

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

GUILHERME CARDOSO GOMIDES

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
FATORES DETERMINANTES NA ENSILAGEM DE MILHO:
DA COLHEITA À UTILIZAÇÃO**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, apresentado como exigência parcial à obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. MILTON LUIZ MOREIRA LIMA

AGRADECIMENTOS

Á Deus pela sua misericórdia, graça e amor que me inspirou e me deu paciência, perseverança e sabedoria para conclusão deste trabalho, e por todo apoio e oportunidade que Ele me deu durante todo curso.

Á minha família pelo sacrifício realizado para que mesmo em situações adversas eu pude ter o conforto e privilégio de estar me capacitando em uma universidade.

Á minha noiva Paula Fernanda, uma grande companheira, pela sua compreensão em momentos onde tive que dedicar mais tempo ao estudo, e pelo seu carinho, amor e conselhos que foram fundamentais para o sucesso da minha graduação.

Ao meu orientador Prof. Dr. Milton Luiz Moreira Lima, por ser o grande professor que nós alunos precisamos, pela sua total dedicação ao ensino e desenvolvimento da pecuária leiteira. Seu trabalho é inspiração para os estudantes e foi de grande valia para minha formação profissional.

Aos professores da minha banca pelo tempo e empenho dedicado á colaboração deste estudo e minha formação pessoal.

Aos professores da Escola de Veterinária e Zootecnia que durante toda minha graduação foram pacientes e capacitados para a criação e adequação do curso de zootecnia

Aos funcionários da Universidade Federal de Goiás pelo serviço prestado com seriedade para que o ensino possa ser aplicado.

Aos meus colegas de curso, pois todos de alguma maneira colaboraram com o meu conhecimento e desenvolvimento pessoal. Em especial aos amigos que são verdadeiramente necessários para a formação de um profissional.

Aos pós-graduandos que sempre foram atenciosos para tirar dúvidas nos corredores e contribuíram de forma significativa para o meu aprendizado.

Á Universidade Federal de Goiás, á Escola de Veterinária e Zootecnia e á Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos pela ótima infraestrutura fornecida aos alunos dos cursos das agrárias.

EPÍGRAFE

“O que lavra a sua terra se fartará de pão, mas o que segue os ociosos está falto de juízo.” Provérbios 12.11

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	COLHEITA.....	10
2.1	Ponto de colheita	11
2.2	Linha do Leite.....	13
2.3	Altura de corte.....	14
2.4	Dimensionamento das máquinas e equipamentos para colheita	16
3	ARMAZENAMENTO	19
3.1	Compactação	19
3.2	Perdas no armazenamento	21
3.3	Vedação	21
4	UTILIZAÇÃO.....	23
4.1	Manejo de retirada	24
4.2	Descarte de forragem.....	25
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

RESUMO

A silagem de milho é a forragem conservada mais utilizada na pecuária brasileira, apesar de conhecida às técnicas para confecção são comuns os relatos de diversos problemas durante as etapas da ensilagem. Esta revisão bibliográfica teve por objetivo levantar quais são os fatores determinantes para a obtenção de uma silagem de qualidade e baixo custo, durante as operações de: colheita, transporte, armazenamento e utilização. A colheita pode ser iniciada quando a planta atingir 30% de matéria seca (MS), embora se o conjunto mecanizado permitir corte de partículas em tamanhos uniforme e compactação adequada, a colheita poderá ser realizada mais tarde quando a planta está com maior teor de massa seca acumulada. A altura de corte elevada é justificada em condições onde a qualidade do volumoso é o único objetivo, ou o milho passou do ponto ideal de colheita para silagem (32 a 38% de MS). O dimensionamento e regulagem do maquinário são fundamentais para a eficiência da colheita, destacando se a afiação das facas, ajuste de tamanho de partículas e processamento dos grãos, para tanto ser possível é preciso manter a velocidade da ensiladora controlada. As perdas de forragem são inevitáveis, mais devem ser amenizadas, a compactação com trator de peso suficiente e rodado simples é indispensável para permitir a máxima expulsão do oxigênio presente na massa. Depois de compactada a silagem é vedada para início da fermentação e conservação. A fase de utilização também exige cuidados para que o alimento fornecido ao animal possibilite o desempenho desejado.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Efeito do corte e da maturidade na composição química da silagem de milho.....	15
Tabela 2- Efeito da maturidade de do processamento de grão na digestibilidade	17
Tabela 3- Consumo de matéria seca, produção de leite e gordura em vacas alimentas com silagem de milho submetida a diferentes processamentos	18
Tabela 4- Produção de leite e eficiência alimentar de vacas em lactação alimentadas com as diferentes silagens	23
Tabela 5- Efeito da proporção de silagem de milho deteriorada na alimentação de novilhas e digestibilidade dos nutrientes	26

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Produção de massa seca de milho em função do teor de matéria seca da planta (Adaptado de Carvalho, 2008).....11
- Figura 2- Temperaturas das silagens do topo ao longo do período de armazenamento (AMARAL, 2011).....22

1 INTRODUÇÃO

O principal alimento para ruminantes no Brasil é a forragem, sendo as espécies de capim na forma de pasto o mais utilizado. Um problema comum das pastagens é a estacionalidade de produção, onde devido a fatores edafoclimáticos a oferta de alimento se concentra em períodos do ano onde esses fatores são mais favoráveis para planta.

O resultado da estacionalidade é a maior capacidade de suporte das pastagens na primavera e verão, e déficit de alimento nas estações seguintes. Para evitar a diminuição no desempenho animal é preciso manter a quantidade e qualidade da forragem ofertada durante todo ano, se fazendo necessário lançar mão de estratégias para conservação de forragens.

A ensilagem é uma das técnicas conhecidas e empregada para conservação de forragens. A planta é colhida e passa por um processo fermentativo anaeróbio, pouco alterando suas qualidades nutricionais. O milho é a cultura mais utilizada para confecção de silagens (BERNARDES, 2012) e segundo Nussio et al. (2001), a planta de milho tem características de composição (carboidratos solúveis e baixo poder tampão) ideais para confecção de uma boa silagem e que possibilitam fermentação microbiana desejável.

Apesar de a ensilagem ser um processo historicamente conhecido e bem difundido, grande parte dos produtores rurais ainda tem dificuldades ou realizam de forma inadequada as etapas de produção, colheita, armazenamento e utilização da silagem.

O aumento da produção animal como consequência na maior demanda por alimentos e a restrição de área pela elevação do preço da terra, tem forçado os produtores aumentar a intensificação no uso do solo e a produtividade das lavouras. Rangel et al. (2010) relata a crescente utilização de suplementação volumosa para animais de recria, visando a melhoria dos indicadores zootécnicos. O custo de produção também é outro agravante da necessidade de aumento na eficiência do processo.

