a remoção da cobertura, evidenciando que os fenos tratados apresentaram maior estabilidade durante o armazenamento.

Da mesma forma, Woolford e Tetlow (1984) ao tratarem os fenos de azevém (*Lolium perene* L.), enfardado com 20 ou 40% de umidade e tratado com amônia anidra (0,0; 2,0; 4,0; e 8,0% da MS), e armazenado por 56 dias sob lona plástica e 28 em local arejado, registraram que nos fenos tratados a população de leveduras e de fungos foi reduzida em ambos os períodos, enquanto os fenos não tratados se deterioraram (Tabela 08). Esses autores observaram redução nos teores de FDN, elevação nos de PB e na digestibilidade “in vitro” da matéria orgânica dos fenos tratados com amônia.

A composição química e a digestibilidade “in vitro” da MS dos fenos dos capins gordura (*Melinis minutiflora* P. de Beauv.) e de braquiária decumbens (*Brachiaria decumbens* Stapf.) amonizados (2,0; 4,0 e 6,0% da MS) foram alteradas durante o período de tratamento sob lona plástica (45 dias), e posteriormente estas mudanças persistiram por 60 dias de armazenamento em condição de aeração (REIS e RODRIGUES, 1998)

Dados obtidos por Bonjardim et al. (1992) e por Reis et al. (1993) demonstram que a aplicação de 1,5% de amônia anidra foi eficiente em inibir o desenvolvimento de fungos dos

fenos dos capins braquiária decumbens, bem como a média dos valores referentes aos capins estrela (*Cynodon plectostachyus*) e coast cross (Tabela 09).

Tabela 08. População de microrganismos (\log_{10} UFC) de fenos de azevém enfardados com diferentes conteúdos de umidade e tratados com amônia anidra (NH_3).

Umidade (%)	NH_3 (% MS)	Microrganismos Totais	Leveduras	Fungos
20	0,0	> 10,2	6,0	5,2
	2,0	8,7	3,2	< 3,7
	4,0	7,2	3,2	< 3,7
	8,0	7,2	3,2	< 3,7
40	0,0	11,6	10,6	10,4
	2,0	9,8	4,0	3,2
	4,0	6,7	3,5	< 3,4
	8,0	6,7	3,7	< 3,4

Fonte: Woolford e Tetlow, 1984.

UFC: Unidade formadora de colônia

Quanto a composição química da forragem, Bonjardim et al. (1992) observaram que a amonização não alterou os teores de FDA e de celulose, mas diminuiu os conteúdos de FDN e de hemicelulose e aumentou os de PB, sendo que estas alterações resultaram na elevação da DIVMS dos fenos tratados com 1,5 ou 3,0% de NH_3 .

É importante salientar que bovinos consumindo fenos de alta qualidade tratados com altas doses de NH_3 (3,0% da MS) podem apresentar hipersensibilidade, causando danos ao animal e redução no consumo de forragem (COLLINS, 1995).

Trabalhos de pesquisa indicam que as reações entre a amônia e os açúcares presentes na forragem de alta qualidade resultam na formação de 4-metilimidazol que é o princípio tóxico. A aplicação de amônia anidra em forragens de baixo valor nutritivo não apresenta risco de formação de 4-metilimidazol em função dos baixos conteúdos de açúcares solúveis destes volumosos (ROTZ, 1995; COLLINS, 1995,).

Além disto, deve-se considerar que o manuseio da NH_3 requer cuidados especiais, pois o contato deste produto com a pele pode causar queimaduras, e a sua inalação acarreta problemas cardíacos e respiratórios (ROTZ, 1995, ROTZ e SHINNERS, 2007).

Estudos recentes têm demonstrado a viabilidade de se usar uréia como fonte de amônia para o tratamento de fenos armazenados com alta umidade. O sistema de tratamento é fundamentado no fato, de que a uréia em contato com uma fonte de urease, em um ambiente

úmido é hidrolisada, produzindo duas moléculas de amônia e uma de CO₂ (SUNDSTOL e COXWORTH, 1984).

Tabela 09. Desenvolvimento de fungos em fenos de gramíneas tratados com amônia anidra.

