

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO -PR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PPGA
MESTRADO

EFEITO DA COLHEITA DA PLANTA DE MILHO EM DIFERENTES
ESTÁDIOS REPRODUTIVOS E DO PROCESSAMENTO DO GRÃO
SOBRE A QUALIDADE DA SILAGEM

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

FABIANO MARAFON

GUARAPUAVA-PR

2013

FABIANO MARAFON

**EFEITO DA COLHEITA DA PLANTA DE MILHO EM DIFERENTES
ESTÁDIOS REPRODUTIVOS E DO PROCESSAMENTO DO GRÃO
SOBRE A QUALIDADE DA SILAGEM**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Mestrado, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Mikael Neumann

Orientador

Prof. Dr. Marcos Ventura Faria

Co-Orientador

GUARAPUAVA-PR

2013

Catálogo na Publicação
Biblioteca da UNICENTRO, Campus CEDETEG

Marafon, Fabiano

M298e Efeito da colheita da planta de milho em diferentes estádios reprodutivos
e do processamento do grão sobre a qualidade da silagem / Fabiano Marafon.
– – Guarapuava, 2013
ix, 94 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste,
Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em
Produção Vegetal, 2013

Orientador: Mikael Neumann

Co-orientador: Marcos Ventura Faria

Banca examinadora: Luiz Giovani de Pellegrini, Marcelo Cruz Mendes

Bibliografia

1. Agronomia. 2. Taxa de secagem. 3. Estádios reprodutivos - agronomia.
4. Valor relativo da silagem. 5. Nutrientes. I. Título. II. Programa de Pós-
Graduação em Agronomia.

CDD 633.17

FABIANO MARAFON

**"EFEITO DA COLHEITA DA PLANTA DE MILHO EM DIFERENTES ESTÁDIOS
REPRODUTIVOS E DO PROCESSAMENTO DO GRÃO SOBRE A QUALIDADE DA
SILAGEM"**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Mestrado, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 13 de março de 2013.

Prof. Dr. Luiz Giovani de Pellegrini
(Instituto Federal Farroupilha)

Prof. Dr. Marcelo Cruz Mendes
(UNICENTRO)

Prof. Dr. Mikael Neumann
(Orientador - UNICENTRO)

GUARAPUAVA-PR

2013

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força espiritual para realização deste trabalho e por ter criado um ambiente dinâmico e inconstante, nos instigando a realizações de pesquisas.

A minha família, principalmente aos meus pais, Valdir Marafon e Marilde Dapont Marafon, pela educação, compreensão, companheirismo, incentivo, confiança, amor e carinho depositados em mim durante toda minha trajetória e principalmente nessa etapa muito importante para todos nós, vocês foram o porto seguro que por muitas vezes me amparou.

Ao meu irmão e amigo Lucas Felipe Marafon.

Em especial ao grande amigo Marcos Rogério de Oliveira, pelo grande auxílio prestado durante realização deste trabalho.

Aos companheiros de república: Robson (Japoneis), Rodolfo (Cadeletto), Clóvis, Wagner (Bituruna) e também a Ilda de Lara (Tia Ilda), pelos inúmeros momentos de alegrias proporcionados.

A todos os meus amigos, pois vocês são peças fundamentais na minha vida.

Em especial ao professor Mikael Neumann por ter me orientado durante todo meu percurso acadêmico, sempre sendo o exemplo a ser seguido.

Ao Dr. Marcos Ventura Faria pela co-orientação neste estudo.

Aos Drs. Luiz Giovani de Pellegrini e Marcelo Cruz Mendes por aceitarem compor a banca de defesa deste trabalho.

A todos os professores do Mestrado em Agronomia da UNICENTRO pelos conhecimentos transmitidos e pela amizade.

Em especial para minha companheira Francieli, pois ela foi por muitas vezes a força que me fez superar os obstáculos.

A família NUPRAN, por todos os momentos de trabalhos, estudos e diversões.

Em fim, a todos que de certa maneira tiveram participação na minha vida acadêmica o meu MUITO OBRIGADO!

SUMÁRIO

LISTA DE FÍGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	x
1. INTRODUÇÃO GERAL	12
2. OBJETIVOS	14
3. REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1 ESTÁDIO DE MATURIDADE DA PLANTA DE MILHO PARA PRODUÇÃO DE SILAGEM	14
3.2 ESTÁDIO DE MATURIDADE <i>VERSUS</i> QUALIDADE DA SILAGEM	16
3.3 EFEITO DO ESTÁDIO DE COLHEITA NA MASSA ESPECÍFICA DA SILAGEM	19
3.4 PROCESSAMENTO DA SILAGEM DE MILHO	20
3.5 TAMANHO DE PARTÍCULA.....	20
3.6 PROCESSAMENTO DO GRÃO NA SILAGEM.....	22
3.7 CONSIDERAÇÕES GERAIS	24
3.8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
4. CAPÍTULO 1 - COMPOSIÇÃO MORFOLÓGICA, ESTRUTURAL E NUTRICIONAL DE PLANTAS DE MILHO EM DIFERENTES ESTÁDIOS REPRODUTIVOS.....	30
4.1 RESUMO	30
4.2 INTRODUÇÃO	31
4.3 MATERIAL E MÉTODOS	32
4.3.1 Local experimental e dados meteorológicos.....	33
4.3.2 Implantação e Condução.....	34
4.3.3 Avaliação das Lavouras	34
4.3.4 Avaliações Laboratoriais	36
4.3.5 Delineamentos experimentais e análises estatísticas	36
4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.5 CONCLUSÕES.....	49
4.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
CAPÍTULO 2 - CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS E PERDAS NO PROCESSO FERMENTATIVO DE SILAGENS DE MILHO, COLHIDAS EM DIFERENTES ESTÁDIOS REPRODUTIVOS COM DIFERENTES PROCESSAMENTOS DE GRÃOS.....	54
5.1 RESUMO	54
5.2 INTRODUÇÃO	56
5.3 MATERIAL E MÉTODOS	57

5.3.1 Local experimental e dados meteorológicos.....	57
5.3.2 Implantação e Condução da lavoura de milho.....	57
5.3.3 Tratamentos	58
5.3.4 Avaliações de Perdas de Nutrientes	59
5.3.5 Avaliações Laboratoriais	60
5.3.5 Delineamentos experimentais e análises estatísticas	61
5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
5.5 CONCLUSÃO	71
5.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
6. CAPÍTULO 3 - ANÁLISE DO EFEITO DA COLHEITA DA PLANTA DE MILHO EM DIFERENTES ESTÁDIOS REPRODUTIVOS E DO PROCESSAMENTO DOS GRÃOS ATRAVÉZ DA DIGESTIBILIDADE IN VITRO DA MATÉRIA SECA, DIGESTIBILIDADE DA FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO E DO DESEMPENHO DE NOVILHOS EM SISTEMA DE CONFINAMENTO.	75
6.1 RESUMO	75
6.2 INTRODUÇÃO	77
6.3 MATERIAL E MÉTODOS	79
6.3.1 Local experimental	79
6.3.2 Objetivos específicos e tratamentos efetuados	79
6.3.3 Instalações e condução experimental.....	80
6.3.4 Análise e composição das dietas experimentais	81
6.3.5 Avaliações de desempenho animal	82
6.3.6 Avaliações de DIVMS e DFDN	83
6.3.8 Delineamentos experimentais e análises estatísticas	84
6.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	84
6.5 CONCLUSÃO	89
6.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	94
8. APÊNDICES	95

LISTA DE FÍGURAS

- Figura 4- 1.** Médias em decêndio para precipitação pluvial e temperatura ocorrida no período de cultivo do milho safra 2009/2010, Guarapuava – PR.**33**
- Figura 4- 2.** Teores médios de matéria seca (MS) da planta e de seus componentes estruturais: colmo, folhas, brácteas mais sabugo e grãos, colhidos em diferentes estágios reprodutivos.**39**
- Figura 4- 3.** Participação dos diferentes componentes estruturais na planta de milho: grãos, brácteas mais sabugo (B+S), folhas e colmo, de acordo com a produção máxima de cada estágio reprodutivo da cultura do milho.**42**
- Figura 4- 4.** Produção de biomassa verde (PBV), biomassa seca (PBS) e grãos secos (PGS) com o decorrer do ciclo da cultura do milho.**45**
- Figura 4- 5.** Teores médios de nutrientes digestíveis totais (NDT), matéria mineral (MM), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEMI), fibra em detergente neutro (FDN), proteína bruta (PB), e matéria seca (MS) das plantas colhidas em diferentes estágios reprodutivos.**48**