Os pesquisadores constantemente desenvolvem tecnologias para aumentar a produtividade das lavouras, porém para que o produtor tenha sucesso na confecção

de silagem de qualidade e de baixo custo, é fundamental que ele tome decisões acertadas em todas as etapas do processo.

As decisões são complexas e exigem planejamento, pois algumas demandam tempo como: escolha da área de plantio e silos para armazenamento, correção do pH e preparo do solo. Em seguida devemos realizar a escolha do material a ser plantado, compra de insumos e manutenção do maquinário.

A produção de silagem de milho é um conjunto de processos, onde o cultivo do milho representa o início das operações. Após esta etapa complexa inicia-se efetivamente a ensilagem, onde o milho será: cortado; picado; transportado; descarregado no silo; compactado; vedado e armazenado.

O acompanhamento técnico é importante e ajuda diminuir os riscos e dificuldades em cada etapa. E a literatura e a experiência são os suportes necessários para os profissionais desenvolverem um planejamento de produção de volumoso mais eficaz e com maior segurança, ofertando alimento de qualidade e alcançando o desempenho esperado dos animais.

2 COLHEITA

No processo de ensilagem a colheita é o processo que se segue após o cultivo da forragem. Durante a colheita ocorrem perdas muitas vezes não consideradas pelos produtores e que podem comprometer a viabilidade da produção de silagem em muitas fazendas leiteiras. A eficiência de colheita busca amenizar algumas dessas perdas e várias decisões importantes devem ser tomadas antes e durante a colheita que interferem diretamente na eficiência da ensilagem tais como: definição do ponto de colheita e altura de corte, necessidade de máquinas e equipamentos para realização do corte, do transporte e da compactação, regulagem e manutenção dos equipamentos (ajuste do tamanho de partículas), velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado (trator + colhedora de forragem) e adequação do equipamento de transporte para minimizar perdas de forragem no campo por deriva.

2.1 Ponto de colheita

A produção de matéria seca por hectare aumenta em função do acúmulo percentual de matéria seca (MS) da planta (Figura 1), inversamente a partir do florescimento, a produção de matéria verde diminui com o avanço na maturidade da planta. Estes fatores levam a perda no potencial produtivo de matéria seca da planta quando se objetiva a colheita de maior quantidade de material verde.

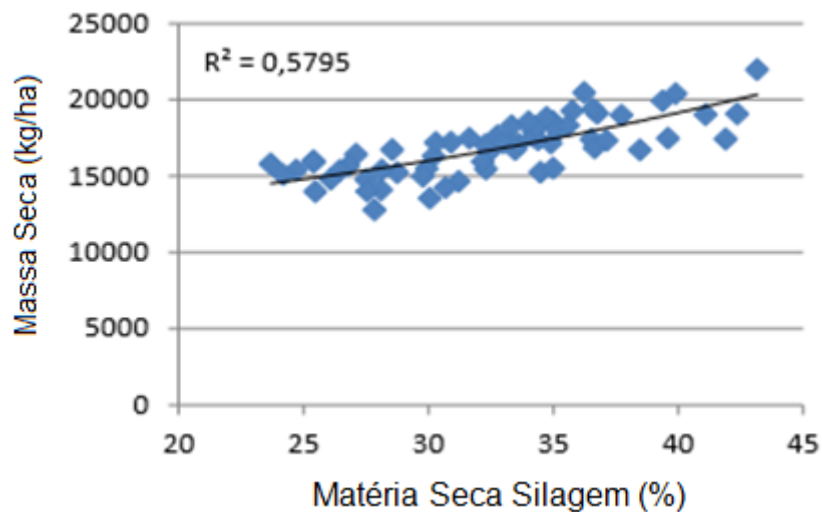


Figura 1- Produção de massa seca de milho em função do teor de matéria seca da planta (Adaptado de Carvalho, 2008)

O ponto ideal de colheita corresponde àquele em que a planta apresenta maior produção de matéria seca digestível por hectare, qualidade nutricional satisfatória e teor de umidade que propicie a ocorrência de um processo de fermentação adequado (NUSSIO et al., 2001). De acordo com Pereira (2011), este ponto comumente é encontrado quando a planta de milho apresenta de 32% a 38% de matéria seca.

A antecipação da colheita gera danos acumulativos para a silagem. O alto teor de umidade facilita a padronização do tamanho de partícula e compactação, porém valores acima de 72% de umidade favorecem o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium*, estas consomem os carboidratos solúveis e fazem a proteólise, como consequências, é produzido nitrogênio amoniacal, menor fermentação láctica e maior tempo para estabilização do pH. Contudo, além de perdas na produção de matéria seca, ocorre aumento na produção de efluentes e perdas consideráveis por lixiviação de conteúdos solúveis (dissacarídeos, peptídeos e minerais), depreciando

o consumo voluntário de matéria seca pelo animal e o valor nutritivo da silagem (NUSSIO e ZOPOLLATTO, 2001).

Uma das causas da colheita precoce do milho para silagem é a falsa impressão de secagem da planta, devido a senescência em algumas folhas próximas ao solo, que pode ocorrer devido a deficiências nutricionais da planta, o que pode ser corrigido com adubações preventivas, ou devido ao déficit hídrico nesta fase do desenvolvimento da planta (COELHO e FRANÇA, 1995).

O valor nutritivo da silagem é diretamente relacionado com a percentagem de grãos na massa ensilada. A quantidade adequada de grãos na planta possibilita melhores condições de fermentação, e maior densidade energética do alimento, diminuindo os custos de confecção por quilograma de nutrientes digestíveis totais (NDT) e inclusão de concentrados na dieta. Segundo Carvalho (2008) Quando a planta de milho está no ponto ideal de colheita para silagem, de 30 a 35% de MS, a produção de grãos da lavoura já chegou a mais de 90 % de seu potencial. Contudo se a silagem for cortada com baixos teores de matéria seca a quantidade de grãos produzidos será muito inferior ao potencial de produção da espécie.

Por outro lado, a qualidade da silagem não é determinada apenas pela quantidade de grãos na massa, mas também pela digestibilidade dos demais componentes da planta, como hastes e folhas (NUSSIO et al., 2001). É sabido que quanto mais próximo da maturidade, as frações fibrosas da forrageira se tornam menos digestíveis. Então o atraso na colheita do milho para silagem pode proporcionar hastes e folhas com maior fração indigestível.

