

SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS LEITEIROS

CLÓVES CABREIRA JOBIM*

ccjobim@uem.br

ANTÔNIO FERRIANI BRANCO*

afbranco@uem.br

GERALDO TADEU DOS SANTOS*

gtsantos@uem.br

*DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA, UEM-MARINGÁ (www.nupel.uem.br)

Av. Colombo, 5790, CEP 87.020-900 Maringá-PR

*Pesquisador do CNPq.

I. Introdução

Na formulação da ração total para um rebanho leiteiro destaca-se o equilíbrio entre a exigência das vacas e os custos dos componentes da dieta como fator de fundamental importância para a eficiência da atividade. Assim, o menor custo do grão produzido na fazenda desempenha papel de alta relevância na viabilização da atividade.

A exploração leiteira, principalmente em rebanhos de alta produção, depende muito do uso de milho como principal fonte de energia. Dado ao alto valor desse cereal os custos com alimentação são bastante significativos na exploração leiteira. O emprego da silagem de grãos úmidos de milho tem se constituído em importante tecnologia para reduzir os custos com alimentação em criações de suínos e bovinos leiteiros.

Acreditamos que essa tecnologia pode contribuir para solucionar os graves problemas de armazenagem de grãos nas fazendas, onde normalmente ocorrem grandes perdas qualitativas e quantitativas, em função do ataque de insetos e de ratos. Também a colheita do milho para ensilar proporciona antecipação na retirada da cultura da lavoura com grandes benefícios num esquema de rotação de culturas, além de reduzir significativamente as perdas no campo.

Esse artigo propõe uma abordagem prática sobre a tecnologia de confecção e utilização da silagem de grãos úmidos de milho, com ênfase para emprego em explorações leiteiras.

II. Vantagens e Desvantagens do Uso de Silagem de Grãos Úmidos

Dentre as principais vantagens em relação ao uso da silagem de grãos úmidos de milho encontradas na literatura nacional (KRAMER e VOORLUYS, 1991, JOBIM et al., 1996, JOBIM et al., 1997, COSTA et al., 1999, KÉPLIN, 2000, JOBIM et al., 2001) podemos destacar as seguintes:

- Antecipação na colheita em três a quatro semanas, o que permite liberar a área para plantio da cultura subsequente, otimizando o uso da terra;

- Redução significativa das perdas a campo por condições climáticas adversas, ataque de pássaros e de insetos, além de diminuir a presença de fungos;
- Alta qualidade sanitária dos grãos (reduz a presença de fungos, contaminação por toxinas e resíduos de inseticidas aplicados no expurgo);

Na situação de armazenagem de milho seco é comum o aparecimento de vários insetos e mesmo de ratos, acarretando prejuízos em relação a qualidade do grão. Segundo LAZZARI & LAZZARI (2001) os insetos mais comuns que atacam o milho seco armazenado são os gorgulhos (*Sitophilus zeamais*, *Sitophilus oryzae*) os besouros (*Rhyzopertha dominica*, *Tribolium castaneum*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Cryptolestes ferrugineous*) e as traças-de-cereais (*Sitotroga cerealella*, *Plodia interpunctella*). Normalmente esses insetos não são detectados na silagem de grãos úmidos em razão da falta de oxigênio e da própria acidez do meio.

- Redução das perdas quantitativas e qualitativas durante o processo de armazenagem;

A armazenagem do milho ensilado, além de agregar valor, conserva a qualidade eliminando as perdas decorrentes da comercialização. De acordo com os dados apresentados por BACK & LAZZARI (2001) o custo que o produtor tem para comercialização do milho em grãos limpo e seco ao entregar o produto sujo e úmido para uma unidade armazenadora é elevado (cerca de 29.55 US\$/t). Segundo os autores os descontos podem chegar a 25-30%, isto é, a cada 100 sacas do produto úmido entregue, 25 a 30 sacas são descontados do produtor, para cobrir custos de secagem, grãos danificados por fungos, impurezas, etc.

- Baixos investimentos para armazenagem;
- Menor custo de produção em relação ao grão seco;

COSTA et al. (1998) constataram que com a eliminação das etapas de limpeza e secagem, a silagem de grãos úmidos de milho foi 5% mais barata em relação aos grãos secos. Na alimentação de suínos, segundo LEH (2001), pode chegar a 20 – 25% no custo final da ração. A diferença entre o custo operacional da produção do milho grão seco (US\$ 57.48/t) e da silagem de grãos úmidos (US\$ 43.32/t) é de cerca de 24,6% (Tabela 1). No entanto, considerando-se os investimentos em benfeitorias e máquinas para triturar e armazenagem, a vantagem do milho úmido ensilado, em relação ao grão seco, fica em torno de 6,7% (BACK, 2001). Veja também dados divulgados pela Pioneer na Tabela 2.

- Melhor desempenho animal com conseqüente redução nos custos de produção.

Como desvantagens poderíamos destacar:

- Impossibilidade de comercialização de eventuais excedentes de produção. Para evitar problemas dessa natureza deve-se dimensionar os silos de acordo com a demanda anual;

- Impossibilidade de formulação de concentrado antecipadamente, ou seja, a silagem de grãos tem que ser misturada quase que diariamente aos demais ingredientes da dieta.

Tabela 1- Custo operacional para produção de silagem de grãos úmidos de milho

Componente	US\$/ha		US\$/t	
	Silagem	Grão Seco	Silagem	Grão Seco
Insumos	241.92	231.00	30.25	28.88
Operações	73.01	73.01	9.13	9.13
Serviços	-----	134.49	-----	16.81
Custo Financeiro e Outros	26.31	31.31	3.94	2.66
Total	341.24	459.81	43.32	57.48

Adaptado de Back (2001)

Tabela 2- Custo médio de produção de uma silagem de grãos úmidos de milho, durante o período de três anos (1995 a 1997). Produtividade média de 8.300 kg/ha

Ítens	Custos (R\$)*	Custos (UU\$)
Lavoura em pé	530,00	283.42
Colheita	59,30	31.71
Transporte	8,30 (R\$ 1,00/t)	4.44
Trituração	12,50 (R\$ 1,50/t)	6.68
Compactação	8,30 (R\$ 1,00/t)	4.44
Total/há	618,40	330.69
Saca ensilada	4,47	2.39

Fonte: Centro de Tecnologia Pioneer. *(Valores em R\$).
(Para janeiro 2000) Custo baseado em sistema terceirizado

III. Valor Nutricional da Silagem de Grãos Úmidos de Milho

A qualidade nutricional do grão de milho na alimentação animal é um assunto largamente consagrado dispensando abordagens. No entanto, são importantes algumas considerações sobre o valor nutricional desse cereal na forma de silagem de grãos.

A composição química da silagem de grãos úmidos de milho (Tabela 3) pode variar em função do teor de umidade no momento da ensilagem e da proporção de sabugo presente, entre outros fatores (JOBIM et al., 1997). Teores de umidade acima de 35% favorecem as perdas de MS, podendo alterar significativamente os conteúdos de nitrogênio e de carboidratos solúveis. Alguns estudos têm mostrado que a solubilização do nitrogênio ocorre durante o período de fermentação e armazenagem da silagem de grãos úmidos. Assim, o teor de nitrogênio protéico diminui ao longo do tempo de armazenagem. O aumento na quantidade de nitrogênio solúvel pode resultar da solubilização ácida (PRIGGE et al., 1976) ou proteólise pela ação de microrganismos.