LISTA DE TABELAS

Tabela 3- 1. Teores de matéria seca (MS) de diferentes híbridos de milho colhidos em diferentes estádios reprodutivos, obtidos pela compilação de diferentes trabalhos.....	15
Tabela 3- 2. Concentração de produtos finais comuns da fermentação de diferentes silagens com diferentes teores de matéria seca (MS).	18
Tabela 4- 1. Resumo da análise de variância das características estruturais das plantas de milho colhidas em diferentes estádios reprodutivos (R2, R3, R4 e R5).	37
Tabela 4- 2. Teores médios de matéria seca da planta e de seus componentes estruturais colmo, folhas, brácteas mais sabugo e grãos do híbrido de milho SG 6418 para silagem, colhidos em diferentes estádios reprodutivos.	38
Tabela 4- 3. Percentagem das frações colmo, folhas, brácteas mais sabugo e grãos na estrutura física da planta de milho para silagem em diferentes estádios reprodutivos.	41
Tabela 4- 4. Altura de planta e de espiga e produções de biomassa verde, de biomassa seca e de grãos secos de milho para silagem, colhido em diferentes estádios reprodutivos.	43
Tabela 4- 5. Resumo da análise de variância das características químicas das plantas de milho colhidas em dois estádios reprodutivos (R3 e R5).	46
Tabela 4- 6. Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), hemicelulose (HEMI), fibra em detergente ácido (FDA), matéria mineral (MM), nutrientes digestíveis totais (NDT), consumo estimado de matéria seca (CMS) e valor relativo da forragem (VRF) das plantas colhidas em diferentes estádios reprodutivos.	46
Tabela 5- 1. Teores médios percentuais de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente ácido, fibra em detergente neutro e matéria mineral das silagens, conforme estágio de reprodutivo e processamento dos grãos.	62
Tabela 5- 2. Médias para consumo de matéria seca estimado em porcentagem do peso vivo, nutrientes digestíveis totais e valor relativo das silagens, conforme estágio de reprodutivo e processamento dos grãos.....	64
Tabela 5- 3. Perdas médias de matéria seca, de proteína bruta, de fibra em detergente ácido e de fibra em detergente neutro das silagens, conforme estágio de reprodutivo e processamento dos grãos.	66
Tabela 5- 4. Médias para temperatura das silagens, gradiente de temperatura entre silagem e ambiente, massa específica e pH oriundos das silagens, conforme estágio de reprodutivo e processamento dos grãos.	68
Tabela 5- 5. Distribuição percentual de partículas por peneiras e porcentagem de grãos inteiros (base no peso in natura), presentes na massa das silagens, conforme estágio de reprodutivo e processamento dos grãos.	69

- Tabela 6- 1.** Participação percentual de concentrado, expresso em porcentagem da matéria seca consumida (% MS), nas dietas de novilhos terminados em confinamento, em função do momento da ensilagem do milho com diferentes teores de matéria seca e utilização ou não do processador de grãos. **81**
- Tabela 6- 2.** Teores médios percentuais de digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) e digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN) das silagens, em função dos estádios de maturação e processamento dos grãos. **85**
- Tabela 6- 3.** Médias para consumo de matéria seca (CMS) expresso em kg/dia (CMSD) e em porcentagem do peso vivo (CMSDP), ganho de peso médio diário (GMD) e conversão alimentar (CA) de novilhos terminados em confinamento com silagens de milho com dois teores de matéria seca associado ao uso do processador de grãos durante a confecção da silagem. **87**

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os alimentos conservados possuem uma ampla importância para o sistema pecuário brasileiro, quer seja de corte ou leite, sendo utilizado especialmente em momentos estratégicos de escassez de alimentos em determinadas épocas do ano. No entanto, a utilização diária de alimentos conservados já pode ser observada em grande parte das empresas rurais, tornando-se este fato diretamente relacionado com a eficiência produtiva do rebanho.

O Brasil possui atualmente um rebanho de 1,15 milhões de bubalinos, 14 milhões de caprinos e 16,8 milhões de ovinos, porém a criação que se destaca é a bovinocultura, que possui um rebanho de aproximadamente 205 milhões de cabeças sendo esse o maior rebanho comercial do mundo (MAPA, 2010), com uma produção de 29.480 mil toneladas de leite fluido (USDA, 2009), e 9.180 mil toneladas de equivalente carcaça (ABIEC, 2010), juntas, a produção de leite e carne bovina brasileira gera a cada ano, uma receita bruta de aproximadamente R\$ 65 bilhões por ano.

Pensando nesse seguimento tão importante para economia brasileira e para a produção de alimentos mundial, temos que levar em consideração a qualidade do alimento fornecido a esses animais, fator esse decisivo para garantir uma boa sanidade dos rebanhos mantendo ótimo desenvolvimento individual de cada animal, podendo assim, também, proporcionar uma redução nos custos para atingir os resultados esperados. Nesse sentido, temos a qualidade da foragem como uma referência ao valor nutritivo da massa de forragem em interação com o consumo efetuado pelo animal e com o potencial de desempenho do mesmo (JOBIM et al., 2007).

De acordo com Velho (2005), dentre os alimentos volumosos utilizados no sistema de produção animal, a silagem de milho tem sido o de maior expressão, devido ao seu alto teor de energia e grande capacidade de produção por unidade de área. Porém, segundo o mesmo autor, o Brasil ainda não possui uma padronização das silagens aqui produzidas, ocorrendo uma caracterização deficitária da qualidade das silagens, entre esses déficits é encontrado a mensuração da fração amido, constituinte muito importante na composição da dieta de ruminantes, encontrada em larga escala nos grãos das plantas de milho, mas que por muitas vezes não é levada em consideração.

No contexto geral, as silagens de milho no Brasil possuem média qualidade e

rendimento de produção abaixo do potencial produtivo da planta, fato este que eleva os custos de produção do material final, no entanto, estes custos de produção podem ser modificados com a adoção de alguns cuidados durante a implantação e condução da cultura, cuidados estes como adubação e correção da acidez do solo, escolha da cultivar a ser utilizado, espaçamento adequado, controle de plantas invasoras e pragas, escolha da época certa para o plantio e colheita do material, tamanho de partículas, tempo de compactação e fechamento do silo, tipo de silo utilizado, condições e material utilizados para vedação, controle de contaminação e manejo após abertura do silo. Estes fatores acima relacionados podem ser decisivos na questão econômica e qualitativa da produção de alimentos conservados (BALIEIRO NETO et al., 2011).

Muitos híbridos de milho são recomendados anualmente pelas empresas de melhoramento, porém a recomendação para produção de silagem é muito pequena (NEUMANN et al., 2003), fato este que esta se modificando nos dias atuais. Tais indicações são baseadas normalmente em função do potencial produtivo de massa seca por unidade de área com base no grau de adaptação dos materiais nas diferentes regiões do país e das características químico-bromatológicas da silagem resultante.

Neumann et al. (2011) descreveram o custo do processo total da ensilagem como sendo um importante fator para determinar o momento ideal de colheita, ou seja, lavouras ensiladas antes do ponto ideal apresentam baixa produção de massa total, baixa porcentagem de grãos na massa e alto teor de fibra em detergente neutro, caracterizando um maior valor gasto por tonelada produzida. Já em relação ao corte tardio, a forrageira apresenta maior acúmulo de massa seca e maior proporção de grãos na massa, concomitantemente maior concentração de amido, ocorrendo dessa forma uma maior diluição do capital investido. No entanto, quando o ciclo da cultura avança, consequentemente uma menor proporção de água é encontrado na planta, fato que pode prejudicar a compactação do material e, dependendo da textura do grão, uma menor disponibilidade do amido para as reações no animal.

O processamento físico se constitui em estratégia importante para colheita de plantas com avançado estágio de maturação (FACTORI, 2008). Aliando uma maior deposição de grãos, maior processamento desta fração e a atuação da fermentação no silo, podemos melhorar a qualidade nutricional da silagem. De acordo com Johnson (1999), o processamento sobre plantas em avançado estágio de maturação garantiu maior aproveitamento da fração grãos, auxiliando na compactação do material no silo.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho objetivou avaliar a interação de diferentes estádios de maturação da planta de milho, com o processamento da fração grãos, sobre as características morfológicas e estruturais da planta, acúmulo de matéria seca, taxa de secagem da planta, valor nutricional, perdas fermentativas, tamanho de partículas das silagens e desempenho animal.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ESTÁDIO DE MATURIDADE DA PLANTA DE MILHO PARA PRODUÇÃO DE SILAGEM

Vários fatores são determinantes para obtenção de uma silagem de ótima qualidade, porém, pode-se destacar como sendo o de maior impacto o teor de matéria seca (MS). Atuais recomendações científicas indicam que o momento de colheita das plantas de milho é determinado pelo teor de matéria seca da planta, sendo este não inferior a 30%. Logo, o estágio da planta no momento da colheita pode alterar a composição e os valores de energia da silagem, sendo refletido em vários aspectos posteriores na silagem, como valor nutricional, massa específica atingida e tipo de fermentação (SALAZAR, 2009).

Quando se almeja bons retornos financeiros na atividade pecuária, é de extrema importância que se tenha eficiência e escala de produção, portanto, para atender esses quesitos básicos na produção de silagens, deve-se assumir o critério de máxima produção de energia digestível por unidade de área (BALIEIRO NETO et al., 2011).