Outros problemas no atraso da colheita são devidos o alto teor de matéria seca da planta, que dificulta o corte em partículas de tamanho homogêneo, exigindo máquinas e equipamentos mais potentes e bem ajustados. E também elevam as perdas no corte, por deriva durante o transporte e de grãos nas fezes devido a maior quantidade de grãos íntegros e menor digestibilidade destes pelo animal, principalmente quando o milho é do tipo duro ou flint.

A determinação do ponto de colheita a partir dos teores de açúcares no colmo, como é feito na produção de silagem de cana, poderia ser utilizada já que a análise com o refratômetro é relativamente fácil e teoricamente os açúcares solúveis se deslocam com o avanço da maturidade da planta. Porém não foi encontrada correlação satisfatória entre o teor de açúcares do colmo e MS da planta para um

grupo de cultivares avaliados, sendo esta hipótese válida apenas para alguns cultivares específicos (NUSSIO e ZOPOLLATTO, 2001).

2.2 Linha do Leite

A formação e enchimento dos grãos de milho passam a ocorrer quando a planta está em estágio reprodutivo. Devido à deposição progressiva de amido no grão, a formação da linha do leite ocorre no grão de milho com o avanço do estágio de maturação. A linha do leite é um dos critérios mais utilizados para se determinar o ponto de colheita de milho para ensilagem devido à praticidade de avaliação no campo e a correlação com o teor de matéria seca da planta. Vilela et al.(2008) avaliaram quatro híbridos de milho e observaram que a partir do ponto de $\frac{1}{2}$ da linha do leite, o milho está no ponto ideal de corte para silagem, apresentando para todos os cultivares mais de 30 % de MS e perdas não significativas de efluentes, o que está em concordância com outros autores. Entretanto um dos cultivares avaliados, o GNZ 2004, possuía condições ideais para silagem mesmo antes da formação da linha do leite.

Outras variações podem ocorrer devido a diversos fatores como a presença de “staygreen” em alguns híbridos de milho, pois este permite que a planta se mantenha verde por mais tempo enquanto ocorre o enchimento dos grãos, o que causa variações nas correlações entre a linha do leite e o teor de matéria seca da planta (COSTA et al., 2008).

A classificação do estágio de maturidade dos grãos também pode ser um problema para determinação do ponto ideal de colheita, pois em diversos trabalhos os grãos são classificados em leitoso, pastoso, início de dente, farináceo, farináceo-duro, e duro ou vítreo. Lavezzo et al.(1997) ainda classifica em ponto pamonha e semi-duro. A correlação desses estádios com a formação da linha do leite poucas vezes é encontrada. A classificação em R1 a R6 utilizada em alguns trabalhos como o de Marafon et al. (2012) também não é suficiente para se determinar o ponto ideal de colheita, já que todas as fases de linha do leite estão dentro de um só estágio (R5 – grãos farináceo-duro).

Contudo a avaliação da linha do leite é um bom parâmetro para o acompanhamento da lavoura, porém insuficiente para determinação do ponto exato para início da colheita, já que esta decisão precisa ser tomada de acordo com o

planejamento de produção do volumoso, avaliando fatores como: clima, janela de corte e rendimento das máquinas. Ou seja, para aumentar a precisão de acerto no ponto de corte do milho para silagem, o recomendado é fazer aferição do teor de matéria seca da planta nos dias que antecedem a colheita (NUSSIO e ZOPOLLATTO, 2001).

O teor de matéria seca pode ser estimado em laboratório, utilizando estufas de ventilação forçada para secar as amostras a temperatura de 55-60°C por 72 horas, depois as amostras são moídas e secas por mais 24 horas em estufa a 105°C. Este método é o mais preciso, porém no campo não existe a disponibilidade de estufas, e o tempo gasto para obtenção do resultado (mais de um dia) prejudica a agilidade na tomada de decisão. Para determinar o teor de MS de forma mais rápida (menos de 1 hora) e com precisão similar, se pode utilizar um forno de micro-ondas convencional ou aparelhos específicos como: o Umitest (também conhecido como Koster) e o Farmex 1210.

2.3 Altura de corte

A altura de corte é outro critério que influencia na qualidade e quantidade de forragem colhida para ensilagem. A busca por volumosos cada vez melhores, incitou a dúvida sobre a melhor altura de corte para aperfeiçoar a relação quantidade e qualidade. A elevação na altura de corte diminui a participação de folhas e principalmente de colmo na massa ensilada, conseqüentemente aumentando a proporção de grãos.

As silagens produzidas nessa situação apresentam características bromatológicas mais favoráveis à produção animal, com maior digestibilidade da matéria seca. Neylon e Kung (2003), avaliando duas alturas de corte em dois diferentes estádios de maturidade do milho, observaram redução no teor de lignina e fibra em detergente ácido (FDA), e aumento na concentração de amido e digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) conforme apresentado na Tabela 1.

Ainda neste trabalho foi relatada queda aproximada de 10% na produção de matéria seca por hectare quando se elevou de 12,7 para 45,7 cm a altura de corte. A produção de leite das vacas alimentadas com silagem colhida a 45,7 cm foi maior (46,7 x 45,2 kg de leite/dia, P <0,05) quando comparada às vacas alimentadas com

silagem colhida a 12,7 cm, porém quando corrigido a produção de leite para 3,5% de gordura não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Vasconcelos et al. (2005), encontrou redução de 17,7% da produção de massa seca por hectare quando se elevou a altura de corte de 10 para 80 cm. Outros autores encontraram resultados similares a estes, concluindo que o aumento na produtividade animal não justifica a elevação do corte no momento da colheita.

Tabela 1- Efeito do corte e da maturidade na composição química da silagem de milho

	Altura de corte (12,7 cm)		Altura de corte (45,7 cm)		EP	Efeito ¹
	34% MS	41% MS	34% MS	41% MS		
MS%	33,0	40,3	34,7	42,6	0,4	C, M
pH	3,68	3,73	3,67	3,77	0,01	M, M*C
PB%	8,59	8,27	8,51	8,09	0,05	C, M
FDN%	43,4	42,4	41,0	41,5	0,8	
FDA%	25,4	25,2	23,6	23,1	0,5	C
LDA%	3,27	2,80	2,42	2,67	0,18	C, C*M
Amido%	30,9	34,1	32,8	36,0	0,7	C, M
Ác. Lático%	7,56	5,69	7,40	5,31	0,14	M
Ác. Acético%	2,15	1,56	1,94	1,62	0,10	M
FDNd% ²	48,7	48,0	51,5	49,9	1,0	C

¹Efeito do corte (C) ou da maturidade (M). $P < 0,05$.

²Digestibilidade do FDN (30h in vitro).

Fonte: Adaptado de Neylon e Kung (2003).