Tabela-3: Composição química da silagem de grãos úmidos de milho

Variáveis	DeBrabander et al. (1992)	Jobim et al., (1997)	Reis et al., (2000)	Santos et al., (2000)	Taylor e Kung Jr (2002)
MS (%)	61,4	63,9	66,7	67,0	73,5
FDN (%)	13,3	15,1	14,2	7,10	----
FDA (%)	----	3,3	2,5	3,95	----
EB (kcal/g MS)	----	4.203	4.330	4.474	----
PB (%)	11,4	10,0	10,2	7,69	----
N-NH ₃ (% N total)	2,7	1,05	----	----	0,04
pH	3,7	3,6	3,5	3,9	3,9
Ac. Lático (%)	0,8	0,78	----	----	1,05
Ac. Acético (%)	0,4	0,12	----	----	0,36
Álcool (%)	0,00	0,00	----	----	0,24

Os grãos de milho, mesmo quando triturados ou parcialmente quebrados, são protegidos pelo pericarpo, o qual é muito resistente à degradação microbiana e digestão enzimática no intestino delgado. Os estudos com silagem de grãos úmidos de milho têm constatado que há aumento na digestibilidade da matéria orgânica, devido ao aumento na digestão do amido, principal componente do grão.

Antes de completar a maturação do grão, a matriz protéica que encobre os grânulos de amido, no milho duro já está em formação e limitará a digestão ruminal do amido (PHILIPPEAU et al., 1996). Em razão disso, a colheita do milho para silagem com maior teor de umidade, em relação ao grão seco, pode ter efeito benéfico sobre a digestibilidade ruminal da MS.

Trabalhos realizados em relação ao estágio de maturação do milho mostram forte variabilidade na degradação ruminal do amido em função do genótipo (PHILIPPEAU et al., 1996). Os genótipos de milho se diferenciam pela textura do endosperma (dentados, duros). A degradabilidade do amido do grão normalmente diminui com o avanço na maturidade. PHILIPPEAU et al. (1996) encontraram redução de 14,4 pontos percentuais (62,2 para 47,8%) e de 18,0 pontos percentuais (87,0 para 69,0%) quando o teor de matéria seca da planta passou de 30 para 35%, respectivamente, para milho duro e milho dentado (Tabela 4). Esta redução é independente do genótipo e é ligada, em grande parte, à diminuição da proporção de amido rapidamente degradável.

Tabela 4- Influência do genótipo e do estágio de maturação sobre as características de degradabilidade do amido de milho

Genótipo	Duro		Dentado		Erro
Planta (%)	30	35	30	35	
Fração rapidamente degradável (%)	26,5	10,4	49,5	26,7	8,3
Fração potencialmente degradável (%)	73,5	89,6	50,0	73,1	7,8
Taxa de degradação (%/h)	5,7	4,3	19,0	8,3	3,3
Degradabilidade (%)	62,2	47,8	87,0	69,0	1,5

Fonte: Philippeau et al., 1996

A maior digestibilidade do amido dos grãos ensilados deve-se, sobretudo, a fragilização da matriz protéica que recobre os grãos de amido do endosperma periférico (DEMARQUILLY e ANDRIEU, 1996). Além disto, o endosperma dos cereais, em especial a região periférica, é cercado por uma parede celular rica em compostos β -glucanos que prejudica a atividade microbiana; e também a matriz protéica que envolve os grânulos de amido dificulta a atividade das amilases, visto que deve ocorrer uma proteólise simultânea, para que as bactérias possam utilizar o amido. Desta forma, quando a cutícula é quebrada as características da matriz protéica e do endosperma do grão irão determinar a taxa de adesão e fermentação do amido pelas bactérias ruminais (KOTARSKI et al., 1992, McALLISTER et al. 1993).

Outro aspecto de real importância é a relação amilose:amilopectina na composição do amido. O amido é um polissacarídeo heterogêneo composto principalmente de moléculas de amilose e de amilopectina, ligadas por pontes de hidrogênio (VAN SOEST, 1994). A amilose é um polímero linear de unidades D-glicose unidas com ligações tipo α -1,4, enquanto que a amilopectina é um polímero ramificado, formado por uma cadeia linear de resíduos de glucose (α -1,4) com pontos de ramificação α -1,6 a cada 20 a 25 unidades. Segundo KOTARSKI et al. (1992) a proporção de amilose no grânulo de amido varia de 14 a 34%, enquanto que a amilopectina representa cerca de 70 a 80% do amido nos grãos de milho.

A proporção desse polímero linear (amilose) e ramificado (amilopectina) presente nos grãos, influenciam a taxa de degradação e a digestibilidade do amido. Ou seja, a digestibilidade do amido é inversamente proporcional ao teor de amilose. Desta forma, fontes de amido com maiores teores de amilopectina, como o grão de milho imaturo, podem apresentar maior digestibilidade.

O amido pode sofrer gelatinização (rompimento dos grãos de amido) mediante aplicação de calor e de umidade. Segundo SIMAS (1997), o grau de gelatinização vai determinar a susceptibilidade do amido à degradação enzimática. Segundo Owens e Goetsch (1988) citados por COSTA et al. (1998), o amido quando submetido à água quente (60 a 80^oC) se expande de

forma irreversível (gelatinização). Com a gelatinização ocorre o rompimento da matriz protéica e das estruturas dos grânulos de amido, com conseqüente solubilização da matriz protéica. Este fenômeno melhora a digestão enzimática do amido.

Embora a gelatinização do amido pelo aquecimento possa favorecer a sua digestibilidade, acreditamos que isso dificilmente ocorrerá em condições normais de ensilagem dos grãos de milho. Isto porque, segundo COLONNA et al. (1995), a gelatinização do amido do milho começa à temperatura de 62°C e termina em 72°C, temperaturas que não são atingidas durante a ensilagem. Portanto, além da própria composição do amido do grão úmido, contribuição adicional para uma maior digestibilidade pode ser por ação dos ácidos da silagem, pois, segundo ROONEY e PFLUGFELDER (1986), o amido pode ser gelatinizado pela ação de agentes químicos.

Segundo HUNTINGTON (1994), um aumento na proporção de amido degradado no rúmen se traduz em aumento da eficiência alimentar (ganho de peso/kg de alimento), e também aumento no teor de proteína no leite. De acordo com DEMARQUILLY (1996), isso é contrário a teoria que sugere que o amido é utilizado mais eficazmente quando é digerido e absorvido sob forma de glicose no intestino delgado, em relação à degradação para AGV no rúmen. O autor destaca que de fato a digestão do amido no rúmen tem dupla vantagem: 1) aumento da síntese de proteína microbiana no rúmen; 2) aumento na digestibilidade no intestino delgado do amido "by pass", devido ao aumento na secreção do pâncreas, em resposta a uma maior quantidade de proteínas que chegam ao intestino delgado.

O amido que chega ao rúmen é degradado principalmente pela atividade das bactérias amilolíticas, sendo uma menor proporção do amido hidrolisado por fungos e protozoários (HUNTINGTON, 1994, HUNTINGTON, 1997). De acordo com PHERSON e KNUTSSON, (1980) a capacidade ótima de utilização de amido no intestino delgado de vacas leiteiras seria de 1300 g/dia.