Nesse sentido, o milho quando cultivado para forragem verde e/ou silagem tem potencial de fornecer de 50 a 100% a mais de energia por hectare que qualquer outra planta forrageira (VELHO et al., 2007) e a colheita de uma área de milho para silagem possibilita a obtenção de cerca de 40 a 50% a mais de energia total do que quando colhida para grãos (FRANÇA e COELHO, 2001).

O milho é uma planta bastante eficiente na utilização da radiação solar, absorção de H_2O e assimilação de CO_2 , sendo cerca de 90% de sua matéria seca provinda da fixação dos elementos atmosféricos pelo processo da fotossíntese (VASCONCELLOS et al., 2005).

O primeiro ponto a ser considerado para a colheita da lavoura visando produção de silagem é o custo total do processo, sendo assim, o estágio em que a planta se encontra possui relação direta com este fator, ou seja, lavouras ensiladas antes do ponto ideal apresentam baixa produção de massa total (produções menores de 55 Mg.ha⁻¹ de matéria verde), baixa produção de grãos (menores de 7 Mg.ha⁻¹) (NEUMANN et al., 2011) além de possuir maior teor de fibra em detergente neutro devido a ocorrência de efluentes nessas silagens e da menor participação da fração grãos na massa (VAN SOEST, 1994; VILELA et al. 2008), caracterizando um acréscimo no custo da obtenção da silagem.

Visto que para termos maior diluição do capital investido, temos que realizar o processo de ensilagem seguindo alguns parâmetros, entre eles destaca-se a dinâmica reprodutiva da planta de milho, esta é dividida em diferentes estádios sendo classificados em R1 – Embonecamento, R2 – Bolha d'água, R3 – Leitoso, R4 – Pastoso ou Farináceo, R5 – Formação de dente ou Duro e R6 – Maturidade fisiológica (EMBRAPA, 2010), sendo estes estádios tomados como principal critério para a decisão da realização do processo de ensilagem (Tabela 3- 1).

Tabela 3- 1. Teores de matéria seca (MS) de diferentes híbridos de milho colhidos em diferentes estádios reprodutivos, obtidos pela compilação de diferentes trabalhos.

Trabalhos	Estádios Reprodutivos						
	R1	R2	R3	R3	R4	R5	R6
	% MS						
Ueno (2012) ¹	-	22,2	25,6	-	28,3	34,0	38,6
Neumann et al. (2011) ²	-	-	27,1	31,6	35,9	39,4	-
Oliveira (2010) ³	17,9	19,8	24,7	26,2	27,8	31,6	-
Salazar et al. (2010) ⁴	14,7	-	-	25,2	-	-	44,8
Vilela et al. (2008) ⁵	-	-	28,8	30,5	34,8	41,0	43,1
Velho et al. (2008) ⁶	-	-	22,0	-	27,9	-	-
Zeoula et al. (2003) ⁷	-	-	27,0	28,9	33,4	39,1	41,6
Blaser (1969) ⁸	-	22,4	26,1	31,9	37,5	46,8	54,4
Média	16,3	21,5	25,9	29,1	32,2	38,7	44,5

¹Média de um híbrido (SG-6010); ²Média de um híbrido (SG-6418); ³Média de um híbrido (AS-1545); ⁴Média de quinze Híbridos "Top crosses"; ⁵Média de quatro híbridos (GNZ-2004; AG-1051; P30S40 e P30F90); ⁶Média de um híbrido (AG-5011); ⁷Média de cinco híbridos (P32R21; P30R07; P3041; P30F33 e P30F80); e ⁸Citado por Nussio et al. (2001).

Com o decorrer do ciclo da cultura do milho, atingindo a fase de florescimento, a armazenagem de nutrientes começa a ocorrer no grão, primeiramente em açúcares simples e

posteriormente em amido (ZOPOLLATO, 2007). No entanto, a translocação de nutrientes para os grãos pode originar aumento nas taxas de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina do colmo com o avanço da maturação da planta, tornando essa parte menos digestível (MASOERO et al., 2006). No entanto, este fato não foi observado no trabalho realizado por Salazar et al. (2010), o qual apresentou redução no teor de fibra em detergente neutro dos internódios do colmo, avaliados conforme o avanço da maturidade, possivelmente em razão do armazenamento dos carboidratos sacarose e amido.

De acordo com Neumann et al. (2007), com o avanço no enchimento do grão, simultaneamente ocorre redução na digestibilidade da fração fibrosa, entretanto, a variação na digestibilidade da matéria seca é mínima com a diminuição no teor de umidade da planta, a qual podemos dizer que é resultado do incremento na porcentagem de grãos na massa ensilada, sugerindo uma alta diluição da fração fibra em detergente neutro por amido, determinando maiores valores de nutrientes digestíveis totais (NDT), permitindo assim, um maior valor nutricional do volumoso.

3.2 ESTÁDIO DE MATURIDADE *VERSUS* QUALIDADE DA SILAGEM

De acordo com Nussio et al. (2001), o estágio ideal de colheita corresponde àquele em que a planta apresenta maior produção de massa seca digestível por unidade de área e teor de umidade na faixa de 63 a 67%, o qual representaria o final do estágio de grão leitoso e grão farináceo, ou estádios reprodutivos R4 e R5, proporcionando a ocorrência de um processo de compactação e fermentação satisfatórios. No entanto, as recomendações do momento para confecção de silagens de milho sugere um estágio fisiológico avançado, onde fosse possível conciliar maior acúmulo líquido de biomassa, tanto de grãos como da planta toda, sugerindo maior diluição da porção da fibra em detergente neutro por amido (NEUMANN et al., 2011).

Entretanto, técnicos e produtores detectam o ponto ideal de corte do milho visando às características do desenvolvimento da fração grãos, em decurso da chamada "linha do leite", sendo indicado que esta "linha" esteja entre 1/2 a 3/4 do grão, caracterizando os estádios de final de grão leitoso (R3) a início de grão duro (R5), respectivamente (NEUMANN et al., 2011), segundo mesmos autores, ao serem pressionados com os dedos, os grãos devem esfarinhar-se em vez de se transformarem em pasta aquosa como ocorre em pleno estágio R3.

Porém, Wilhelm (1999) e Factori (2008) descrevem que o parâmetro de linha de leite

do grão pode induzir a erros sob condições de veranicos, déficits hídricos e em plantas com baixas taxas de secagem diárias (stay green elevado), pois estes fatores podem levar a um aumento na duração do período de enchimento de grãos e consequentemente redução na taxa de deposição de amido.

O estágio em que a lavoura se encontra no momento da confecção da silagem também apresenta efeito no rendimento do processo de colheita. Estando os fatores estágio de maturidade e tempo do processo de ensilagem diretamente ligados com a qualidade final do produto, portanto, busca-se rapidez na confecção, a qual pode ser alcançada quando a ensiladeira é regulada para um maior tamanho de partícula e maior altura de corte, no entanto, maiores tamanhos de partículas podem ocasionar má compactação do material no silo, em consequência disso, ocorrer um decréscimo na qualidade do padrão fermentativo da silagem (SENGER, 2005; NEUMANN et al., 2007).

Assim como o tamanho de partícula, a porcentagem de matéria seca, o poder tampão e a concentração de carboidratos solúveis da planta no momento da colheita também podem imprimir mudanças na intensidade de fermentação, concentração e as proporções entre ácidos orgânicos, principalmente láctico, acético, propiônico e *n*-butírico, na silagem (NUSSIO et al., 2001). Sendo estes ácidos os responsáveis pela maior queda de pH em ambiente de silo e, quando em proporções adequadas, atribuem uma melhor qualidade para este material (JALČ et al., 2009).

O ácido láctico deveria possuir uma proporção de pelo menos 65-70% do total de ácidos presentes em uma silagem com ótima fermentação (SHAVER, 2003). No entanto, Jalč et al. (2009) alcançaram valores acima de 83% de ácido láctico testando diferentes inoculantes bacterianos em silagem de milho.

A garantia de uma ótima fermentação da silagem também pode ser dada pela relação entre os ácidos orgânicos láctico:acético presentes na silagem, de acordo com Koc et al. (2008) essa respectiva relação entre os ácidos orgânicos não deve ser menor que 3:1, os autores complementam que quanto maior for a relação de ácido láctico frente aos demais ácidos, melhor é a qualidade resultante da silagem (Tabela 3- 2).

Assim, teores elevados de umidade, acima de 70%, estão correlacionados com características indesejáveis em uma silagem, favorecendo a proliferação de bactérias, principalmente do gênero *Clostridium*, que possuem atributos de produzirem ácidos não desejáveis durante a fermentação, como é o caso do ácido butírico, este atuando no

retardamento da queda do pH da silagem por ser um ácido fraco quando comparado com os demais (SILVEIRA, 2009), além de perderem quantidades consideráveis de nutrientes e existir o risco de contaminar lençóis freáticos com a produção de grandes quantidades de efluente (FACTORI, 2008).

Tabela 3- 2. Concentração de produtos finais comuns da fermentação de diferentes silagens com diferentes teores de matéria seca (MS).