O corte mais elevado proporciona maior quantidade de material residual, aumentando a ciclagem de nutrientes, principalmente potássio, que está presente em elevadas concentrações no colmo. Esta vantagem deve ser considerada, mas não é primordial na decisão, pois outras práticas de conservação do solo e a integração lavoura pecuária são mais eficientes para manter a qualidade agronômica do solo. Somado a isso, é possível produzir silagem de boa qualidade a partir de toda planta do milho, já que esta naturalmente apresenta características ideais para conservação anaeróbica.

Em outras condições a produção de silagem de alta qualidade pode ser justificada, porém lançando mão das práticas corretas para confecção da silagem e

uso de outros ingredientes para formulação de dietas para animais de alta produção pode ser a melhor alternativa zootécnica. Outra aplicação do corte elevado é quando a planta atingiu alto teor de matéria seca (passando do ponto ideal), onde objetiva-se colher maior quantidade de amido aliado a uma fração fibrosa mais digestível quando comparada à colheita da planta inteira.

2.4 Dimensionamento das máquinas e equipamentos para colheita

As tomadas de decisão dentro de um processo de produção de volumosos na forma de silagem devem ser combinadas com o planejamento de utilização dos maquinários. Este planejamento deve ser realizado semanas ou até meses antes de sua execução.

De acordo com Daniel et al. (2011) o gasto com maquinários durante a colheita, transporte e armazenamento representa mais de 20% do custo total da silagem. Entretanto o cálculo da quantidade de carretas, tratores e colhedoras de forragem necessários para o processo de ensilagem, não é um assunto bem discutido pelos técnicos.

Pesquisas para se determinar o perfil dos produtores rurais expõe uma parcela do problema. As principais causas da ineficiência do processo estão no planejamento do maquinário. Mais de 1/3 dos produtores utilizam algum tipo de maquinário emprestado, elevando o risco em caso de inexistência de planejamento (BERNARDES, 2012)

A dificuldade de aquisição deste tipo de maquinário é devido o alto investimento somado a pequena quantidade de horas trabalhadas durante o ano, assim elevando o custo de amortização do equipamento.

O crescente mercado de terceirização da colheita do milho para silagem tem possibilitado aos grandes e médios produtores adquirirem serviços mais especializados e produzir volumoso de melhor qualidade de forma mais eficiente. Porém, diferentemente de países desenvolvidos, onde a utilização de colhedoras de forragem autopropelidas é comum, a oferta deste tipo de serviço ainda é limitada em algumas regiões do Brasil.

As colhedoras autopropelidas possuem um sistema ajustável de processamento de grãos, que permite quebrar o grão aumentando a digestibilidade do amido. Cooke e Bernard (2005) avaliaram a interação entre o tamanho médio de

partícula e o grau de processamento do grão (2 e 8 mm de abertura entre os rolos) em colhedoras do tipo autopropelidas. Neste sentido estes autores encontraram incremento na digestibilidade do amido e da fibra quando o processador de grão foi regulado para 2 mm.

Rinne e Sepala (2011) encontraram aumento da digestibilidade da matéria seca e do amido em silagens de milho colhida com máquinas que possuíam processador de grãos acionado, e que o efeito do processamento é maior quando a planta se encontra em estágio avançado de maturidade. Andrae et al. (2001) também relatou aumento na digestibilidade do amido, e dos carboidratos estruturais quando o processador de grãos foi acionado (Tabela 2).

Tabela 2- Efeito da maturidade e do processamento de grão na digestibilidade

Item	Efeito principal				EP	Efeito ¹
	Maturidade		Processamento			
	50%	100%	Sem	Com		
IMS kg/d	7,63	7,63	7,41	7,84	0,15	P*
Digesti. %						
MS	56,49	53,88	55,38	54,98	0,63	M**
Amido	97,59	91,14	91,52	97,22	0,74	M**, P*
FDN	39,11	33,21	37,76	34,56	0,97	M**, P*
FDA	33,97	26,47	31,76	28,69	1,03	M**, P*

¹Efeito da maturidade (M** P<0,01) e do processamento (C* <0,05).
Fonte: Adaptado de Andrae et al. (2001).

Cooke e Bernard (2005) avaliaram a produção de leite em vacas alimentadas com silagem colhidas com diferentes processamentos e encontram aumento no desempenho dos animais que receberam a silagem com grão processado à 2 mm (Tabela 3).

Dhiman et al. (2000) comparando silagens submetidas ou não ao processamento dos grãos, não encontrou diferença no consumo e na produção de leite dos animais. Contudo vale ressaltar que o milho brasileiro apresenta qualidade inferior ao americano, potencializando o ganho quando se usa o processador de grãos.

Tabela 3- Consumo de matéria seca, produção de leite e gordura em vacas alimentadas com silagem de milho submetida a diferentes processamentos

	Tamanho teórico de partículas (cm)						Efeito ¹	
	1,95			2,54				
	Processamento do grão						EP	P
Sem	2 mm	8 mm	2 mm	8 mm				
IMS kg/d	21,9	21,8	22,2	22,1	21,9	0,4	NS ²	NS
Prod. Leite kg/d	35,4	36,1	36,0	37,9	34,1	1,0	0,07	0,09
Gord. %	3,86	3,92	3,88	3,95	3,81	0,12	NS	NS
Gord, kg/d	1,37	1,42	1,40	1,50	1,29	0,11	NS	0,09

¹Efeito do processamento (P) ou da interação processamento x tamanho de partícula (PxT).

²P > 0,10.

Fonte: Adaptado de Cooke e Bernard (2005).

Colhedoras automotrizes possuem grande autonomia de colheita, sendo necessário o uso de veículos de transporte com maior capacidade e mais rápidos, que normalmente são utilizados caminhões. O maior volume de massa que chega no silo deve ser compactado rapidamente. Então podemos concluir que o tipo de equipamento utilizado no corte deve estar de acordo com os veículos para transporte da forragem, e o trator utilizado na compactação deve ter peso proporcional a massa descarregada.

O número de tratores e carretas para transportes deve ser calculado levando em consideração: o tempo médio de enchimento de 1 carreta e o tempo gasto na viagem para descarregamento e retorno da carreta. Então chega se a conclusão que a quantidades de carretas é igual ao tempo gasto na viagem dividido pelo tempo de enchimento de uma carreta, mais um.

Com base nessa nesta proposta, é possível planejar quantas carretas e tratores são necessários para se evitar a paralisação da colheita e também aumentar a eficiência de utilização dos maquinários diminuindo o tempo de descarregamento e de viagem da carreta.