Ao contrário dos protozoários, as bactérias amilolíticas são muito pequenas para ingerir partículas de amido. Desta forma as bactérias devem secretar amilases, produzir amilases associadas a superfície celular ou utilizar de outros mecanismos associados a parede celular (como proteínas ligantes) para hidrolizar o amido a maltoligosacarídeos que podem ser transportados para o interior da célula (KOTARSKI et al., 1992).

As amilases têm a capacidade de quebrar as ligações glicosídicas α (1,4) e α (1,6) das moléculas de amilose e amilopectina, liberando diversos fragmentos. Contudo nem todas as bactérias possuem todas as enzimas necessárias para promover todo o processo de degradação do amido até glicose, existindo diversas endo e exo amilases do tipo α (1,4) e α (1,6). Desta forma a

sintonia entre as diversas espécies de bactérias é fundamental para a fermentação do amido (HUNTINGTON, 1997).

A hidrólise intestinal das moléculas de amilopectina e amilose que compõem o amido é feita enzimaticamente da mesma forma como acontece no rúmen. O pâncreas é o órgão responsável pela produção e liberação da principal enzima envolvida na digestão intestinal do amido, uma endoenzima α (1,4) denominada α -amilase. A mucosa intestinal também secreta amilase, porém em menor proporção (HARMON, 1992). No intestino grosso a ação é microbiana, como no rúmen, ocorrendo a produção de ácidos graxos voláteis a partir da glicose derivada do amido.

Atualmente, diversos trabalhos têm demonstrado que o aumento do fluxo de proteína para o intestino delgado acarreta um aumento na síntese de amilase pancreática (HUNTINGTON 1994; HUNTINGTON 1997). Desta forma, o incremento no fluxo de proteína para o intestino acarreta um aumento na digestibilidade do amido que chega ao intestino delgado e um aumento na concentração portal de glicose (TANIGUCHI et al., 1992, TANIGUCHI et al., 1993). Salienta-se que a silagem de grãos úmidos de milho, em relação ao grão seco, apresenta maior eficiência de fermentação do amido no rúmen podendo levar a uma maior síntese de proteína microbiana, com conseqüente maior aporte de nitrogênio microbiano para o intestino delgado (SAN EMETERIO et al., 2000).

Um dos maiores problemas relacionados a maior digestão ruminal de amido está relacionado a diminuição do teor de gordura no leite, provavelmente devido a diminuição na relação acetato/propionato ou a atividade da insulina (De VISSER et al., 1993, REYNOLDS et al., 1997). Da mesma forma a infusão de propionato no rúmen tem acarretado diminuições da gordura no leite (HUNTINGTON et al., 1993, RULQUIN et al., 1993). Apesar da fermentação ruminal do amido acarretar diminuições na concentração de gordura no leite, o aumento no fluxo para o intestino delgado também parece causar resultados semelhantes. Fato esse observado por REYNOLDS et al. (1996), onde a infusão duodenal de amido acarretou um aumento na produção de leite, porém diminuiu a concentração de gordura no leite, sendo esta diminuição causada possivelmente devido ao maior disponibilidade de glicose, o que poderia acarretar elevações de insulina no sangue, diminuindo a atividade lipolítica no tecido adiposo.

Com relação ao teor de proteína do leite, diversos trabalhos têm demonstrado aumento na concentração protéica do leite quando se aumenta o fluxo de amido para o intestino, enquanto outros demonstram um aumento da concentração da proteína quando se utiliza amido de alta degradabilidade ruminal (NOCEK e TAMMINGA, 1991, De VISSER, 1993, REYNOLDS et al.,

1997), sendo que alguns estudos têm revelado maiores produções de leite para dietas com maior digestibilidade ruminal e total do amido (CROCKER et al., 1998, YU et al., 1998).

Possivelmente, quando há sincronismo entre a degradação ruminal do amido e da proteína haverá aumento no fluxo de proteína para o intestino, permitindo maior síntese protéica na glândula mamária. Também a maior produção de propionato diminui a necessidade da utilização de aminoácidos para a gliconeogênese hepática, aumentando a disponibilidade dos mesmos para a glândula mamária.

III. Tecnologia de Ensilagem

A tecnologia de ensilagem de grãos deve seguir o mesmo princípio (fermentação anaeróbia) daquela utilizada para conservação de qualquer forrageira. Deve-se tomar todos os cuidados em relação ao carregamento, compactação, vedação e posterior descarregamento do silo.

Um dos fatores mais importantes no processo de produção e utilização das silagens, e que muitas vezes é relegado a segundo plano pelo produtor, é a redução das perdas em toda a cadeia produtiva. Entendemos que para equacionar problemas dessa natureza o produtor deve estar atento ao Coeficiente de Aproveitamento da Silagem (CAS), que pode ser determinado segundo: $CAS = \text{silagem consumida} / \text{quantidade ensilada}$. Descontando-se o CAS obtido do valor 1, obtém-se a estimativa das perdas durante o processo (Ex.: $(1 - 0,9) \times 100 = 10\%$ de perdas). Assim sendo, essa relação deve ser o mais próximo possível de 1 (100% de aproveitamento), sendo que valores ao redor de 0,9 podem ser considerados como muito bons. No entanto, esses valores são variáveis em função da tecnologia empregada na ensilagem, do tipo de silo e da forragem ensilada. Especificamente para silagem de grãos, acreditamos que valores entre 0,94 a 0,96 são mais adequados.

O produtor precisa ter consciência que o CAS determina o custo real da tonelada de silagem produzida ($\text{Custo real/t silagem} = \text{Custo na ensilagem} / \text{CAS}$). Dessa forma, assumindo que o custo de 1 t de silagem de grãos úmidos de milho foi de R\$ 154,32 e o CAS foi de 0,94 o custo real passa a ser de R\$ 164,06 ($R\$ 154,32 / 0,94$).

Dentre os fatores de maior importância para melhorar o CAS está a compactação, uma vez que ela determina a porosidade da massa ensilada e, em consequência, afeta diretamente a estabilidade da silagem. Quanto maior a densidade maior a capacidade do silo e, portanto, menor custo de armazenagem. Dessa forma, procedimentos como compactação enérgica, processamento adequado dos grãos e velocidade de carregamento do silo é fundamental para atingir um CAS adequado.

III.1. Escolha do Híbrido de Milho

A qualidade nutricional da silagem começa pela escolha do híbrido. A produtividade ainda é fator determinante para a escolha do híbrido a ser cultivado. O híbrido deve ser adaptado a cada região observando-se o ciclo da cultura (super-precoce, precoce, normal, tardio). No entanto, deve ressaltar que a escolha também deve ser baseada na qualidade do grão, como por exemplo o teor de proteína e de óleo. O milho rico em óleo tem mais de 5% de extrato etéreo no grão enquanto que os normais apresentam de 3,2 a 3,5%. Também devem ser considerados, sobretudo fatores relativos a sanidade do grão.

III.2. Colheita

O ponto ideal de colheita ocorre quando o grão apresentar entre 32 a 36% de umidade, com um mínimo de 26 e um máximo de 40%. Após o grão atingir a faixa de 30 a 35% de umidade a perda de água por simples evaporação para o ambiente pode ficar entre 1 e 2 pontos percentuais, o que determina muita atenção para não perder o ponto ideal de colheita. O milho muito seco é propenso a rápida deterioração quando retirado do silo ou mesmo durante a armazenagem se a qualidade de fermentação for pobre. Quando seco demais a fibra da casca em torno dos grãos de milho terá consistência endurecida, o que acarreta maiores perdas na passagem pelo trato digestório, conseqüentemente, baixo aproveitamento do amido disponível para fermentação no rúmen. Além disso, quanto mais seco o grão maior será o gasto com energia para moagem. Já o milho muito úmido (mais de 40% de umidade) pode não ter atingido a maturação fisiológica com conseqüente perda do valor nutricional. Também, a colheita do grão de milho com alta umidade dificulta a debulha levando a maiores perdas na lavoura.