Produtos	Silagem de leguminosas (30-40% MS)	Silagem de leguminosas (45-55% MS)	Silagem de gramíneas (30-35% MS)	Silagem de milho planta (30-40% MS)	Silagem de milho grão (70-75% MS)
pH	4,3 – 4,7	4,7 – 5,0	4,3 – 4,7	3,7 – 4,2	4,0 – 4,5
Ac. Láctico, %	7 -8	2 - 4	6 - 10	4 - 7	0,5 – 2
Ac. Acético, %	2 - 3	0,5 – 2	1 - 3	1 - 3	< 0,5
Ac. Propiônico,	< 0,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Ac. Butírico, %	< 0,5	0	0,5 – 1,0	0	0
Etanol, %	0,2 – 1,0	0,5	0,5 – 1,0	1 - 3	0,2 – 2,0
N-NH ₃ , % da PB	10 - 15	< 12	8 - 12	5 - 7	< 10

Adaptado de Kung e Shaver (2001);

Observações de Demarquilly (1994) constam que ao se elevar em cinco pontos percentuais o teor de matéria seca do milho, quando este já se encontra no estágio reprodutivo, corresponde em média, a um aumento de 5,7% no teor de grãos e, quando esta silagem é fornecida para novilhos em confinamento, determina uma variação positiva de 4% na velocidade de crescimento dos animais.

Em decorrência do avanço do estágio de maturação dos híbridos pode-se observar uma correlação positiva entre porcentagem de grãos ($R^2 = 73,23\%$) e espiga ($R^2 = 78,74\%$) e negativa entre porcentagem de folhas ($R^2 = -85,91\%$) e colmos ($R^2 = -74,76\%$) na composição da planta inteira (BELEZE et al., 2003). No exposto, o ponto de colheita das plantas de milho para confecção de silagem é um fator importante na tomada de decisão, pois esse afeta diretamente a produção de forragem por área, a qualidade e o consumo da silagem obtida (FACTORI, 2008).

Conciliando época de colheita e proporções de grãos na massa ensilada, podemos destacar o trabalho realizado por Nussio et al. (2001), os quais considerando o consumo de matéria seca de silagem em estágio Farináceo-Duro (R4-R5) da planta de milho como 100%, verificaram variações negativas de até 26% no consumo de bovinos confinados, quando

colhida a silagem em estádios antecessores, sendo este um dos fatores-chaves que determinam os níveis de produtividade a serem alcançados e consequentemente os resultados econômicos em determinado sistema de produção animal.

Quando se opta por um corte tardio, a forrageira apresenta maior acúmulo de massa seca e maior proporção de grãos na massa, porém, ao decorrer do ciclo da cultura, consequentemente uma menor proporção de água é encontrado na planta (NEUMANN et al., 2011), fato que pode prejudicar outro fator decisivo para a confecção de silagem de boa qualidade, a massa específica do material.

3.3 EFEITO DO ESTÁDIO DE COLHEITA NA MASSA ESPECÍFICA DA SILAGEM

Para se obter uma silagem de boa qualidade é imprescindível que a forrageira sofra um bom processo de picagem e, logo após, uma ótima compactação do material no silo (VELHO et al., 2007), mantendo a menor concentração de oxigênio possível entremeado ao material picado. Condições de anaerobiose são importantes para que as características qualitativas da silagem sejam similares à da forragem verde (SENGER et al., 2005).

Desta forma, a massa específica e o teor de matéria seca determinam a porosidade da silagem, a qual estabelece a taxa de aeração e, posteriormente, o grau de deterioração na armazenagem e na desensilagem (BOLSEN e BOLSEN, 2004; JOBIM et al., 2007). De acordo com Silva et al. (2011), maior penetração de ar na silagem durante a utilização ocorre quando a compactação da massa ensilada é insuficiente para uma adequada massa específica, sendo esta um dos principais fatores determinantes da qualidade da silagem resultante.

Os benefícios de uma boa compactação sobre as características físicas e químicas da silagem são observadas quando se obtém valores mínimos de massa específica de 224,46 kg MS/m³ (MUCK e HOLMES, 2000). De acordo com Jobim et al. (2007), embora não exista um valor considerado ideal para avaliação em um silo, recomenda-se massas específicas superiores a 550 kg de matéria verde por m³ e inferiores a 850 kg de matéria verde por m³, sendo esse alto valor obtido apenas em condições bastante favoráveis.

No entanto, não somente o estágio em que a planta se encontra no momento da colheita está ligada a uma boa compactação, existem vários fatores que podem estar determinando uma melhor ou pior massa específica para o silo, entre eles pode-se destacar como de grande impacto o peso e tempo de compactação, espessura da camada colocada, taxa

de enchimento do silo e tamanho de partículas (RUPPEL et al., 1995; NEUMANN, 2006).

Estudo avaliando níveis de compactação e três estádios de colheita da planta de milho para silagem realizado por Senger et al. (2005), demonstrou melhores resultados em silagens de milho com maior teor de matéria seca ($> 28\%$) e melhor compactação (650 kg/m^3 de matéria verde), concluindo que silagens com maior matéria seca preservam uma maior quantidade de açúcares que podem ser utilizados, posteriormente a abertura do silo, pelos microrganismos ruminais, além de apresentarem menor relação de fibra em detergente neutro em proporção ao total de carboidratos não fibrosos e, conseqüentemente, serem mais digestível.

De acordo com Neumann (2006), menores tamanhos de partículas na silagem favorecem uma melhor compactação do material e, conseqüentemente, uma melhor fermentação anaeróbia, preservando o valor nutritivo da massa ensilada, minimizando as perdas de matéria seca e possíveis perdas no momento da desensilagem e fornecimento aos animais, porém este fato pode associar-se um aumento significativo na produção de efluentes.

No entanto, Ruppel et al. (1995) não evidenciaram diferenças significativas quando correlacionadas os fatores teor de matéria seca e compactação em silagens de alfafa. Já D'amours e Sovie (2005) avaliando silagens de milho, relataram que o processamento da silagem e a porcentagem de grãos na massa são os fatores mais importante para aumentar a massa específica dos silos.

3.4 PROCESSAMENTO DA SILAGEM DE MILHO

O ato de processar a forragem a ser ensilada tem por objetivo melhorar a qualidade física do material por meio de um tratamento mecânico da porção vegetativa e/ou do grão, sendo este realizado principalmente por cortes sucessivos buscando uma padronização no tamanho de partículas e causando rompimentos na fração de pericarpo, expondo os grânulos de amido aos ácidos produzidos durante período de fermentação no silo e aumentando a superfície de contato desses grânulos ao ataque de bactérias, protozoários e fungos que compõem a micro fauna ruminal (FACTORI, 2008).

3.5 TAMANHO DE PARTÍCULA

Sob ambiente prático das propriedades rurais, o tamanho das partículas das silagens são bastante variáveis e diretamente relacionada com os implementos utilizados para sua confecção, sendo a potência do trator utilizado e as condições da máquina colhedora importantes fatores para garantir um bom tamanho de picado (NEUMANN, 2006).

De acordo com Heinrichs et al. (1999) existe uma ampla variedade de maneiras em que o tamanho das partículas das forragens e/ou silagens podem ser reduzidos. O tamanho de partícula é, principalmente, atribuída ao ato da colheita ao campo, porém métodos de descarga no silo, método de desensilagem, vagões forrageiros ou misturadores de dieta total e, finalmente, o sistema de entrega de alimentos para os animais, podem ter efeitos diretos nas partículas e causarem algum grau de redução no seu tamanho.

Segundo Zopollato (2007), o processamento eficiente da silagem apresenta benefícios quanto a qualidade da silagem resultante e também quanto ao desempenho dos animais, sendo mais expressiva para produtores que possuem exploração em larga escala e que usufruem dos serviços de maquinários com possibilidades de executarem um processamento eficiente do material.

Relação entre tamanho de partícula e qualidade da silagem de milho foi evidenciada por Neumann et al. (2007), os quais avaliando diferentes tamanhos de partículas (0,2 a 0,6 cm e 1,0 a 2,0 cm para partículas pequenas e grandes respectivamente) e diferentes alturas de corte (15 cm e 39 cm para corte baixo e alto, respectivamente) da planta de milho, concluíram que partículas menores determinam maior eficiência de compactação da massa ensilada, diminuindo gradientes de temperatura e pH na desensilagem quando comparadas com silagens de partículas grandes.

A utilização de partículas pequenas na confecção das silagens podem definir menores custos de produção, menores perdas durante retirada e distribuição das silagens aos animais, porém não é possível evitar perdas de matéria seca das silagens, especialmente quando estas apresentam teores de matéria seca abaixo de 30% (BALSALOBRE et al., 2001).

O tamanho de partícula da silagem tem efeito favorável ao consumo de matéria seca e a taxa de passagem da mesma pelo trato digestivo, conseqüentemente aumentando o aporte de energia para o animal (KONONOFF et al., 2003). Contudo, o menor tamanho de partícula pode ter efeito negativo no rúmen, resultando em menor tempo de ruminação e conseqüente menor produção de bicarbonato (NEUMANN, 2006), o qual é importante por ter efeito de tamponamento do ambiente ruminal.