Contudo o sucesso da utilização dos equipamentos está na qualificação e conscientização da mão de obra operacional, pois a regulagem e a manutenção destes equipamentos (como por exemplo, o ajuste e afiamento do conjunto faca e contra faca duas vezes ao dia) dependem do treinamento e grau de

comprometimento dos operadores, e são tarefas imprescindíveis para à confecção de uma silagem adequada.

3 ARMAZENAMENTO NOS SILOS

Após a colheita a silagem é armazenada em silos para que ocorra a conservação da forragem. Segundo Bernardes (2012) os silos mais encontrados são os do tipo: trincheira, superfície, bolsa e fardo na ordem de 60, 38, 1 e 1% respectivamente.

O silo tipo trincheira não pode ser realocado, portanto sua construção deve ser bem planejada junto a projetos futuros da empresa. Na escolha do tipo de silo deve-se priorizar aquele que permita compactação e vedação adequadas, manejo facilitado e de baixo custo.

A conservação de forragens na forma de silagem é um processo fermentativo anaeróbio que converte os carboidratos solúveis em ácidos orgânicos mediante atividade microbiana. A qualidade da silagem depende da eficiência deste processo fermentativo e das condições que a determinam: umidade, temperatura, presença de oxigênio, concentração de carboidratos solúveis e características particulares da composição físico-química da planta ensilada, podendo proporcionar a obtenção de silagens com variados valores nutritivos a partir de um mesmo tipo de forragem (NEUMANN et al., 2002).

Para que se possa iniciar a fermentação anaeróbica é imprescindível que não haja presença de oxigênio, contudo é inevitável à incorporação de oxigênio na massa durante o abastecimento do silo, sendo necessário à remoção deste oxigênio através da compactação do material ensilado. Entretanto mesmo com uma compactação adequada a remoção total do oxigênio não é alcançada. Quando práticas adequadas são adotadas, o oxigênio residual é consumido rapidamente pela respiração celular da planta, assim iniciando o processo de fermentação e redução do pH até estabilização.

3.1 Compactação

A eficiência de compactação é influenciada pelo: peso do trator, tamanho do rodado, velocidade, tempo de compactação, distribuição das camadas e fatores

referente à forragem como: matéria seca, tamanho de partícula e espécie. De maneira geral recomenda-se no mínimo que o peso do trator seja igual à 40 % da massa descarregada por hora, e que este de preferência seja de rodado simples aumentando a pressão por área.

A distribuição das camadas deve ser feita em sobreposição respeitando a espessura máxima de 30 cm, e o trator deve permanecer compactando durante todo o período de abastecimento do silo mais 10 ou 20 % do tempo. Neumann et al. (2007) avaliando a eficiência de compactação com tamanhos de partículas variando de 0,2 – 0,6 cm e de 1,0 – 2,0 cm, conseguiu aumentar em 35 kg de MS/m³ a densidade quando o tamanho de partículas foi reduzido.

Embora o menor tamanho de partícula ajude na compactação do material, de acordo com Rinne e Seppala (2011) este parâmetro deve ser ajustado considerando seu impacto no desempenho do animal, pois partículas muito pequenas afetam a efetividade da fibra comprometendo a saúde ruminal e desempenho geral do animal. Por outro lado partículas extremamente grandes prejudicam a compactação, qualidade da mistura no caso de ração total e podem afetar o consumo pela menor taxa de passagem.

Cooke e Bernard (2005) avaliaram tamanhos de partícula de 1,92 cm e 2,54 cm e demonstraram resultados satisfatórios no desempenho animal. Kononoff et al. (2003) avaliaram a silagem picada para obter partículas de 7,4 – 8,8 mm e observaram maior consumo para a silagem mais finamente picada, porém não encontraram diferença significativa na efetividade da fibra.

O elevado teor de matéria seca do milho afeta a densidade de compactação direta e indiretamente, sendo este último pela dificuldade das máquinas picarem a planta em tamanho de partícula reduzido quando esta se encontra com teores de matéria seca acima do recomendado.

De acordo com Senger et al. (2005) o material deve ser compactado e o silo vedado no menor espaço de tempo possível (ideal menos de 3 dias) diminuindo a exposição do material ao oxigênio e preservando as características qualitativas da silagem removida do silo após o período de fermentação e estabilização. Esta qualidade depende da preservação do nitrogênio proteico e das concentrações de glicídios estruturais e não estruturais e da relação entre os mesmos (NEUMANN et al., 2007).

3.2 Perdas no armazenamento

As perdas durante o armazenamento podem ser devidas a diversos fatores, mas no geral são consequência de erros cometidos durante algum processo anterior, determinado a presença de oxigênio e consequente deterioração da silagem por microrganismos aeróbios ou perdas por produção de efluentes quando a planta é cortada com teor de matéria seca inferior a 30% (VILELA et al., 2008).

Na prática a avaliação das perdas é difícil de ser realizada devido muitas vezes ser um problema não visualizado pelos produtores (perdas gasosas) e também não detectado nas análises laboratoriais de rotina para mensurar alterações da composição bromatológicas de silagens. Os produtores normalmente subestimam as perdas envolvidas na ensilagem por considerarem apenas aquelas que são visíveis como a formação de bolores, e não acreditam em perdas decorrentes de oxidação da massa (AMARAL, 2011).

Ainda segundo Amaral (2011) as perdas relacionadas à qualidade da silagem são de grande importância econômica, pois essas afetam diretamente o desempenho dos animais, afetando tanto o suprimento nutrientes quanto a saúde do animal. Contudo é fundamental adotar estratégias para reduzir o influxo de oxigênio no silo, assim evitando seus efeitos deletérios tanto no valor nutritivo quanto no consumo da silagem.

A depreciação no consumo voluntário de silagem também pode estar relacionada com a atividade das enzimas proteolíticas através da transformação do nitrogênio proteico em peptídeos e aminoácidos livres. Essa “quebra” permite que bactérias proteolíticas fermentem estes produtos, transformando-os em diversos ácidos orgânicos, gás carbônico, amônia e aminas, estes são responsáveis pela redução de consumo (SENGER et al., 2005).

3.3 Vedação

Os silos mais utilizados no Brasil são comumente vedados com filme de polietileno na espessura de 0,1 – 0,2 mm. As lonas comerciais apresentam alguma permeabilidade aos gases, que é aumentada consideravelmente com a elevação da temperatura. Uma das soluções para mitigação do problema é o uso de materiais extras que promoveriam maior aderência entre a lona e a silagem, e um parcial

isolamento térmico da superfície da lona, assim evitando o dilatamento e consequente entrada de oxigênio na massa (BERNARDES, 2006).