Umidade (%)	NH ₃ (% MS)	Nº de colônias /g de MS	
		<i>Cynodon</i> ¹	<i>B. decumbens</i> ²
15,0	0,0	7,5 x 10 ⁵	6,6 x 10 ⁵
	1,5	1,0 x 10 ²	1,5 x 10 ²
	3,0	2,3 x 10 ²	5,0 x 10 ³
20,0 a 25,0%	0,0	1,1 x 10 ⁶	9,5 x 10 ⁵
	1,5	5,5 x 10 ¹	6,7 x 10 ¹
	3,0	8,1 x 10 ²	3,4 x 10 ²

Fonte: 1. Bonjardim et al., 1992; 2. Reis et al., 1993.

Silanikove et al. (1988) observaram que a adição de uréia (3,5% da MS) no feno de green panic (*Panicum maximum* Jacq. var. trichoglume cv. Petrie), armazenado com 40% de umidade, foi eficiente em prevenir o desenvolvimento de fungos e de leveduras, em decorrência do aumento no pH da forragem (Tabela 10). Neste estudo foram observados aumentos no pH de 6,7 (no dia da aplicação da uréia) para 9,8 (4 dias após o tratamento). Posteriormente, observou-se diminuição para 7,8 (20 dias após o tratamento). Esses autores observaram que após 20 dias de tratamento, 62,7% da uréia foi recuperada no feno na forma de NH₃.

Em pesquisas sobre o uso de aditivos, Reis et al. (1997) observaram que a incidência de fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* diminuiu durante o armazenamento do feno de grama paulista (*Cynodon dactylon*), enfardado com alta umidade e tratado com 0,5 ou 1,0% de amônia anidra em relação a MS. Contudo, o uso de uréia (1,8% da MS) foi eficiente no controle de *Aspergillus*, não afetando a incidência de *Penicillium* durante o armazenamento.

Tabela 10. População de microrganismos (N^o/g de amostra) do feno de capim green panic enfardado com alta umidade (40%) e tratado com uréia (3,5% da MS)

Dias de armazenamento	pH	Fungos	Leveduras
0	6,5	1,1 x 10 ¹⁰	2,5 x 10 ¹¹
4	9,8	---	---
20	7,8	1,5 x 10 ¹	5,5 x 10 ⁸

Fonte: Silanikove et al., 1988.

Reis et al. (1997) observaram que a aplicação de 1,0% de NH₃ ou de 1,8% de uréia não alterou a composição química da fração fibrosa dos fenos armazenados com alta umidade (20-25%), mas promoveu aumento na DIVMS devido a incorporação de NNP.

Em estudo desenvolvido para se avaliar a incidência de fungos nos fenos de alfafa armazenados com baixa umidade (12 a 13%) e não tratado, e com alta umidade (26 e 35%) e tratado com amônia anidra (1,0% da MS), ou com uréia (0,9 ou 1,8% da MS) Freitas et al. (2002) observaram a ocorrência de 15 gêneros de fungos nos fenos controle, 11 nos tratados com amônia e 12 nos que recebiam uréia. Esses autores observaram que a aplicação de NH₃ foi mais eficiente no controle de fungos, quando comparada ao uso da uréia. O gênero *Paecilomyces* foi o de maior ocorrência nos fenos avaliados, enquanto os tratamentos com amônia ou com uréia foram eficientes em controlar a população de *Aspergillus* e de *Penicillium*.

A utilização de aditivos microbianos tem sido recomendada para acelerar o abaixamento do pH das silagens através da adição de bactéria homofermentativas que aumentam a produção de ácido lático. Segundo Collins (1995), inoculantes bacterianos podem ser usados para conservar a qualidade de fenos armazenados com alta umidade, contudo a forma de atuação destes aditivos não tem sido claramente definida.

De acordo com Rotz (1995) inoculantes com poucas cepas de *Lactobacillus* não tem efeito no desenvolvimento de fungos, alterações na cor, aquecimento, perda de MS e mudanças na qualidade de fenos armazenados com alta umidade.

Em trabalho de pesquisa conduzido por Wittenberg e Mosstaggi-Nia (1991) para avaliar fenos de alfafa enfardados com baixa, média e alta umidade, tratados com produtos comerciais contendo bactérias viáveis produtoras de ácido lático, foi observado que não houve efeito dos tratamentos nas espécies de fungos presentes na forragem.

Esses autores avaliaram a composição química do feno de alfafa enfardado com baixa (15-20%), média (20-25%) e alta umidade (25-30%) sendo os dois últimos tratados com

inoculantes comerciais contendo bactérias lácticas viáveis e não viáveis aplicados no momento do enfardamento ou amonizados e observaram que a amonização resultou em aumento na retenção de MS, de PB e de FDN durante o armazenamento, quando comparada à forragem não tratada ou inoculada com bactérias.