De acordo com NRC (2001), animais ruminantes necessitam de uma relação mínima de fibra na constituição da sua dieta, sendo esta importante por unir o conteúdo físico e químico da forragem e quantificar seu valor para o funcionamento do rúmen. O tamanho de partícula correlaciona-se positivamente com a taxa de passagem do alimento pelo rúmen, sendo convencionalizado que partículas menores que 1,18 mm passariam pelo esfíncter que liga o rúmen-retículo ao abomaso, porém, para que as partículas maiores que esse valor sigam o fluxo normal da digestão teriam que ser reduzidas e como resultado, estas partículas estimulam a secreção de saliva e tamponamento do rúmen (MERTENS, 1997).

Vários trabalhos foram conduzidos utilizando diferentes tamanhos de partículas em forragens (DE BOEVER et al., 1993; SCHWAB et al., 2002) mostrando que a redução no tamanho de partícula tem influencia em reduzir a atividade de ruminação, produção de saliva e facilitando a ocorrência de distúrbios metabólicos. No entanto, Kononoff e Heinrichs (2003) não observaram diferenças significativas na atividade de ruminação, ingestão de matéria seca, pH ruminal, digestão aparente de carboidratos totais, fibras e produção de leite de vacas em início de lactação quando reduzido o tamanho de partícula da silagem de milho.

A medida que as partícula da porção vegetativa na silagem de milho diminuem de tamanho, existe a tendência de, simultaneamente, ocorrer uma proporcional diminuição do tamanho das partículas de grãos, aumentando a área disponível para o ataque microbiano, resultando em uma maior extensão de fermentação dessa fração no rúmen (SAN EMETERIO et al., 2000).

3.6 PROCESSAMENTO DO GRÃO NA SILAGEM

Segundo Factori (2008), o processamento físico se constitui em estratégia importante para colheita de plantas em avançado estágio de maturação, sendo que com o avançar do ciclo ocorre uma maior deposição de amido no grão, assim plantas com matéria seca inferior a 35% possuem uma menor participação desse nutriente em sua composição, sendo, nesse caso, difícil de prever o benefício do processamento da porção de grãos.

A principal intenção do processamento mecânico é quebrar o revestimento exterior do grão e facilitar o acesso microbiano para as reservas de amido e, conseqüentemente, aumentar a digestão ruminal do amido total (RÉMOND et al., 2004). No entanto, segundo mesmos autores, o processamento e a digestibilidade podem variar de acordo com a vitreosidade dos

grãos.

De acordo com Owens e Zinn (2005), o endosperma do grão de milho, normalmente, representa entre 80 a 85% de sua massa total, sendo este composto basicamente de amido (80%) e este endosperma pode ser classificado em dois tipos: endosperma vítreo e endosperma farináceo.

O endosperma vítreo ou também chamado de endosperma córneo, é a fração amarelo escuro localizado mais externamente do grão, nesse local o amido é altamente vítreo e compactado em células com formatos poligonais, envoltos em uma densa matriz protéica (PEREIRA et al., 2004). O endosperma farináceo localizado próximo o centro do grão é mais opaco, os grânulos de amido contido neste endosperma possuem formas de grandes esféricas que são pouco organizadas e não incorporado a uma matriz protéica, ou com uma matriz proteica descontínua (OWENS e ZINN, 2005).

A matriz proteica contida nos grânulos de amido principalmente do endosperma vítreo é um fator limitante quando falamos em disponibilidade desse carboidrato para aproveitamento na nutrição animal, pois impede a atuação de enzimas, bactérias e protozoários sobre o mesmo (LOPES et al., 2002). Segundo o mesmo autor, o processo de ensilagem pode melhorar a disponibilidade e/ou a utilização do amido dos grãos, dependendo do método, espécie animal e fonte dos grãos, pois a fermentação ocorrente no processo de conservação de plantas forrageiras atua de forma positiva sobre a fração grãos, rompendo esta matriz proteica e disponibilizando o amido para ser aproveitado, na forma de ácidos graxos voláteis, no metabolismo animal.

Assim, Szasz et al. (2007) trabalhando com híbridos de milho com diferentes texturas de grão para confecção de silagem de grão úmido, concluíram que os híbridos que apresentavam grãos com maior vitreosidade foram mais digestíveis que híbridos com grãos com menor vitreosidade. Os mesmos autores, em complementação, sugerem que os efeitos negativos da maior vitreosidade dos grãos podem ser contornados pelo maior processamento dos grãos e atuação dos ácidos oriundos da fermentação da silagem. Porém, Corona et al. (2006) só observaram melhora na digestibilidade de grãos de milho com alta vitreosidade quando submetidos a floculação, sugerindo melhoras a nível de carboidratos totais e proteína.

Logo o processamento do grão na silagem, principalmente em casos de colheita em estágio reprodutivo avançado, possui grande relação com a degradabilidade efetiva da matéria seca. Factori (2008), utilizando maquinário para confecção de silagem de grãos úmidos para

silos "bags", regulada para ter efeito apenas a nível de grãos da silagem de milho colhida em diferentes épocas, sendo estas com o grão um quarto leitoso e na sua maturação fisiológica, concluiu que o maior processamento do grão influenciou em uma maior degradabilidade ruminal, apresentando médias de 50,33% para o tratamento com esmagamento da silagem e 42,00% para o tratamento sem o esmagamento da silagem

Ao avaliar a degradabilidade efetiva da matéria seca de silagens de milho, Corrêa et al. (2003) observaram que as que possuíam grãos com maior vitreosidade, apresentaram uma pequena diminuição da degradabilidade efetiva no rúmen (64% de degradabilidade para grãos de textura mole e 63% para textura de grão duro). Pôssua (2007), observou pela técnica de degradabilidade, valores menores para a silagem com milho de textura dura, ou seja, com maior participação de amido da porção vitrea do grão envolto pela matriz proteica, sendo a degradabilidade efetiva da matéria seca de 52; 46 e 41%, respectivamente para as taxas de passagens de 3; 5 e 8% h⁻¹.

3.7 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O fator que possui maior impacto sobre a qualidade final da silagem é o teor de matéria seca, busca-se alta produção aliada à alta qualidade, fato este que pode ser facilmente observado quando colhida a cultura do milho em estágio de maturação avançado. Este episódio pode refletir em uma menor digestibilidade, principalmente da porção colmo, por um acréscimo na quantificação de lignina porém, paralelamente, ocorre uma diminuição na quantificação nos teores de fibra em detergente neutro, sugerindo maior diluição desta fração por carboidratos não estruturais, principalmente o amido.

De modo específico, a colheita do milho em estádios fenológicos avançados pode propiciar maior produção de matéria seca por área, maior acúmulo de amido nos grãos que aliado a um maior processamento e atuação dos ácidos oriundos do processo fermentativo da silagem, pode garantir melhor aproveitamento do alimento e desempenho animal e, conseqüentemente, obter redução nos custos com a suplementação com alimentos de alto valor energético.

3.8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE -

ABIEC, 2010. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/>> acesso em: abril de 2012.

BALIEIRO NETO, G.; BRANCO, R.B.F.; CIVIDANES, T.M.S.; NOGUEIRA, J.R.; FELIX, M.R.F.; ROMA JUNIOR, L.C.R.; BUENO, M.S.; FERRARI JUNIOR, E.; POSSENTI, R.; TRINDADE REI, F.M.C. Relação custo benefício na produção de silagem com milho Bt. In: IV SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2011, Maringá. **Anais...** 292 p. ISBN 978-85-63633-09-5 Maringá-PR, 2011.

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

BELEZE, J.R.F.; ZEOULA, L.M.; CECATO, U.; DIAN, P.H.M.; MARTINS, E.N.; FALCÃO, A.J.S. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays*, L.) em diferentes estádios de maturação. Produtividade, características morfológicas e correlações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.3, p.529-537, 2003.

BOLSEN, K.K.; BOLSEN, R.E. The silage triangle and important practices in managing bunker, trench, and driver-over pile silos. In: SOUTHEAST DAIRY HERD MANAGEMENT CONFERENCE, 2004, Macon. **Proceedings...** Macon: p.1-7, 2004.

CORONA, L.; OWENS, F. N.; ZINN, R. A. Impact of corn vitreousness and processing on site and extent of digestion by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.84, n.3, p.3020-3031, 2006.

CORRÊA, C.E.S.; PEREIRA, M.V.; OLIVEIRA, S.G., RAMOS, M.H. Performance of Holstein Cows Fed Sugarcane or Corn Silages of Different Grain Textures. **Scientia Agricola**, v.60, n.4, p.621-629, 2003.

D'AMOURS, L.; SAVOIE, P. Density Profile of corn silage in bunker silos. **Canadian Biosystems Engineering**, v.47, n.3, p.2.21-2.28, 2005.

DE BOEVER, J.L., D.L. BRABANDER, AND J.M. VANACKER. Evaluation of physical structure. 2. Maize Silage. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.76, n.2, p.1624-1634, 1993.