Os materiais mais utilizados para cobertura são: terra, areia e forragem seca. O uso de terra deve ser evitado, pois apesar de melhorar a vedação e promover uma barreira aos raios solares sobre a lona, diminuindo a permeabilidade de oxigênio, a terra diminui a resistência da lona, aumentando o risco de rompimento e contaminação da silagem durante o manejo de retirada além de exigir maior mão de obra para colocação e remoção dessa terra sobre o silo.

A utilização do bagaço de cana de açúcar para cobertura da lona tem apresentado bons resultados, pois é eficiente em promover o isolamento térmico parcial e não apresenta dificuldades de manejo ou risco de contaminação. Quando a lona é o único material de vedação, deve-se priorizar o uso de material com coloração branca, pois estes refletem maior quantidade de luz evitando o superaquecimento da superfície do material e possível dilatação da lona.

Na Figura 2 está apresentada a temperatura da silagem em função do tempo de armazenamento com seguintes materiais de vedação: PA+DF: lona transparente de poliamida (0,045 mm) recoberta por lona de polietileno dupla face (0,2 mm); DF: lona de polietileno dupla face (0,2 mm); P: lona de polietileno preta (0,2 mm); PR+BC: lona de polietileno reciclada preta (0,2 mm) recoberta por 10 cm de bagaço de cana.

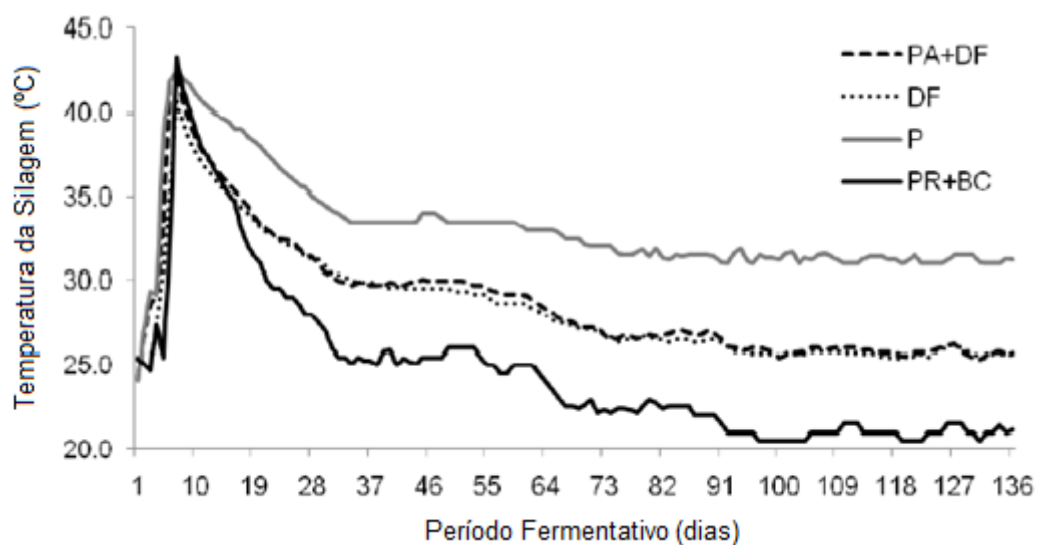


Figura 2- Temperaturas das silagens do topo ao longo do período de armazenamento (AMARAL, 2011)

Em Amaral (2011) estas silagens foram fornecidas a vacas leiteiras e avaliou o consumo, a produção e composição do leite e observou que produção de leite e a eficiência alimentar foram maiores ($P < 0,05$) no tratamento em que lona preta era coberta com bagaço, quando comparada à utilização da lona preta para cobertura dos silos (Tabela 4).

Tabela 4- Produção de leite e eficiência alimentar de vacas em lactação alimentadas com as diferentes silagens

Variável	Tratamentos				EPM ²
	PA+DF	DF	P	PR+BC	
Produção de leite kg/d	32,3 ^{ab1}	32,91 ^{ab}	30,43 ^b	34,42 ^a	1,58
Prod. leite corrigido kg/d	30,28 ^{ab}	30,44 ^{ab}	29,53 ^b	32,47 ^a	1,11
EA, kg de leite/kg MS	1,49 ^{ab}	1,44 ^b	1,44 ^b	1,59 ^a	0,05

¹Letras A e B na mesma linha significam diferença entre si ($P < 0,05$).

²Erro padrão da média.

Fonte: adaptado de Amaral (2011).

Outro cuidado com a vedação é a construção de cercas com telas, de preferência em volta do silo, para evitar a entrada de animais que podem rasgar esta lona provocando grandes danos pela deterioração da silagem em contato com o ar. A construção de drenos também deve ser realizada para desviar possíveis cursos de enxurrada que possam incidir nos silos o que também provocaria o aumento das perdas na ensilagem.

4 UTILIZAÇÃO

O método de retirada da silagem assim como os demais processos anteriores, exige cuidados para que o alimento colhido e armazenado possa ser fornecido ao animal na condição que foi produzido e livre de contaminação por fungos, leveduras e toxinas. A presença de oxigênio no momento da retirada é inevitável, porém devemos adotar práticas de manejo que diminuam a área exposta ao ar e a penetração de oxigênio na massa.

Segundo Velho et al. (2006) a silagem começa perder qualidade já nas primeiras 12 horas de exposição ao ar. Essa afirmação condena a prática de retirada da silagem horas antes de ser fornecida aos animais, como no caso de algumas propriedades que realizam 2 tratamentos por dia mas só retiram a silagem em um período

do dia. O recomendado é fazer a retirada apenas da forragem que será fornecida aos animais naquele período.

As perdas nesta fase são proporcionais à eficiência de compactação e vedação da silagem. Silagens bem compactadas (mais de 225 kg de MS por m³) dificultam a penetração de oxigênio e aumentam a estabilidade aeróbica da silagem. Por outro lado quanto melhor o valor nutritivo da silagem, esta apresenta deterioração mais acentuada devido à presença de carboidratos solúveis e ácido lático residuais (JOBIM et al., 2007).

O processo de deterioração é dividido em dois estágios, onde no primeiro ocorre o crescimento de leveduras e bactérias produtoras de ácido acético, que consomem os ácidos orgânicos promovendo o aumento do pH. Dando início ao segundo estágio, este é caracterizado pelo aumento da temperatura em consequência da presença de microrganismos, como bacilos, fungos filamentosos e enterobactérias (SILVA, 2009).

Segundo Jobim et al. (2007) os parâmetros que mais afetam a estabilidade das silagens durante a fase de utilização são: concentração de carboidratos solúveis; temperatura; população de microrganismos e a interação de ácidos orgânicos com o pH. Na prática o parâmetro mais fácil de ser mensurado a campo é a elevação da temperatura, indicando deterioração da massa.