Nesta linha de pesquisa, Muller (2005) avaliaram os efeitos de aditivos microbianos contendo bactérias lácticas e produtos químicos (hexamethilenotetramina, nitrato de sódio, benzoato de sódio e propionato de sódio), as camadas de filme plástico e o conteúdo de MS sobre a estabilidade aeróbia das silagens pré secadas de capim “timothy” (*Phleum pratense*) e observam redução na população de fungos em resposta aos aditivos.

De acordo com Wittenberg et al., (1996) a análise visual dos fungos, a presença de material estranho, a identificação das espécies de fungos, são de uso limitado na determinação do valor alimentício dos fenos. Os dados de VN e do valor comercial podem ser melhores determinados através do perfil de nutrientes contidos nos fenos.

5. Considerações gerais

O manejo intensivo das pastagens no período de verão requer a utilização de altas taxa de lotação, o que resultam em maior defasagem na oferta de alimentos para os animais em pastejo no período de seca. Neste contexto, a conservação de forragem é imprescindível para a manutenção do potencial produtivo dos sistemas que tem por base a utilização de forragem.

A fenação é uma atividade de suma importância nos sistemas de exploração intensiva de plantas forrageiras para a produção animal nas regiões de clima tropical.

A eficiência do processo depende de inúmeros fatores, destacando-se as espécies forrageiras, conhecimento das condições climáticas, utilização de equipamentos compatíveis com as espécies, avaliação da fertilidade do solo, manejo adequado das culturas e utilização de aditivos para preservação da qualidade dos fenos.

A criteriosa observação da época de corte e o recolhimento da forragem com conteúdo de umidade que evite o desenvolvimento de microrganismos podem garantir a qualidade sanitária dos fenos. Contudo, em condições de secagem e de armazenamento adversas o risco de contaminação dos fenos com fungos é elevado, e muitas é necessário o uso de aditivos.

A utilização de aditivos para conservação de fenos enfardados com alta umidade, deve ser considerada em relação aos aspectos econômicos. O custo da aquisição e aplicação dos aditivos deve ser menor do que o valor da forragem que se perderia com o uso do produto químico. Ademais, em se tratando de animais de alto padrão genético, é necessário o

fornecimento de feno de alto valor nutritivo, isento de microrganismos que possam produzir toxinas prejudiciais à saúde dos mesmos.

As exigências dos mercados em relação a segurança alimentar têm por base a produção de forragens isentas de substâncias que possam contaminar os produtos de origem animal, além de considerar os aspectos de manejo e bem estar dos animais. Neste sentido, a adoção de sistemas de produção e conservação de forragem requer a avaliação criteriosa das diferentes etapas com vistas a garantir a qualidade nutricional e a sanidade dos volumosos a serem utilizados pelos animais.

6. Literatura citada

ARCURI, P.A., CARNEIRO, J.C., LOPES, F.C.F. 2003. Microrganismos indesejáveis em forragens conservadas: Efeito sobre o metabolismo de ruminantes. In: Volumosos na produção de ruminantes: Valor alimentício de forragens. REIS, R., A., BERNARDES, T. F., SIQUEIRA, G., R., MOREIRA, A. L. Jaboticabal: Editora FUNEP, 2003. v. 01. p. 51-69.

BONJARDIM, S.R., REIS, R.A., RODRIGUES, L.R.A. 1992. Avaliação da qualidade dos fenos de gramíneas tropicais armazenados com diferentes níveis de umidade e tratados com amônia. Rev. Soc. Bras. Zoot., 21: 866-873.

BOSSUYT, C.V., WITTENBERG, K.M., Crow, G.H. Effect of fungal biomass in alfalfa hay on intake and whole tract digestion in growing beef calves. J. Anim. Sci. 74: 1336-1342. 1996.

BRUERTON, K. Finding practical solutions to mycotoxins in commercial production: a nutritionist's perspective. In: Alltech's 17th Annual Symposium, 2001. *Proceedings...*2001. p.161-168, 2001.

CHEEKE, P.R.; SHULL, L.R. Natural Toxicants in Feeds and Poisonous Plants. Westport, CT: AVI Publishing, 1985. 492 p.

COBLENTZ, W.K., FRITZ, J.O., BOLSEN, K.K. et al. 1997. Relating sugar fluxes during bale storage to quality changes in alfalfa hay. **Agron. J.**, Madison, 89(5): 800-807.