DEMARQUILLY, C. Facteurs de variation de la valeur nutritive du maïs ensilage. INRA. **Journal of Animal Production**, Purwokerto, v.7, n.3, p.177-189, 1994.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Cultivo do milho**. 2010. Em: < http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/cultivares.htm> Acesso em: maio de 2011.

FACTORI, M.A. **Degradabilidade Ruminal de Híbridos de Milho Em Função do Estádio de Colheita e Processamento na Ensilagem**. 2008. Dissertação de mestrado em zootecnia – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, jul. 2008.

FRANÇA, G.E.; COELHO, A.M. Adubação do milho para silagem. In: CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; RODRIGUES, J.A.; FERREIRA, J.J. (Ed.). **Produção e utilização**

de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p.53-83.

HEINRICHS, A.J.; BUCKMASTER, D.R.; LAMMERS, B.P. Processing, Mixing and Particle Size Reduction of Forages for Dairy Cattle. **Journal of Animal Science**. Champaign, v.77, n.5, p.180–186, 1999.

JALČ, D.; LAUKOVÁ, Z.; SIMONOVÁ, M.P.; VÁRADYOVÁ, Z.; HOMOLKA, P. Bacterial inoculants effects on corn silage fermentation and nutrient composition. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**. Seoul, v.22, n.7, p.977-983, 2009.

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

JOHNSON, L. Nutritive value of corn silage as affected by maturity and Mechanical process. A comtemporary review. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.82, n.4, p. 2813-2825, 1999.

KOC, F.; COSCUNTUNA, L.; OZDUVEN, M.L. The effect of bacteria+enzyme mixture silage inoculant on the fermentation characteristic, cell wall contents and aerobic stabilities of maize silage. **Pakistan Journal of Animal Science**. Faisalabad, v.7, n.2, p.222-226, 2008.

KONONOFF, P.F.; HEINRICH, A.J. The Effect of Corn Silage Particle Size and Cottonseed Hulls on Cows in Early Lactation. **Journal of Dairy Science**. Savoy, v.86, n.2, p.2438–2451, 2003.

KONONOFF, P.J.; HEINRICH, A.J.; LEHMAN, H.A. The effect of corn silage particle size on eiting behavior, chewing actives and rumen fermentation in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.86, n.10, p.3343-3353, 2003.

KUNG, L. JR.; SHAVER. R. Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. **Focus on Forage**. Wisconsin, v.3, n.1, p.1-5, 2001.

LOPES, A.B.R.C.; LEONEL, M.; CEREDA, M.P.; BERTO, D.A. Efeito do Processo de Ensilagem de Grãos Úmidos de Milho nas Características Microscópicas do Amido. **Brazilian Journal of Food and Technology**. Campinas, v.5, n.2, p.177-181, 2002.

MASOERO, F.; ROSSI, F.; PULIMENO, A.M. Chemical composition and *in vitro* digestibility of stalks, leaves and cobs of four corn hybrids at different phenological stages. **Italian Journal of Animal Science**, Pavia, v.5, n.2, p.215-227, 2006.

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**. Savoy, v.80, n.1, p.1463–1482, 1997.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA, 2010. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>> acesso em: abril de 2012.

MUCK, R.E.; HOLMES, B.J. Factors affecting bunker silo densities. **Applied Engeniering in Agriculture**, v.16, n.2, p.613-619, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7th Rev.

Edition. National Academic Science, Washington, DC. 2001.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; COSTA, E.C.; ALVES FILHO, D.C.; SOUZA, A.N.M.; ROSA, J.R.P. Avaliação do desempenho de bezerros alimentados com diferentes silagens de híbridos de milho (*Zea mays* L.) **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.9, n.3, p.263-268, 2003.

NEUMANN, M. **Efeito do Tamanho de Partícula e da Altura de Colheita das Plantas de Milho (*Zea mayz* L.) Sobre Perdas, Valor Nutritivo de Silagens e Desempenho de Novilhos Confinados**. 223p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2006.

NEUMANN, M.; MÜHLBACH, P. R. F.; NÖRNBERG, J.; RESTLE, J.; OST, P. R. Efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho (*Zea mays* L.) sobre as perdas durante o processo fermentativo e o período de utilização das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.5, p.1395-1405, 2007.

NEUMANN, M.; OLIVEIRA, M.R.; ZANETTE, P.M.; UENO, R.K.; MARAFON, F.; SOUZA, M.P. Aplicação de procedimentos técnicos na ensilagem do milho visando maior desempenho animal. In: IV SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2011, Maringá. **Anais...** 292 p. ISBN 978-85-63633-09-5 Maringá-PR, 2011.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; DIAS, F. N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá. **Anais...** 319p. Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001.

OLIVEIRA, M.R. 2010. **Efeito do Estádio de Maturação na Qualidade de Silagens de Milho na Resposta Econômica de Novilhos Confinados**. 125p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava-PR.

OWENS, F.; ZINN, R.A. Corn Grain for Cattle: Influence of Processing on Site and Extent of Digestion. **Processing Southwest Nutrition Conference**. v.1, n.1, p.86-112, 2005.

PEREIRA, M.N.; PINHO, R.G.V.; BRUNO, R.G.S.; CALESTINE, G.A. Ruminal degradability of hard or soft texture corn grain at three maturity stages. **Science Agricola**. Piracicaba, v.61, n.4, p.358-363, 2004.

RÉMOND, D.; CABRERA-ESTRADA, J.I.; CHAMPION, M.; CHAUVEAU, B.; COUDURE, R.; PONCET, C. Effect of Corn Particle Size on Site and Extent of Starch Digestion in Lactating Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**. Savoy, v.87, n.2, p.1389-1399. 2004.

RUPPEL, K.A.; PITT, R.E.; CHASE, L.E.; GALTON, D.M. Bunker silo management and its relationship to forage preservation on dairy farms. **Journal of Dairy Science**. Savoy, v.78, n.3, p.141-153, 1995.

SALAZAR, D.R. **Variação genética da composição química e digestibilidade do colmo de genótipos de milho colhidos em três estágios de maturidade.** 2009. Dissertação de mestrado em Medicina Veterinária – Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2009.

SALAZAR, D.R.; STABILE, S.S.; GUIMARÃES, P.S.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z.; SANTOS, M.V.; PRADA e SILVA, L.F. Valor nutritivo de colmos de híbridos de milho colhidos em três estágios de maturidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.45, n.7, p.758-766, 2010.

SAN EMETERIO, F.; REIS, R.B.; CAMPOS, W.E.; SATTER, L.D. Effect of coarse or fine grinding on utilization of dry or ensiled corn by lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**. Savoy, v.83, n.4, p.2839–2848, 2000.

SCHWAB, E.C.; SHAVER, R.D.; SHINNERS, K.J.; LAUER, J.G.; COORS, J.G. Processing and chop length effects in brown-midrib corn silage on intake, digestion, and milk production by dairy cows. **Journal of Dairy Science**. Savoy, v.85, n.5, p.613–623, 2002.

SENGER, C.C.D.; MÜHLBACH, P.R.F.; BONNECARRÈRE SANCHEZ, L.M.; NETO, D.P.; LIMA, L.D. Composição 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.

SHAVER, R. D. **Practical application of new forage quality tests.** Proceedings of the 6th Western Dairy Management Conference, Reno, NV, USA. p. 22-25. 2003.

SILVA, M.S.; JOBIM, C.C.; TORMENA, C.A.; CALIXTO JÚNIOR, M.; SORIANE FILHO, J.L.; ROMAN, J. Determinação da massa específica por método indireto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.9, p.1622-1625, 2011.

SILVEIRA, J.P.F. **Consumo e digestibilidade de silagem de híbridos de milho em função do estágio fenológico e processamento.** 41p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho". Botucatu - SP, 2009.

SZASZ, J. I.; HUNT, C. W.; SZASZ, P. A.; WEBER, R. A.; OWENS, F. N.; KEZAR, W.; TURGEON, O. A. Influence of endosperm vitreousness and kernel moisture at harvest on site and extent of digestion of high-moisture grain by feedlot steers. **Journal of Animal Science**. Champaign, v.85, n.3, p.2214-2221, 2007.

UENO, R.K. **Avaliação bioeconômica da cultura do milho (*Zea mays* L.) utilizada sob diferentes formas na alimentação de novilhos em confinamento.** 152p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO, Guarapuava-PR, 2012.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - **USDA**. 2009. Disponível em: <<http://www.usda.gov>> Acesso em abril de 2012.

SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VASCONCELOS, R.C.; VON PINHO, R.G.; REZENDE, A.V.; PEREIRA, M.N.; BRITO,

A.H. Efeito da altura de corte das plantas na produtividade de matéria seca e em características bromatológicas da forragem de milho. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.29, n.6, p.1139-1145, 2005.

VELHO, J.P. **Qualidade nutritiva de silagem de milho (*Zea mays*, L.) “safrinha” de planta inteira de diferentes maturidades submetidas a distintos procedimentos de ensilagem e “desensilagem”**. 2005. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2005.