A maturação fisiológica (máximo peso e qualidade) ocorre quando o grão atinge entre 36 e 40% de umidade, dependendo do híbrido, clima e outros fatores relacionados ao desenvolvimento da cultura (LAZZARI & LAZZARI, 2001). Nessa fase o amido solidificou surgindo uma camada preta (visível a olho nu) na ponta do grão.

Para grandes áreas de plantio é de fundamental importância a sincronia entre o plantio e as atividades relacionadas a ensilagem. Quando esse escalonamento não é feito pode-se correr o risco de terminar a ensilagem com os grãos muito secos afetando a qualidade da silagem. Portanto, deve-se dimensionar adequadamente a capacidade de colheita e moagem diária, bem como a capacidade de compactação.

Na prática, no ponto de colheita, a espiga apresenta-se com as brácteas (palha) secas e o grão já completou a maturação fisiológica. No milho a maturação fisiológica pode ser

visualizada pela formação de uma camada preta na base dos grãos. Normalmente isso ocorre cerca de 50 dias após a polinização.

III.3. Processamento

O processamento do grão refere-se aos métodos de preparação (quebra, moagem, laminação, amassamento) para utilização na alimentação animal. O processamento aumenta a degradação ruminal do amido, com maior produção de ácidos graxos e proteína microbiana. Segundo HUTINGTON (1997) o amido que chega ao intestino delgado tem maior digestibilidade e o resultado final é maior suprimento de energia e proteína metabolizável para o animal e, portanto, melhor desempenho.

Logo após a colheita os grãos devem ser processados (quebrados, moídos ou laminados) e devidamente compactados. Para a alimentação de bovinos uma moagem grossa (quirera) é suficiente, ou seja a quebra dos grãos em três a quatro pedaços. No entanto, alguns autores (SAN EMETERIO et al., 2000; JOHNSON & KOONS, 1997) têm verificado que o grãos laminado ou moídos finamente são melhor aproveitados por vacas em lactação. O grão moído muito fino pode levar a redução no teor de gordura, recusa do alimento e aumento da incidência de deslocamento do abomaso (displasia do abomasal) resultado da acidose ruminal.

III.4. Compactação

Uma boa compactação deve proporcionar cerca de 1000 kg de silagem/m³. Normalmente silos tipo trincheira, revestidos, proporcionam melhores condições de compactação e perdas insignificantes.

Deve-se tomar cuidados especiais com relação à compactação para evitar perdas durante a fermentação e melhorar a estabilidade da silagem durante a utilização. Portanto a compactação deve ser enérgica para alcançar alta densidade e reduzir a porosidade da silagem. Principalmente a camada superficial deve ser bem compactada pois as perdas nessa fração do silo normalmente são elevadas. Segundo dados apresentados por BOLSEN & McKENZIE (2001) as perdas para silagem da planta de milho, na camada superficial (60 cm), pode chegar a 60-70%. Para silos de grande superfície essas perdas podem representar grandes quantidades de silagem e perdas econômicas elevadas. Mesmo para silagens de grãos úmidos, onde seguramente, em condições normais de ensilagem e manejo do silo, as perdas são bem menores ainda podem ser relevantes. Por exemplo, num silo com 9 m² de superfície frontal (6 x 1,5 m) e 20 m de comprimento, a camada superficial de 15 cm compreende 18 m³. Com uma perda de 30% representaria cerca de 5.400 kg de grãos jogados fora.

Outro fator importante e diretamente relacionado com a compactação da silagem é a quantidade de sabugo presente nos grãos. Embora a silagem da espiga de milho também seja viável, JOBIM et al. (1997) observaram que a presença de sabugo na silagem aumentou o desenvolvimento de leveduras com a exposição ao ar (2, 4 e 6 dias após a abertura dos silos). Tal fato pode ser atribuído à maior porosidade das silagens com maior quantidades de sabugo, aumentando a oxigenação, e, em consequência, favorecendo o desenvolvimento de leveduras. Também MAHANNA (1994), recomenda que na confecção de silagem de espigas de milho deve-se fazer uma moagem adequada para evitar acúmulo de sabugo em determinadas áreas, favorecendo a presença de oxigênio e o desenvolvimento de leveduras.

III.5. Descarga dos Silos

Durante a utilização da silagem de grãos úmidos deve-se tomar todos os cuidados referentes ao descarregamento do silo, uma vez que a deterioração superficial da silagem de grãos é relativamente rápida (JOBIM et al., 1997; JOBIM et al., 1999). Portanto, antes da ensilagem é necessário dimensionar adequadamente os silos em relação à demanda diária. Quando a quantidade de silagem a ser retirada diariamente for pequena o ideal é fazer mais de um silo, com menor superfície frontal. Assim, a área de silagem exposta ao ar será menor e a espessura da fatia maior, sendo retirada diariamente toda a silagem que está em processo de deterioração.

Segundo RANKIN (2000) a remoção de 8 a 10 cm/dia pode ser necessário para prevenir aquecimento e deterioração da silagem, principalmente em condições de clima quente.

IV. Estabilidade Aeróbia da Silagem (Pós-fermentação).

A estabilidade aeróbia da silagem pode ser definida como a resistência da massa de forragem a degradação após a abertura do silo. Alguns autores definem como o tempo que a silagem leva para atingir temperatura superior a 2^oC acima da temperatura ambiente (TAYLOR & KUNG Jr., 2002).

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 residuais e de ácido láctico. Os principais substratos utilizados pelos microrganismos são os açúcares solúveis, os ácidos orgânicos e o etanol, resultando em aumento do pH e redução na digestibilidade e no conteúdo de energia. Assim sendo, a entrada de ar na silagem de grãos tem efeito negativo sobre a qualidade da silagem, principalmente em função do alto teor de amido, baixa umidade e

pequena quantidade de ácidos formados durante o processo fermentativo. Nessa etapa a utilização do ácido láctico pelas leveduras eleva o pH e libera as bactérias inibidas pela acidez levando a degradação de nutrientes. Assim, a silagem deteriorada pode conduzir a perdas econômicas elevadas e baixo desempenho animal.

Segundo MATHINSON et al. (1989), um dos principais problemas para maximizar o valor alimentício da silagem de grãos úmidos, é a susceptibilidade à deterioração aeróbia (pós-fermentação). Ressalta-se que a deterioração da silagem está associada principalmente ao desenvolvimento de fungos e de leveduras (MUCK et al., 1991). A presença de fungos é indesejável principalmente em razão da produção de micotoxinas. Já as leveduras provocam grande liberação de CO₂ pelo metabolismo dos açúcares, resultando em perdas de MS.

A maioria das silagens de grãos úmidos mostra deterioração com menos de 24 horas após a exposição ao oxigênio. Isso pode ser evidenciado pelas observações de JOBIM et al. (1997) e de PATRICIO (2002) para silagens de milho e sorgo, respectivamente.