COBLENTZ, W.K., TURNER, J.E., SCARBROUGH, D.A. et al. 2000. Storage characteristics and nutritive value changes in bermudagrass hay as affected by moisture content and density of rectangular bales. **Crop Sci.** Madison, 40(5): 1375-1383.

COLLINS, M. 1995. 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. p.67-89.

COLLINS, M., COBLENTZ, W.K. 2007. Post-harvest physiology. In: Forages: The science of grassland agriculture. Barnes, R.F., Nelson, C.J., Moore, K.J., Collins, M. (eds.). Blackwell Publishing, 6th ed. Iowa. 2007. p. 583-599.

COULOMBE JR., R.A. Biological action of mycotoxins. *Journal of Dairy Science*, v. 76, p. 880-891, 1993.

COSTA, J.L., GOMIDE, J.A. 1991. Drying rates of tropical grasses. *Trop. Grassl.* 25: 325-332.

FREITAS, D. de, COAN, R. M., REIS, R. A., PEREIRA, J. R. A., PANIZZI, R. de C. 2002. Avaliação de fontes de amônia para conservação do feno de alfafa (*Medicago sativa* L.) armazenado com alta umidade. *Rev. Bras. de Zoot.* 31: 866-874,

HARRIS, C.E., TULLBERG, J.N. 1980. Pathways of water loss from legumes and grass cut for conservation. *Grass and Forage Sciences.* 35:1-11.

HLODVERSSON, R.; KASPERSSON, A. 1986. Nutrient losses during deterioration of hay in relation to changes in biochemical composition and microbial growth. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 15:149-165.

JOBIM, C.C., GONÇALVES, G.D. Microbiologia de Forragens Conservadas. In: Volumosos na produção de ruminantes: Valor alimentício de forragens. REIS, R.A., BERNARDES, T. F., SIQUEIRA, G., R., MOREIRA, A. L. Jaboticabal: Editora FUNEP, 2003. v. 01. p. 2-49.

JOUANY, J.P. The impact of mycotoxins on performance and health of dairy cattle. In: Alltech's 17th Annual Symposium, 2001. *Proceedings...*2001. p.191-222.

JONES, L., HARRIS, C.E. 1979. Plant and swath limits to drying. Forage conservation in the 80's. Occasional symposium. 11. *Brit. Grassl. Soc., London.*

KASPERSSON, A., HLODVERSSON, R.PALMGREN, U. et al. 1984. Microbial and biochemical changes occurring during deterioration of hay and preservative effect of urea. *Swedish J. Agric. Res.* 14: 127-133.

LACEY, J., LORD, K.A. 1977. Methods for testing chemical additives to prevent molding of hay. *Annu. Appl. Biol.* 87.327-335.

LACEY, J., LORD, K.A, KING, H.G.C, MANLOVE, R. 1978. Preservation of baled hay with propionic and formic acid and a proprietary additive. *Annu. Appl. Biol.* 88.65-75.

LACEY, J., LORD, K.A., CAYLEY, G.R. Chemical for preventing molding in damp hay. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 6: 323-336. 1981.

LAZZARI, F.A. *Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações.* Curitiba 2^a ed., Paranaset. 1997, 134p.

MacDONALD, A.D., CLARK, E.A. 1987. Water and quality loss during field drying of hay. *Adv. in Agron.* 41:407-437.