VELHO, J.P.; MÜLBACH, P.R.F.; NÖRBERG, J.L.; VELHO I.M.P.H.; GENRO, T.C.M.; KESSLER, J.D. Composição bromatológica de silagens de milho produzidas com diferentes densidades de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.36, n.5, p.1532-1538, 2007 (supl.).

VELHO, J.P.; MÜLBACH, P.R.F.; NÖRBERG, J.L.; GENRO, T.C.M.; SANCHEZ, L.M.B.; VELHO I.M.P.H.; KESSLER, J.D. Frações nitrogenadas de silagens de milho "safrinha" sob diferentes tempos de exposição ao ar antes da ensilagem. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.1, p.166-172, 2008.

VILELA, H.H.; REZENDE, A.V.; VIEIRA, P.F.; ANDRADE, G.A.; EVANGELISTA, A.R.; ALMEIDA, G.B.S. Valor nutritivo da silagem de milho colhida em diversos estádios de maturação. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.7, p.1192-1199, 2008.

ZEOULA, L.M.; BELEZE, J.R.F.; CECATO, U.; JOBIM, C.C.; GERON, L.J.V.; PRADO, O.P.P.; FALCÃO, A.J.S. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays* L.) em diferentes estádios de maturação, digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica e fibra em detergente neutro da porção vegetativa e planta inteira. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.32, n.3, p.567-575, 2003.

ZOPOLLATTO, M. **Avaliação do efeito da maturidade de cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem sobre a produtividade, composição morfológica e valor nutritivo da planta e seus componentes**. 2007. 210f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2007.

WILHEIM, E. P. Heat stress during grain filling in maize effects on kernel growth and metabolism. **Crop Science**, Madison, v.39, n.1, p.1733-1741, 1999.

4. CAPÍTULO 1 - COMPOSIÇÃO MORFOLÓGICA, ESTRUTURAL E NUTRICIONAL DE PLANTAS DE MILHO EM DIFERENTES ESTÁDIOS REPRODUTIVOS

4.1 RESUMO

O experimento foi conduzido no Núcleo de Produção Animal (NUPRAN) da Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO), com o objetivo de avaliar as características morfológicas e estruturais, taxa de secagem e o valor nutricional da planta de milho em diferentes estádios reprodutivos: R2, R3, R4 e R5. Com o avanço no ciclo da cultura a taxa de secagem da planta de milho foi crescente, em proporção média diária de 0,5882% de matéria seca (MS). Os constituintes da planta tiveram taxa de secagem média diária na ordem de 0,7043%, 0,4250% e 0,9914% para folhas, brácteas mais sabugo e grãos respectivamente, enquanto que o constituinte colmo não demonstrou variação em seu teor de matéria seca com os diferentes estádios de colheita para cada dia de avanço no ciclo da cultura do milho. A participação percentual de grãos na estrutura da planta de milho cresceu linearmente na ordem de 0,8100% ao dia. A produção de matéria seca por unidade de área apresentou diferenças significativas ($P < 0,05$) demonstrando valores de $16.816 \text{ kg ha}^{-1}$ e $18.300 \text{ kg ha}^{-1}$ para os respectivos estádios de R3 e R5. Foram evidenciadas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as plantas para os teores de matéria seca (31,35 contra 39,03%), proteína (7,02 contra 6,54%), fibra em detergente neutro (44,95 contra 42,46%), hemicelulose (19,93 contra 18,95), fibra em detergente ácido (25,02 contra 23,52%), consumo de matéria seca (2,67 contra 2,83%), nutrientes digestíveis totais (70,32 contra 71,38) e valor relativo da forragem (145,65 contra 156,65), respectivamente para os estádios R3 e R5. O avanço no ciclo da cultura acarretou um comportamento linear positivo na ordem de 0,81% ao dia na participação dos grãos na constituição das plantas. Quando colhida em estágio avançado (R5), as plantas de milho apresentaram menor teores de fibra em detergente neutro, representando uma maior capacidade de ingestão de matéria seca pelos animais e determinando um maior valor relativo do alimento, representando uma melhora quantitativa e qualitativa no alimento.

Palavras-chave: Taxa de secagem, estádios reprodutivos, valor relativo da forragem.

CHAPTER 1 - MORPHOLOGICAL, STRUCTURAL AND NUTRITIONAL COMPOSITION OF CORN PLANTS AT DIFFERENT REPRODUCTIVE STAGES

ABSTRACT

The aim of this study was evaluate the morphological and structural composition , drying rate and the nutritional value of maize plant in different reproductive stages. The advancement in the plant cycle provided an increasing in drying rate, with avareage daily of 0.5882% of dry matter, the plant constituents showed similar results, being an average daily rate of drying on the order of 0.7043%, 0.4250% e 0.9914% for leaves, husk and cobs and grains respectively. However, the constituents stalk did not vary in their dry matter content with the different stages of harvest, showing a negative linear behavior in the order of 0.0079% for each day of advance in the cycle of corn. The percentage of grains in the structure of plant increased linearly in the order of 0.8100% per day. The dry matter production per unit area, showed significant difference ($P<0.05$), showing values of 16,816 kg ha⁻¹ and 18,300 kg ha⁻¹ for the respective stages of R3 and R5. Significant differences were observed ($P<0.05$) between plants for dry matter (31.35 versus 39.03%), protein (7.02 versus 6.54%), neutral detergent fiber (44.95 versus 42.46%), acid detergent fiber (25.02 versus 23.52%), hemicellulose (19.93 versus 18.95), dry matter intake (2.67 versus 2.83%), total digestible nutrients (70.32 versus 71.38) and relative value of forage (145.65 versus 156.65), respectively for stages R3 and R5.. The advance in the crop cycle resulted in structural changes in components of the plants, increasing by 18% the participation of grains in the constitution of the plants, with the advancement of only 17 days in the crop cycle. When harvest at advanced stage (R5), corn plants showed lower levels of neutral detergent fiber, representing a greater capacity for dry matter intake by the animals and determining a greatest relative value of the food.

Key-words: Drying rate, reproductive stages, relative value of the food.

4.2 INTRODUÇÃO

A planta de milho é uma das forrageiras mais utilizadas na confecção de alimentos conservados para ruminantes, destacando-se pela alta produção de matéria seca por unidade

de área, baixos teores de fibra em detergente neutro, bons padrões fermentativos da silagem, possibilidade de colheita na época de maior produção de matéria seca, elevado potencial de produção de grãos com endosperma rico em amido, resultando em um alimento volumoso com alto valor energético (PEREIRA et al., 2004). O estágio de maturação adequado para o corte da cultura, constitui-se o erro mais frequentemente observado no processo de ensilagem, demonstrando indícios de haver deficiência na pesquisa e difusão de tecnologias, desde as etapas de produção da silagem de milho até a expressão do desempenho de animal (OLIVEIRA, 2010).

Durante o avanço dos estádios de desenvolvimento da planta de milho, significativas mudanças na composição química, física e na sua degradabilidade ruminal podem ser observadas, assim, o valor nutritivo da planta é facilmente influenciado pelas condições em que esta se encontra no momento da colheita (ZELLER e SCHWARZ, 2010). Quando esta planta é colhida com teor de matéria seca entre 30 a 35%, sua composição física morfológica possibilita afirmar que neste estágio a planta apresenta aproximadamente 56% de conteúdo celular e 44% de parede celular (CHAMPION, 2010), representando um alimento com alta digestibilidade.

As características dos constituintes estruturais das plantas são decisivos na qualidade da forragem, no entanto, a proporção de grãos em relação ao total da planta é um dos principais determinantes da sua qualidade. O decorrer do ciclo acarreta transformações em toda a constituição da planta, modificando a constituição dos seus diferentes componentes, estando este fato diretamente relacionado com a qualidade final da forragem a ser fornecida aos animais.

O avanço no ciclo da cultura do milho é caracterizado pela queda na digestibilidade do amido pela deposição da matriz proteica e da maior participação de lignina na fração fibrosa da planta, no entanto, o surgimento de maquinários especializados no processamento das plantas e dos grãos, nos permite optar pela colheita em estádios em que se encontram maiores inclusões de grãos, proporcionando maior valor nutricional ao alimento.