De acordo com PITT et al. (1991) e PHILLIP e FELLNER (1992), a temperatura, a concentração de carboidratos solúveis, a população de fungos e a concentração de ácidos orgânicos em interação com o pH são os parâmetros que mais afetam a estabilidade das silagens. O aumento do pH após a exposição da silagem ao ar, queda no teor de carboidratos solúveis e baixa concentração de ácido láctico são importantes indicadores da deterioração da massa ensilada. Em temperaturas inferiores a 10⁰C e superior a 40⁰C, a silagem poderá apresentar maior estabilidade pela inibição no crescimento de fungos. Todavia, as temperaturas intermediárias favorecem uma alta taxa de crescimento desses microrganismos.

O efeito mais significativo dos microrganismos aeróbios na qualidade das silagens é a respiração, sendo que o substrato depende do microrganismo. As leveduras consomem somente compostos solúveis, tais como açúcares e produtos da fermentação, enquanto os fungos degradam uma ampla variedade de nutrientes, incluído carboidratos estruturais e lignina (McDONALD, 1981; ROTZ e MUCK, 1994).

JOBIM et al. (1999) constataram que o desenvolvimento de leveduras e de fungos em silagens de grãos úmidos de milho e espigas de milho aumentou significativamente dois dias após a abertura dos silos. Na silagem de espigas de milho, a população de leveduras e de fungos apresentou crescimento médio superior à observada na silagem de grãos. Segundo WOOLFORD (1990) silagens com contagem de leveduras superior a 5,0 UFC/g de silagem são altamente susceptíveis à deterioração.

Nota-se que, tanto para o desenvolvimento de leveduras como de fungos (Tabela 5) não houve diferença entre os dois últimos tempos de amostragem (4⁰ e 6⁰ dias). Isso pressupõe que

não houve intensa atividade de microrganismos aeróbios em uma profundidade maior no silo em relação a fatia que estava sendo retirada a cada dois dias de descarga.

Tabela 5. Desenvolvimento de leveduras e de fungos nas silagens de espigas e de grãos úmidos de milho em diferentes períodos de amostragem após a abertura dos silos

Silagens	Dias após a abertura dos silos				Médias
	0 dias	2 dias	4 dias	6 dias	
Leveduras (UFC/g de Silagem)					
Silagem de Espigas	7,2	8,0	8,6	8,5	8,1a
Silagem de Grãos	6,4	7,1	7,9	8,2	7,4b
Fungos Filamentosos (UFC/g de Silagem)					
Silagem de Espigas	1,2	2,0	3,5	3,8	2,6a
Silagem de Grãos	0,6	1,4	3,2	2,7	1,9b

Adaptado de Jobim et al. (1999).

Partindo-se do pressuposto que a inibição da atividade das leveduras é de fundamental importância para aumentar a estabilidade aeróbia da silagem, e que o ácido acético é antimicótico (WOOLFORD, 1975), e que também inibe o crescimento de leveduras (MOON, 1983), alguns inoculantes bacterianos têm sido empregados na tentativa de aumentar a estabilidade aeróbia da silagem de grãos úmidos. Os estudos de DAWSON et al. (1998) demonstraram que houve aumento na estabilidade aeróbia da silagem de grãos úmidos de milho com a adição da bactéria *Propionibactéria*, que tem a capacidade de converter ácido láctico e glicose em ácido acético e ácido propiônico. No entanto, para outras silagens, a resposta não é a mesma em função da baixa tolerância dessa bactéria ao pH ácido. Também TAYLOR & KUNG Jr (2002) constataram que a estabilidade da silagem de grãos úmidos de milho pode ser aumentada significativamente com uso de inoculante composto pela bactéria *Lactobacillus buchneri* 40788. Essa bactéria heterolática produz ácido acético (a partir do ácido láctico), álcool e 1,2-propanediol. Segundo os autores a alta concentração final de ácido acético e redução no número de fungos e leveduras pode ser o responsável pelo aumento na estabilidade da silagem.

V. Uso de Aditivos em Silagens de Grãos Úmidos de Milho

Os grãos fermentam mais lentamente e em menor extensão que a silagem da planta de milho. Segundo recomendações de especialistas da University of Wisconsin (www.uwex.edu.edu/ces/crops), a aplicação de um mínimo de 100.000 UFC/g de material fresco ajuda a assegurar uma boa fermentação. No entanto, nas condições deles a ensilagem de grãos

úmidos após vários dias de temperaturas baixas pode reduzir drasticamente a população de bactérias ácido-láticas.

Os aditivos estimulantes da fermentação aumentam a produção de ácido lático, minimizando as perdas de MS, e promovem maior velocidade de acidificação da silagem. O uso de inoculantes microbianos presume que existem condições para o seu desenvolvimento, tais como quantidade de carboidratos solúveis e anaerobiose. Quando o carregamento do silo é demorado favorece o desenvolvimento de bactérias indesejáveis em prejuízo das bactérias ácido láticas. O uso do inoculante bacteriano promove aumento na taxa de fermentação (maior relação lático/acético), diminuindo a proteólise, com uso mais eficiente dos carboidratos solúveis e em consequência maiores retenção de nutrientes na silagem (HENDERSON, 1993).

Tem-se constatado que a adição de inoculante microbiano pode alterar a taxa de fermentação, mas tem efeito mínimo na extensão de fermentação. O uso de inoculantes microbianos tem mostrado pequeno efeito positivo sobre o desempenho animal. De acordo com MUCK (1996), dos produtos da fermentação, o ácido lático é mais bem utilizado pelos microrganismos do rúmen, o que poderá levar a um ligeiro 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 NH_3 e mais proteína verdadeira) poderá melhorar a retenção de nitrogênio pelo animal. Também por inibir o crescimento de outros microrganismos na silagem, os inoculantes podem inibir a produção de toxinas e ter um efeito positivo sobre o ambiente ruminal (MUCK, 1996).

No Brasil não tem sido realizado estudo comparativo para determinar a eficiência do uso de inoculantes em silagens de grãos úmidos de milho. Porém, na prática tem-se constatado que o uso de inoculantes para grãos úmidos de milho pode melhorar o padrão de fermentação e, possivelmente, a estabilidade da silagem. No entanto, é indispensável o cuidado com a relação custo-benefício. Como já mencionado anteriormente, muitas vezes o uso de inoculantes não resulta em aumentos significativos no desempenho animal. Mas a redução das perdas (CAS), ou seja, a relação entre quantidade de grãos aproveitada pelos animais e a quantidade de grãos colocado no silo, pode ser o fator determinante da eficiência econômica do uso de inoculantes microbianos em silagens de grãos.

Particularmente, no Departamento de Zootecnia da UEM, temos avaliado silagens de grãos úmidos de milho sem uso de inoculantes (JOBIM et al., 1997; JOBIM et al., 1999; REIS et al., 2000; SANTOS et al., 2000) com resultados satisfatórios em relação a qualidade de conservação, magnitude de perdas e desempenho animal.

VI. Qualidade Sanitária da Silagem de Grãos Úmidos

O principal problema higiênico da silagem de grãos úmidos de milho é com relação à presença de micotoxinas. Estresse, estado fisiológico, nutricional e doenças podem afetar, isoladamente ou em conjunto, a resposta de um animal a um conjunto ou nível específico de micotoxinas.