- MOSER, L.E. 1980. Quality of forages as affected by post-harvest storage and processing. In: Crop quality storage, and utilization. ASA, CSSA. Madison, Wisconsin. p.227-260.
- MOSER, L.E. 1995. Post-harvest physiological changes 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. p. 1-19.
- MUCK, R.E., SHINNERS, K.J. 2001. Conserved forage (silage and hay): progress and priorities. In: International Grassland Congress, XIX. 2001. São Pedro. Proceedings... Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry. p.753-762.
- MULLER, C.E. 2005. Fermentation patterns of small-bale silage and haylage produced as a feed for horses. Grass and Forage Science, 60: 109–118
- REES, D.V.H. 1982. A discussion of sources of dry matter loss during the process of haymaking. J. Agric. Eng. Res. 27: 469-479.
- REIS, R.A., PANIZZI, R.C., ROSA, B. et al. 1997. Efeitos da amonização na ocorrência de fungos, composição química e digestibilidade in vitro de fenos de grama seda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.). Rev. Bras. Zoot. 26: 454-460.
- REIS, R.A., RODRIGUES, L.R.A. 1992. Uso de conservantes em fenos com alto teor de umidade. In: Semana de Zootecnia. A interação, solos, pastagens e nutrição animal. XIV. **Anais...**, Fukushima, R. (ed.). Fundação Cargill. Pirassununga. p.77-89.
- REIS, R.A., RODRIGUES, L.R.A. 1998. Aditivos para a produção de fenos. In: Moura, A.S.A.M.T. et al. (eds). Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35. Botucatu-SP, 1998. **Anais...**, Botucatu:SBZ.p. 109-152.
- REIS, R.A., RODRIGUES, L.R.A., NAHAS, E. et al. 1993. Amonização do feno de *Brachiaria decumbens* com diferentes níveis de umidade. Pesq. Agrop. Bras. 28: 539-543.
- REIS, R. A., MOREIRA, A. L., PEDREIRA, M. dos S. Técnicas para produção e conservação de fenos de alta qualidade. In: Jobim, Cloves Cabrera, Santos, Geraldo Tadeu dos, Dasmaceno, Júlio César; Cecato, Ulysses. (Org.). Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas. 01. ed. Maringá, 2001, v. 01, p. 1-39.
- ROBERTS, C.A. 1995. Microbiology of stored 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. p.21-38.
- ROTZ, C.A. 1995. 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. p. 39-66.
- ROTZ, C.A. Mechanization: Planning and selection of equipment. In: International Grassland Congress, XIX. 2001. São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry. p. 763-768.

ROTZ, A., SHINNERS, K.J. Hay harvest and storage: The science of grassland agriculture. Barnes, R.F., Nelson, C.J., Moore, K.J., Collins, M. (eds.). Blackwell Publishing, 6th ed. Iowa. 2007. p. 601-616.

SHARMA, R.P. Immunotoxicity of mycotoxins. *J. Dairy Sci.*, 76:892-897, 1993.

SCHOCKEN-ITURRINO, R.P., REIS, R.A., COAN, R.M., BERNARDES, T.F., ANIZZI, R.C., POIATTI, M.L., PEDREIRA, M.S. 2005. Alterações químicas e microbiológicas nas silagens de capim-Tifton 85 após a abertura dos silos. *Rev. Bras. Zootec.*, 34: 464-471.

SILANIKOVE, N., COHEN, O., LEVANON, D., et al. 1988. Preservation and storage of green panic (*Panicum maximum*) as moist hay with urea. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 20: 87-96.

SOLLENBERGER, L. E., REIS, R. A., NUSSIO, L. G., CHAMBLISS, C. G., KUNKLE, W. E. Conserved Forage. In: American Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society of America. (Org.). Warm Season (C4) Grasses. 01 ed. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society of America, 2004, v. 01, p. 355-387

SULLIVAN, J.T. Drying and storing herbage as hay. In: BUTLER, G.W., BAILEY, R.W. Chemistry and biochemistry of herbage. Vol. 3. Londres: Academic Press. 1973. 295p. 1-31.

SUNDSTOL, F., COXWORTH, E.M. 1984. Ammonia treatment. In: SUNDSTOL, F. OWEN, E. Straw and others fibrous by-products as feed. Amsterdam: Elsevier Press, p.196-247.

THORLACIUS, S.O., ROBERTSON, J.A. 1984. Effectiveness of anhydrous ammonia as a preservative for high-moisture hay. *Can. J. Anim. Sci.* 64: 867-880.

UNDI, M., WITTENBERG, K.M. Effect of fungal biomass in moldy alfalfa hay on preference by dairy calves with no previous exposure to moldy feeds. *J. Dairy Sci.* 79: 1250-1254. 1996

WEINBERG, Z.G., CHEN, Y. PINTO, R., SELA, S. 2006. Fate of inoculated *Escherichia coli* in hay. *Journal of Applied Microbiology.* 102: 1537-1543.

WITTENBERG, K.M., MOSHTAGH-NIA, S.A. 1991. Influence of anhydrous ammonia and bacterial preparations on alfalfa forage baled at various moisture levels. II. Fungal invasion during storage. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 34: 67-74.

WITTENBERG, K.M., UNDI, M., BOSSUYT, C. 1996. Establishing a feed value for molded hay. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 60: 301-310.

WOOLFORD, M.K., TETLOW, R.W. 1984. The effect of anhydrous ammonia and moisture content on this preservation and chemical composition of perennial ryegrass hay. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 11:159-166.