4.1 Manejo de retirada

O uso de pá mecânica ou “concha” do trator para desensilagem não é recomendável, pois estes equipamentos abalam a estrutura da silagem, aumentando sua porosidade e conseqüente deterioração por entrada de ar. O ideal é se utilizar desensiladoras apropriadas ou fazer a retirada com o “garfo” no caso de propriedades menores.

A retirada da silagem deve ser feita de forma a se remover uma camada homogênea em todo o painel do silo, evitando a retirada em “degraus” que aumenta a área e o tempo de exposição da silagem ao oxigênio. De acordo com Velho et al. (2006) a espessura mínima da fatia a ser retirada diariamente deve ser de 15 a 30 cm, podendo ser necessário fazer a retirada de camadas de 45 cm ou mais em condições de temperatura e umidade elevadas.

Para que a demanda de forragem do rebanho seja igual a camada que se deseja retirar diariamente, é preciso fazer o dimensionamento do silo levando em conta a exigência diária do rebanho (acrescentado as perdas durante o armazenamento e utilização da forragem) e o tempo para enchimento do silo durante a colheita, que está relacionado com a capacidade de corte do maquinário.

Para se calcular a exigência diária deve-se projetar a composição do rebanho e calcular a demanda individual por categoria e lote de produção. A partir deste valor acrescenta-se as perdas em cada fase do processo e extrapola-se a necessidade de volumoso para todo o período que será suplementado.

Conhecendo a demanda diária e total de forragem, deve-se dimensionar os silos para capacidade desejada (em caso de investimentos em benfeitorias deve se avaliar a possibilidade de expansão), estimando a massa específica da silagem (dependente da eficiência de compactação e tipo de silo) e dividindo pela demanda diária, o resultado é a demanda em m^3 .

Com a demanda de forragem em m^3 dividi-se pela espessura da camada, então é obtida a área em m^2 do painel. Para calcular o comprimento do silo, deve-se dividir a demanda total (+ perdas) pela massa específica da silagem (compactação, (kg/m^3)), obtida a demanda total em m^3 , esta dividida pela área (m^2) do painel, encontra-se o comprimento do(s) silo(s).

O enchimento dos silos deve respeitar a capacidade de suporte do mesmo para que a altura do topo seja suficiente para escoamento da água na superfície do silo, mas também possibilite a compactação adequada das últimas camadas, diminuindo o risco de deterioração da silagem.

4.2 Descarte de forragem

Pesquisa realizada em Minas Gerais por Bernardes et al. (2013) aponta que 71,8 % dos produtores entrevistados descartam de 10-20 cm da silagem do topo, e que 61,5 % dos produtores retiram uma camada inferior à 20 cm do painel do silo. O descarte de forragem demonstra a preocupação do produtor com a qualidade do alimento fornecido, por outro lado este descarte elevado pode ser devido a erros de manejo no silo.

A silagem exposta ao oxigênio perde grande parte do seu valor nutritivo e diminui sua aceitabilidade pelos animais. Santos e Kung (2011) afirmaram que as

causas exatas da redução do consumo de matéria seca e desempenho dos animais submetidos à alimentação com silagem deteriorada ainda não são totalmente conhecidas, mas as leveduras e produtos da deterioração (exemplo: micotoxinas) podem afetar os microrganismo e a fermentação no rúmen.

Em Whitlock et al. (2000) novilhas foram alimentadas com diferentes proporções de silagem de milho deteriorada e normal. Quando o consumo de matéria seca e a digestibilidade dessas silagens foram avaliadas este autor encontrou redução na ingestão de matéria seca e na digestibilidade da proteína bruta, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) para todas as inclusões de silagem deteriorada (Tabela 5).

Tabela 5- Efeito da proporção de silagem de milho deteriorada na alimentação de novilhas e digestibilidade dos nutrientes

Item	Proporção de silagem deteriorada			
	0 %	25 %	50 %	75 %
IMS kg/dia	7,94 ^a	7,34 ^b	6,94 ^{b,c}	6,67 ^c
IMS %PV	2,36 ^a	2,22 ^{a,b}	2,10 ^{b,c}	2,04 ^c
	Digestibilidade %			
MS	74,4 ^a	68,9 ^b	67,2 ^b	66,0 ^b
MO	75,6 ^a	70,6 ^b	69,0 ^b	67,8 ^b
Amido	94,6	95,0	93,3	95,3
PB	74,6 ^a	70,5 ^b	68,0 ^{b,c}	62,8 ^c
FDN	63,2 ^x	56,0 ^{x,y}	52,5 ^y	52,8 ^y
FDA	56,1 ^a	46,2 ^b	41,3 ^b	40,5 ^b

Letras A, B e C na mesma linha significam diferença entre si (P<0,05).

Letras X e Y na mesma linha significam diferença entre si (P<0,10).

Fonte: adaptado de Whitlock et al. (2000).

A forragem deteriorada não deve ser fornecida aos animais, para isso no momento da retirada deve ser descartada a camada superficial da silagem com presença visível de bolores. A aferição da temperatura pode ser uma ferramenta utilizada para avaliar a deterioração da silagem. As práticas corretas de ensilagem durante a compactação, vedação e utilização minimizam o descarte de forragem, diminuindo o custo efetivo da dieta.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O planejamento bem feito auxilia na tomada de decisões durante a produção de silagem, e a adoção de práticas adequadas antes ou durante a colheita irão impactar a qualidade do armazenamento e conservação do alimento afetando diretamente o desempenho animal.

O ponto de colheita é uma das decisões mais importante dentro do processo, e que mais afeta o custo e qualidade da silagem de milho, sendo o teor de matéria seca da planta o melhor critério para determinação do início da colheita. A altura de corte deve possibilitar a maior produtividade da lavoura, visto que o ganho na qualidade da silagem pela elevação da altura de corte não é economicamente justificado na maioria das propriedades do Brasil, salvo em condições em que a qualidade do alimento é o único objetivo.

Maquinário bem ajustado e com tecnologias de processamento, como por exemplo, as colhedoras autopropelidas com processador de grãos, são responsáveis por aumento no ganho tanto animal quanto no rendimento de corte.

As perdas de matéria seca são inevitáveis durante a ensilagem, entretanto podem ser significativamente amenizadas em cada etapa. Visando a redução dessas perdas o material colhido deve ser bem compactado e rapidamente vedado para que a exposição ao ar seja a mínima possível.