No Brasil, embora sabidamente as micotoxinas sejam responsáveis por expressivos prejuízos na produção de grãos, praticamente não existem estimativas das perdas econômicas associadas as micotoxinas. Mesmo em países com alta tecnologia para produção e armazenagem de milho as perdas por presença de micotoxinas são elevadas. As micotoxinas resultam em perdas econômicas significativas para os criadores, uma vez que afetam a saúde dos animais, reduzem a produtividade e podem até levar a morte. Segundo a AL-TECH (2000), em 1992 o impacto econômico anual estimado para as micotoxinas na Carolina do Norte era de 20 milhões de dólares na avicultura, 10 milhões na suinocultura, 5 milhões na produção de leite, 1 milhão para bovinos e ovinos de corte e 1 milhão de dólares em eqüinos.

Acreditamos que no Brasil, se os prejuízos relativos à presença de micotoxinas em rações animais fossem dimensionados, teríamos números surpreendentes, a julgar pela qualidade do milho utilizado nas propriedades para alimentação de aves, suínos e bovinos principalmente.

Segundo a AL-TECH (2000) embora já existam 300 a 400 micotoxinas conhecidas, as mais preocupantes em relação à toxicidade e ocorrência são: aflatoxina, desoxinivalenol (DON ou vomitoxina), zearalenona, fumonisina e toxina T-2. Os fungos do gênero *Fusarium*, normalmente encontrados nos grãos de milho e mesmo em outras forragens, produzem muitas dessas micotoxinas (DON, zearalenona, fumonisina e toxina T-2). Isto determina a necessidade de vigilância constante na produção e utilização do milho grão seco ou ensilado para atingir maior competitividade e rentabilidade aos produtores.

Destaca-se também, que o fornecimento de grãos de qualidade aos animais irá reduzir a probabilidade de existência de resíduos de micotoxinas em produtos animais (leite e carne) destinados ao consumo humano. Toma-se como exemplo a aflatoxina que é eliminada através do leite na forma de aflatoxina M₁, com resíduos equivalentes a 1 a 2% do nível existente na dieta (AL-TECH, 2001).

VII. Silagem de Grãos Úmidos de Milho na Alimentação de Bovinos Leiteiros

Atualmente, com a mudança nos conceitos sobre a eficiência do uso do amido pelos ruminantes, está comprovado o melhor desempenho animal quando alimentados com amido de

alta degradação ruminal. No entanto, no Brasil não tem sido realizado trabalho científico avaliando os possíveis benefícios do uso da silagem de grãos úmidos na alimentação de vacas leiteira, embora seja uma prática corrente em muitas regiões do país.

Assim sendo, a seguir são apresentados alguns resultados de trabalhos desenvolvidos em situações não necessariamente iguais aos sistemas de produção de leite no Brasil. No entanto, julgamos que as informações são de grande relevância e podem contribuir para a busca de maior eficiência nos diferentes sistemas de produção leiteira no Brasil.

SAN EMETERIO et al. (2000) constataram que vacas alimentadas com silagem de grãos úmidos ou de espigas de milho produziram mais leite (39,8 kg/dia) em relação as vacas que receberam grãos secos de milho (38,0 kg/dia) na dieta. Essa diferença de 4,6% a mais de leite em favor da silagem de grãos úmidos em relação ao grão seco pode ser altamente significativa em um sistema de produção leiteira. Neste estudo, os autores compararam duas formas de processamento dos grãos (grosseiramente moído e finamente moído) constatando que os grãos secos ou ensilados finamente moídos favorecem a maior produção de leite. Esse mesmo comportamento foi observado por JOHNSON & KOONS (1997). Em relação ao teor de gordura no leite constatou-se que houve decréscimo quando as vacas receberam silagem de grãos úmidos (Tabela 6). Esse fato é creditado a maior digestibilidade do amido oriundo da silagem de grãos. Já em relação ao teor de proteína do leite, vê-se que não houve efeito do processamento ou da ensilagem. No entanto, a produção de proteína (kg/dia) foi maior para as vacas que receberam silagem de grãos úmidos em relação às alimentadas com grãos secos na dieta. Os autores concluíram que a digestibilidade do amido aumenta com a redução no tamanho das partículas do grão e é favorecida pelo processo de ensilagem úmido. Destaca-se que o aumento na digestibilidade do amido pode refletir em elevação na produção de leite, de proteína microbiana no rúmen e melhorar a utilização de nitrogênio pela vaca. SAN EMETERIO et al. (2000) destacam também que a fermentação ruminal é favorecida pela alta disponibilidade de amido, o que aumenta a utilização da amônia e fornece mais energia para a vaca.

Tabela 6- Efeito do processamento dos grãos de milho sobre a produção e composição do leite de vacas

Variável	Grão Seco Moído Grosso	Grãos Seco Moído Fino	Silagem Grãos Moído Grosso	Silagem de Grãos Moído Fino
Leite (kg/dia)	37,20	38,90	39,30	40,30
Leite 4% (kg/dia)	36,50	37,10	36,80	36,10
Gordura (%)	3,82	3,67	3,59	3,31
Gordura (kg/dia)	1,44	1,43	1,40	1,33
Proteína (%)	3,10	3,08	3,11	3,09
Proteína (kg/dia)	1,15	1,20	1,21	1,23
Digest. Amido (%)	84,4	86,50	86,70	91,2

Adaptado de San Emeterio et al. (2000).

WILKERSON et al. (1997) registraram produção de 2,0 kg/dia de leite a mais para vacas da raça Holandesa que receberam silagem de grãos de milho na dieta ao comparar grãos úmidos versus grãos secos e duas formas de processamento dos grãos (amassados ou moídos). Os autores constataram também, aumento médio de 2,25 kg/dia de leite, para vacas alimentadas com grãos moídos em relação aos grãos amassados. Essa melhor resposta na produção de leite sugere um melhor aproveitamento do amido da dieta. Também, o teor de proteína e de gordura no leite foram maiores para as vacas que receberam grãos moídos na dieta, independente da forma de conservação (Tabela 7).

Tabela 7. Ingestão de matéria seca, produção e composição do leite de vacas da raça Holandesa alimentadas com grãos de milho seco ou ensilados em diferentes formas de processamento

Variável	Grão Seco		Silagem de Grãos	
	Amassado	Moído	Amassado	Moído
Ingestão MS (kg/dia)	24,0	24,9	23,7	24,1
Leite (kg/dia)	38,9	40,5	40,2	43,1
Proteína (%)	3,15	3,26	3,21	3,26
Proteína (kg/dia)	1,22	1,32	1,29	1,40
Gordura (%)	3,99	4,13	3,92	3,86
Gordura (kg/dia)	1,56	1,67	1,58	1,64
SNG (%)	8,94	9,14	8,98	9,05

Adaptado de Wilkerson et al. (1997)

Segundo WILKERSON et al.(1997) as diferenças na produção e composição do leite resultou do aumento na digestibilidade da matéria orgânica da dieta com silagem de grãos úmidos, devido a maior digestibilidade da proteína, do amido e dos carboidratos não fibrosos. Os resultados revelaram em média 20% maior EL_1 para dietas contendo silagem de grãos úmidos em relação ao grão seco, evidenciando assim, o maior benefício do uso dos grãos úmidos ensilados em relação aos grãos secos na dieta de vacas em lactação.

Em razão da dieta de vacas leiteiras de alta produção ser constituída por 25 a 35% de amido, fica evidente que a melhora na eficiência de utilização do amido representa real importância na produção de leite. SIMAS (1997) destaca que o aumento da produção é devido ao aumento da utilização de amido, em fontes de amido de alta degradabilidade ruminal, é provavelmente devido ao aumento da energia absorvida (AGV) e mais proteína microbiana disponível para absorção.