Outros cuidados para se evitar a deterioração da silagem são: utilizar lonas resistentes e adequadas para a vedação, e impedir a entrada de água nos silos. O manejo de retirada da silagem também é fator importante para amenizar perdas de forragem e no desempenho animal, para tanto é imprescindível o cuidado em descartar o material deteriorado e evitar a penetração de oxigênio na massa durante a utilização.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, R.C. **Estratégias de controle da deterioração aeróbia em silagem de milho e seu valor alimentício para vacas em lactação.** 2011. 175p. Tese (Doutorado em ciência animal e pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz – Piracicaba– SP.

ANDRAE, J.G.; HUNT, C.W.; PRITCHARD, G.T.; et al. Effect of hybrid, maturity, and mechanical processing of corn silage on intake and digestibility by beef cattle. **Journal of Animal Science.** V. 79, p. 2268-2275, 2001.

BERNARDES, T.F. **Controle da deterioração aeróbia de silagens.** 2006. 116p. Tese (Doutorado em zootecnia) – UNESP – Jaboticabal– SP.

BERNARDES, T. F. **Levantamento das práticas de produção e uso de silagem em fazendas leiteiras do Brasil.** Universidade Federal de Lavras. Departamento de Zootecnia, 12p, 2012.

BERNARDES, T.F; RÊGO, A.C.; CASAGRANDE, D.R.; et al. Produção e uso de silagens em fazendas leiteiras em três mesorregiões do Estado de Minas Gerais. **Revista de Ciências Agrárias.** v. 56, n. 2, p.133-138, 2013.

CARVALHO, I.Q. **Ponto de corte do milho para silagem.** Fundação ABC. Setor de forragicultura, 8p, 2008.

COELHO, A.M; FRANÇA, G.E. **Seja o doutor do seu milho, nutrição e adubação.** Arquivo do agrônomo, nº 2, 25p, Piracicaba, SP, 1995.

COOKE, K.M.; BERNARD, J.K. Effect of length of cut and kernel processing on use of corn silage by lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science,** American Dairy Science Association, v.88, p.310-316, 2005.

COSTA, E.F.N; SANTOS, M,F; MORO, G.V.; et al. Herança da senescência retardada em milho. **Pesquisa agropecuária do Brasil,** Brasília, v.43, n-2, p.207-213, 2008.

DANIEL, J.L.P.; ZOPOLLATTO, M.; NUSSIO, L.G. A escolha do volumoso suplementar na dieta de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.40, p.261-269, 2011.

DHIMAN, T.R.; BAL, M.A.; WU, Z.; et al. Influence of mechanical processing on utilization of corn silage by lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, American Dairy Science Association, v.83, p.2521-2528, 2000.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007.

KONONOFF, P.J.; HEINRICH, A.J.; LEHMAN, H.A. The effect of corn silage particle size on eating behavior, chewing activities, and rumen fermentation in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, American Dairy Science Association, v.86, p.3343-3353, 2003.

LAVEZZO, W.; LAVEZZO, O.E.N.M.; NETO, O.C. Estádio de desenvolvimento do milho. 1. Efeito sobre a produção, composição da planta e qualidade da silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.4, p.675-682, 1997.

MARAFON, F.; NEUMANN, M.; BUENO, B.K.; et al. Produção de silagem de milho em estádios fisiológicos avançados e consequências do processamento do grão. **Brazilian journal of applied technology for agricultural science**, v.5, n.3, p.95-106, 2012.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; FILHO, D.C.A.; et al. Avaliação de diferentes híbridos de sorgo (*sorghum bicolor*, L.Moench) quanto aos componentes da planta e silagens produzidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.302-312, 2002.

NEUMANN, M.; MUHLBACH, P.R.F.; NORBERG, J.L.; et al. Efeito do tamanho de partícula e da altura de corte de plantas de milho na dinâmica do processo fermentativo da silagem e no período de desensilagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1603-1613, 2007.

NEYLON, J.M.; KUNG, L.J. Effects of cutting height and maturity on the nutritive value of corn silage for lactating cows. **Journal of Dairy Science**, American Dairy Science Association, v.86, p.2163-2169, 2003.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; DIAS, F.N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: ANAIS DO SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS. [s.n.]. Maringá, 2001. 319P. P.127-145.

NUSSIO, L.G.; ZOPOLLATTO, M. **Determinação do ponto de maturidade ideal para colheita do milho para silagem**. Departamento de Zootecnia. USP/ESALQ, Piracicaba, SP. 2001.

PEREIRA, J.R.A. Custom services for forage conservation services. In: ANAIS DO II INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION. [s.n.]. São Pedro-SP, 357P. p.183-196. 2011.

RINNE, M.; SEPPALA, A. Particle size effects of forages on the ensiling process and animal performance. In: ANAIS DO II INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION. [s.n.]. São Pedro-SP, 357P. p.233-256. 2011.

RANGEL, A.H.N.; CAMPOS, J.M.S.; OLIVEIRA, A.S.; et al. Desempenho e parâmetros nutricionais de fêmeas leiteiras em crescimento alimentadas com silagem de milho ou cana-de-açúcar com concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.11, p.2518-2526, 2010.

SANTOS, M.C.; KUNG, L. Effects of spoiled silages on animal performance. In: ANAIS DO II INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION. [s.n.]. São Pedro-SP. 357P. p.307-318. 2011.

SENGER, C.C.D.; MUHLBACH, P.R.F.; SANCHEZ, L.M.B.; et al. Composição química e digestibilidade 'in vitro' de silagens de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.35, n.6, p.1393-1399, 2005.

SILVA, M.S. **Avaliação da estabilidade aeróbia de silagens de milho**. 2009. 67p. Dissertação (mestrado em zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá – Maringá– PR.

VASCONCELOS, R.C; PINHO R.G.V.; REZENDE, A.V.; et al.Efeito da altura de corte das plantas na produtividade de matéria seca e em características bromatológicas da forragem de milho. **Ciência agrotec**, v. 29, n.6, p.1139-1145, Lavras - MG, 2005.

VELHO, J.P.; MUHLBACH, P.R.F.; GENRO, T.C.M.; et al. Alterações bromatológicas nas silagens de milho submetidas a crescentes tempos de exposição ao ar após "desensilagem". **Ciência rural, Santa Maria**. v.36, n.3, p.916-923. 2006.

VILELA, H.H.; REZENDE, A.V.; VIEIRA, P.F.; et al. Valor nutritivo de silagens de milho colhido em diversos estádios de maturação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1192-1199, 2008.

WHITLOCK, L.A.; WISTUBA, T.J.; SEIFERS, M.K.; et al. Effect of level of surface-spoiled silage on the nutritive value of corn silage diets. **Journal of Dairy Science**. v.83 (suplemento 1), p.83-110, 2000.