SORIANO et al. (2000) avaliaram o desempenho de vacas da raça Holandesa em pastagem de dactilis (*Dactylis glometata*) e trevo branco (*Trifolium repens*) suplementadas com silagem de grãos úmidos de milho ou grãos secos em diferentes quantidades (Tabela 8). Os autores observaram que as vacas suplementadas com silagem de grãos úmidos produziram mais leite até

a quarta semana de avaliação, enquanto que o teor de proteína, de gordura e de sólidos-não-gordurosos não apresentaram diferenças para o período total de avaliação de 10 semanas.

A principal conclusão nesse estudo foi de que a produção e a composição do leite não foram afetadas pelo tipo de milho (silagem ou seco) nem pela quantidade de silagem de grãos na dieta, embora a silagem de grãos de milho e o grão seco finamente moído normalmente apresentem maior digestibilidade, Nessa situação o produtor pode optar pela forma de grão mais barata reduzindo o custo de produção do litro de leite.

Tabela 8. Produção e composição do leite de vacas da raça Holandesa em pastejo suplementadas com diferentes formas e quantidades de grãos de milho

Ítem	SUPLEMENTO			
	SGU (6 kg/dia)	SGU (4 kg/dia)	Grão moído fino (6 kg/dia)	Grão moído grosso (6 kg/dia)
Leite (kg/dia)	30,80	30,50	29,70	30,10
Gordura (%)	3,13	3,10	2,94	3,23
Gordura (kg/dia)	1,02	0,94	0,86	0,99
Proteína (%)	2,96	2,95	2,99	2,96
Proteína (kg/dia)	0,89	0,88	0,87	0,87
Sólidos (%)	8,41	8,32	8,35	8,32
Sólidos (kg/dia)	2,54	2,50	2,44	2,47
Uréia/Leite (mg/dL)	13,7	15,8	15,0	14,3

Adaptado de Soriano et al.(2000)

VIII. Considerações Finais

Considerando-se os resultados obtidos com pesquisas utilizando silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de vacas leiteiras, podemos concluir que o emprego dessa tecnologia pode contribuir significativamente para melhorar a performance animal e reduzir um dos principais gargalos na produção leiteira que é o custo de produção. Em razão disso, além dos resultados em relação ao valor nutricional e desempenho animal, deve-se destacar principalmente os resultados econômicos que poderão advir do emprego da silagem de grãos de milho como constituinte da dieta de vacas em lactação. Esse aspecto é de grande relevância principalmente em culturas onde a margem de rentabilidade é baixa, como a bovinocultura leiteira.

IX. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-TECH, Comércio e Importação Ltda. Compreendendo e lidando com os efeitos das micotoxinas em rações e forragens para animais domésticos. <http://www.altech.com.br/i01.htm>. 08/12/2000.
- AL-TECH, Comércio e Importação Ltda. Efeitos das micotoxinas sobre a saúde e a produtividade de animais domésticos específicos. <http://www.altech.com.br/i01.htm>. 05/02/2001.
- BACK, S.P. Aspectos econômicos da silagem de grãos úmido de milho na alimentação de suínos. In: LAZZARI & LAZZARI, Silagem de grãos úmido de milho, Ed. Leal Ltda, Curitiba, 2001, p.47-60.
- BACK, S.P., LAZZARI, F.A. Produção, comercialização e consumo de milho em grãos no Brasil. In: LAZZARI & LAZZARI, Silagem de grãos úmido de milho, Ed. Leal Ltda, Curitiba, 2001, p.1-6.
- COLONNA, P., BULEON, A.; LELOUP, V.; et al. Constituantes des céréales, des graines, des fruits et de leurs sous-produits. In: Jarrige et al. (1995). *Nutrition des ruminants domestiques: ingestion et digestion*. Editions INRA, Paris, 1995. Chapitre 3, p; 83 - 122, 1995. 921p.
- COSTA, C., ARRIGONI, M.D.B., SILVEIRA, A. C., CHARDULO, L. A. L. Silagem de grãos úmidos. In: *Anais... Simpósio sobre nutrição de bovinos*, 7. 1999. Piracicaba, FEALQ, p.69-88, 1999.
- COSTA, C., ARRIGONI, M.D.B., SILVEIRA, A.C. Custos: silagem de grãos úmidos de milho. *Boletim do Leite*. CEPEA: FEALQ, ano 5, n. 51, p.2, 1998.
- CROCKER, L. M., DePETERS, E. J., FADEL, J. G. et al. Influence of processed corn grain in diets of dairy cows on digestion of nutrients and milk composition. *J. Dairy Sci.*, 81:2394-2407, 1998.
- DAWSON, T.E., RUST, S.R., YOKOYAMA, M.T. Improved fermentation and aerobic stability of ensiled, high moisture corn with the use of propionic bacterium acidipropionici. *J. Dairy Sci.*, 81:1015-1021, 1998.
- DeBRABANDER, D.L., COTTYN, B.G., BOUCQUE, C.H.V. Substitution of concentrates by ensiled high-moisture maize grain in dairy cattle diets. *Animal Feed Sci. Technology*, 38:57-67, 1992.
- DEMARQUILLY, C. Quelles Méthodes - Pour quels objectifs? In: *Colloque maïs ensilage*, 1996. Nantes-France, p. 87-91, Nantes, 1996.
- DEMARQUILLY, C.; ANDRIEU, J. Quelques rappels sur les mesures effectuées pour connaître la valeur nutritive des ensilages de maïs. In: *Colloque maïs ensilage*, 1996. Nantes-France, p. 23 - 33, Nantes, 1996.
- De VISSER, H, Van Der TOGT, P. L., HUISERT, H. et al. Structural and non-structural carbohydrates in concentrate supplements of silage-based dairy cows rations. 2. Rumen degradation, fermentation and kinetics. *Nethern. J. Agric. Sci.* 40:420. 1993.
- HARMON, D. L. Dietary influences on carbohydrases and small intestinal starch hydrolysis capacity in ruminants. *J. Nutr.* 122:203, 1992.
- HENDERSON, N. Silage additives. *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 45(1):35-56, 1993.
- HUNTINGTON, G. B. Ruminant starch utilization progress has been extensive. *Feedstuffs*, June 6, p. 16 - 18 e 38 - 43, 1994.
- HUNTINGTON, G. B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. *J. Anim. Sci.* 75:852-867, 1997.

- JOBIM, C.C., CECATO, U., CANTO, M.W. Utilização de silagem de grãos de cereais na alimentação animal. In: *Anais... Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas*. Maringá, 2001. p.146-176, 2001.
- JOBIM, C.C., REIS, R.A., SCHOKEN-ITURRINO, R.P. Desenvolvimento de microrganismos durante a utilização de silagens de grãos úmidos de milho e de espigas de milho sem brácteas. *Acta Scientiarum* 21(3):671-676, 1999.
- JOBIM, C.C., REIS, R.A., MARTINS, E. N., ALCALDE, C. R. Degradabilidade In situ da matéria seca e da proteína bruta de silagens da planta de milho, dos grãos úmidos e de espigas sem brácteas. *Acta Scientiarum*. 21(3):665- 67, 1999.
- JOBIM, C.C., REIS, R.A., RODRIGUES, L.R.A., et al. Presença de microrganismos na silagem de grãos úmidos de milho ensilado com diferentes proporções de sabugo. *Pesq. Agropec. Bras.*, 32(2): 201-204, 1997.
- JOBIM, C.C., REIS, R. A, RODRIGUES, L.R.A. Avaliação da silagem de grãos úmidos de milho (*Zea mays* L.). *Pesq. agropec. bras.*, 32(3):311-31, 1997.
- JOBIM, C.C., REIS, R.A. ROSA, B. ANDRADE, P. Avaliação do valor nutritivo das silagens de grãos úmidos e de espigas de milho sem brácteas. *Rev. Unimar*, 18(3):545-52, 1996.
- JOHNSON, T.R., KOONS, C.W. Utilization of further processed high moisture shelled corn by lactating dairy cows. *J. Anim. Sci.* 75(Suppl. 1): Abstract ,62, 1997.
- KEPLIN, L.A.S. <http://www.correionet.com.br/~fr17/gaos.htm>. 37K. Silagem de grãos úmidos, 1999 (01/08/2000).
- KOSSOSKI, A. Resultados do teste com silagem de grãos de triticale úmidos para vacas leiteiras. *Rev. Téc. Batavo*, Castro, n. 8, p. 11 – 14, 1992.
- KOTARSKI, S.F., WANISHA, R.D., THUR, K.K. Starch hydrolysis by ruminal microflora. *Journal of Nutrition*, 122:178-190, 1992.
- KRAMER, J., VOORSLUYS, J.L. Silagem de milho úmido, uma opção para gado leiteiro. In: *Simpósio Sobre Nutrição de Bovinos*, 4, 1991. Piracicaba, FEALQ. *Anais...* Piracicaba-SP, 1991. p. 257-261.
- LAZZARI, F.A., LAZZARI, S.M.N. Aspectos sanitários da silagem de grãos úmido de milho. In: LAZZARI & LAZZARI, *Silagem de grãos úmido de milho*, Ed. Leal Ltda, Curitiba, 2001, p.39-46.
- LEH, W.M. Elaboração da silagem de grão úmido de milho em grandes propriedades. In: LAZZARI & LAZZARI, *Silagem de grãos úmido de milho*, Ed. Leal Ltda, Curitiba, 2001, p.7-18.
- MCALLISTER, T. A., PHILLIPE, R. C., RODE, L. M. et al. Effect of the protein matrix on the digestion of cereal grains by ruminal microorganisms. *J. Anim. Sci.* 71:205-212, 1993.
- MAHANNA, B. Proper management assures high-quality silage, grains. *Feedstuffs*, Minneapolis, v.10, p.12-56, 1994.
- MATHINSON, G.W., ENGSTRON, D.F., KENNELLY, J.J., et al. Efficacy of anhidrows ammonia and sulfur dioxide as preservative for high moisture grain and their effect on the nutritive value of barley groweing-finishing cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, 69(4):1007-1020, 1989.
- McDONALD, P. *The Bioquemistry of silage*. Ed. John Wiley & Sons, N.Y., 1981. 207p.

- MUCK, R.E., PITT, R. E., LEIBENSPERGER, R.Y. A model of aerobic fungal growth in silage.1. Microbial characteristics. *Grass Forage Sci.*, 46(3):283-290, 1991.
- MUCK, R. E. Silage Inoculation: inoculation of silage and its effects on silage quality. In: Conference with Dairy and Forage Industries. *Proceedings...* Madison-US, 1996. p.43 - 51.
- NOCEK, J. E., TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk and composition. *J. Dairy Sci.* 74:3598, 1991.
- PATRICIO, V.M.I. Avaliação Nutricional da Silagem de Grãos Úmidos de Sorgo de Alto e Baixo Conteúdo de Taninos para Leitões na Fase de Creche. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá, 2002. 47p.
- PEHRSON, B., KNUTSSON, M. Glucose and lactose absorption from the small intestine of dairy cows. *Zbl Vet. Med.* 27:644, 1980.
- PHILLIP, L.E., FELLNER, V. Effects of bacterial inoculation of high-moisture ear corn on its aerobic stability, digestion, and utilization for growth by beef steers. *J. Anim. Sci.*, 70(10):3178-3187, 1992.
- PHILIPPEAU, C., CHAMPION, M., MICHALET-DOREAU, B. Influence du genotype et du stade de maturite sur la digestion ruminale de l'amidon de maïs recolte au stade ensilage. In: Symposium on Silage maize, 1996, Nantes. *Annales...* Nantes, 1996. p.379-380.
- PRIGGE, E.C., JOHNSON, R.R., OWENS, F.N., et al. Utilization of nitrogen from ground high moisture and dry corn by ruminants. *J. Anim. Sci.*, 43:705, 1976.
- RANKIN, M. High moisture corn harvest considerations. <http://www.uwex.edu/ces/crops/Hmcom2000.htm>
- REIS, W., JOBIM, C.C., MARTINS, E. N., et al. 2001. Desempenho de Cordeiros Terminados em Confinamento, Consumindo Silagens de Grãos Úmidos de Milho e de Grãos de Milho Hidratados. *Rev. Bras. zootec.* 30(2):525-532, 2001.
- REYNOLDS, J. D., BEEVER, D. E., SUTTON, J. D. et al. Effects of incremental duodenal starch infusion on milk composition and yield in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79:138, 1996.
- REYNOLDS, J.D., SUTTON, J. D., BEEVER, D. E. Effects of feeding starch to dairy cattle on nutrient availability and production. In: *Recent advances in animal nutrition*. 1. ed. p. 105-134, 1997.
- ROONEY, L.W., PFLUGFELDER, R.L.R. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. *J. Anim. Sci.* 63:1607-1623, 1986.
- ROTZ, C.A., MUCK, R.E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: National Conference on Forage Quality, Evaluation, and Utilization Held at The University of Nebraska, 1994, Lincoln, p.828-868, 1994.
- RULQUIN, H. Nutrition de la Vache Laitière et Composition du lait. In: *Symposium sur les Bovins Laitières*. Québec, 28 out., 1993. p.123 – 137, 1993.
- SANTOS, C.P. *Silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de equinos*. Dissertação de Mestrado em Zootecnia, UEM, Maringá-PR, 2000, 42 p.
- SIMAS, J.M. Processamento de grãos para rações de vacas leiteiras. In: *Anais...* Simpósio Sobre Produção Animal, 9, 1996. Piracicaba, FEALQ, 1997. p. 7-32.

SORIANO,F.D., POLAN,C.E., MILLER,C.N. Milk production and composition, rumen fermentation parameters, and grazing behavior of dairy cows supplemented with different forms and amounts of corn grain. *J. Dairy Sci.*, 83:1520-1529, 2000.

TANIGUCHI, K., HUNTINGTON, G. B., GLENN, B. P. Net nutrient flux by visceral tissues of beef steers given abomasal and ruminal infusion of casein and starch. *J. Anim. Sci.* 73:236, 1995..

TANIGUCHI, K., SUNADA Y., OBITSU, T.. 1993. Starch digestion in the small intestine of sheep sustained by intragastric infusion without protein supply. *Anim. Sci. Technol. Jpn.* 64:892.

VAN SOEST, P.J. *Nutritional Ecology of The Ruminant*. Cornell University Press. 2⁰ ed., 1994. 476p.

YU, P, HUBER, J. T., SANTOS, F. A. P. et al. 1998. Effects of ground, steam-flaked and steam-rolled corn grains on performance of lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 81:777-783.

WOOLFORD, M.K.A 1990. Review. The detrimental effects of air on silage. *J. Appl. Bacteriol.*, 68(1):101-116.