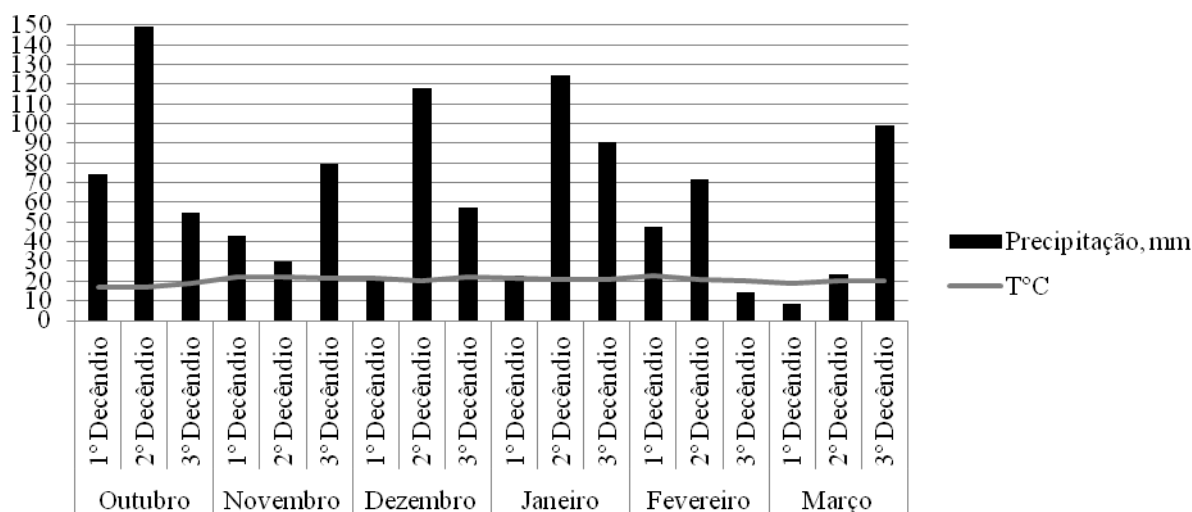
Nesse sentido, o presente trabalho objetivou avaliar a composição morfológica e estrutural, taxa de secagem e o valor nutricional da cultura do milho para produção de forragem, em seus diferentes estádios reprodutivos: R2, R3, R4 e R5.

4.3 MATERIAL E MÉTODOS

4.3.1 Local experimental e dados meteorológicos

O experimento foi conduzido no Núcleo de Produção Animal (NUPRAN) do setor de ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), no município de Guarapuava – PR, situado na zona subtropical do Paraná (MAACK, 2002), sob as coordenadas geográficas 25°23'02" de latitude sul e 51°29'43" de longitude oeste e 1.026 m de altitude.

O clima da região segundo a classificação de Köppen é o temperado de altitude – Cfb (Subtropical mesotérmico úmido), com verões amenos e inverno moderado, sem estação seca definida e com geadas severas. Caracterizado por temperatura média no mês mais quente inferior a 22°C e temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C. A precipitação média anual é de 1944 mm, temperatura média mínima anual de 12,7°C, temperatura média máxima anual de 23,5°C e umidade relativa do ar de 77,9% (IAPAR, 2000). Os valores médios de precipitação, temperatura e insolação normal esperada e a ocorrida no período de cultivo do milho estão apresentados na Figura 4-1.



Fonte: Estação Meteorológica do IAPAR instalada no CEDETEG/UNICENTRO, Guarapuava – PR.

Figura 4- 1. Médias em decêndio para precipitação pluvial e temperatura ocorrida no período de cultivo do milho safra 2009/2010, Guarapuava – PR.

Pode-se observar que não ocorreu estresses ambientais durante a condução do experimento, sendo apresentado uma média de 188,10 mm; 20,53°C e 173,45 horas frente aos

índices normais de ocorrência de 189,93 mm; 20,73°C e 195,65 horas respectivamente para precipitação, temperatura e insolação.

O Latossolo Bruno Típico (POTT et al., 2007), em ocasião antecipada ao plantio apresentou as seguintes características químicas (perfil de 0 a 20 cm): pH CaCl₂ 0,01M: 4,7; P: 1,1 mg dm⁻³; K⁺: 0,2 cmol_c dm⁻³; MO: 2,62%; Al³⁺: 0,0 cmol_c dm⁻³; H⁺+Al³⁺: 5,2 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺: 5,0 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺: 5,0 cmol_c dm⁻³ e saturação de bases (V%): 67,3%.

4.3.2 Implantação e Condução

A implantação da cultura foi efetuada uniformemente para ambos os tratamentos aos 16 dias do mês de outubro, em sistema de plantio direto, com espaçamento entre linhas de 0,8 m, profundidade média de semeadura de 0,04 m e distribuição de cinco sementes por metro linear visando obter população final de 62.500 plantas ha⁻¹.

Por ocasião do plantio, realizou-se a adubação de base com 350 kg ha⁻¹ do fertilizante formulado 08-30-20 (N-P₂O₅-K₂O). A adubação de cobertura com 120 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia (46-00-00), foi realizada quando as plantas apresentaram quatro folhas expandidas, conforme as recomendações de adubação para cultura do milho para colheita de grãos do Manual de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS - RS/SC, 2004).

Antecipadamente ao plantio a área foi dessecada com herbicida a base de *Glifosato* (produto comercial Roundup Original[®]: 3,0 L ha⁻¹), no manejo da cultura até 30 dias após emergência das plantas foram aplicados herbicida a base de *Atrazina* (produto comercial Atrazina Atanor[®]: 4,0 L ha⁻¹), óleo mineral (produto comercial Assist[®]: 1,0 L ha⁻¹) e inseticida do grupo químico *Piretróide* (produto comercial Karate Zeon 50CS[®]: 150 mL ha⁻¹).

Como material experimental utilizou-se de milho SG-6418 (híbrido duplo), de caráter granífero-silageiro, ciclo precoce, porte médio e textura de grãos duro. A gleba plantada foi dividida em 16 parcelas, cada parcela constituiu-se de cinco linhas de cultivo, totalizando uma área total de 40 m² (4,0 m x 10 m).

4.3.3 Avaliação das Lavouras

O presente trabalho objetivou avaliar a dinâmica de acúmulo de matéria seca por

unidade de área, a composição morfológica e estrutural da planta, a taxa de secagem e o valor nutricional da planta de milho para silagem, em seus diferentes estádios reprodutivos, constituindo-se os seguintes tratamentos: T₁ - estágio de grão leitoso (R2), T₂ - estágio de grão pastoso (R3), T₃ - estágio de grão farináceo (R4) e T₄ - estágio de grão farináceo-duro (R5). Os estádios reprodutivos das plantas de milho foram determinados conforme Ritchie et al. (2003): estágio R1 – pleno florescimento (até 10 dias após florescimento); R2 – grão leitoso (10 a 14 dias após florescimento); R3 – grão pastoso (18 a 22 dias após florescimento); R4 – grão farináceo (24 a 28 dias após florescimento); R5 – grão fanináceo-duro (35 a 42 dias após florescimento); e R6 – maturidade fisiológica (55-65 dias após o florescimento).

A coleta de dados agronômicos das plantas de milho dos diferentes tratamentos foram avaliados a partir dos 18 dias após o pleno florescimento, o qual caracterizou o estágio R3 com estágio inicial de avaliação. As avaliações foram realizadas pelo método do triplo emparelhamento, o qual é caracterizado por se encontrar e marcar uma planta representativa da parcela, após isso, outras plantas semelhantes são localizadas e coletadas, restando na parcela a planta marcada para servir como padrão na próxima avaliação.

Realizou-se amostragens homogêneas das plantas contidas em cada parcela, sendo estas cortadas manualmente a 20 cm do solo, sendo quatro plantas utilizadas para determinação do teor de matéria seca e quatro plantas utilizadas para determinação da composição física da planta (colmo, folhas, brácteas mais sabugo e grãos) e dos teores de matéria seca de cada constituinte. Durante as avaliações observou-se média para altura de inserção da primeira espiga de 1,18 m e da planta até a folha bandeira de 2,01 m.

Amostras de planta inteira e das estruturas anatômicas (colmo, folhas, brácteas mais sabugo e grãos) foram pesadas e pré-secas em estufa de circulação de ar forçado a 55°C até atingir peso constante, para determinação do teor de matéria seca parcial seguindo metodologia sugerida pela AOAC (1995). A produção de grãos foi corrigida para 13% de umidade em ambos os estádios reprodutivos da apresentados. Somente as avaliações realizadas nos estádios de R3 e R5 foram moídas em moinho do tipo "Willey" com peneira de malha de 1 mm para realização de análises químicas-bromatológicas.

Justifica-se a realização de análises bromatológicas da forragem em apenas dois estádios, pelo fato de realizar a ensilagem da lavoura almejando matérias secas de 30 e 40%, encontrando-se estes teores nos estádios R3 e R5, permitindo a avaliação das mesmas amostras após fermentação nos silos, possibilitando a mensuração das perdas ocorridas entre

as plantas e as silagens oriundas dos diferentes tratamentos.

4.3.4 Avaliações Laboratoriais

As amostras pré secas de material original e de silagem resgatadas dos silos "bags" foram moídas a 1 mm em moinho tipo "Willey", onde sequencialmente determinou-se a matéria seca total em estufa a 105°C por 16 horas (SILVA e QUEIROZ, 2009), proteína bruta (PB) pelo método micro Kjeldahl, matéria mineral (MM) por incineração a 550°C (4 horas) e matéria orgânica (MO) por diferença ($\% \text{ MO} = 100 - \text{MM}$), conforme AOAC (1995). Foram determinados os teores de fibra em detergente neutro (FDN), conforme Van Soest et al. (1991), utilizando-se α amilase termoestável (Termamyl 120L, Novozymes Latin América Ltda.), fibra em detergente ácido (FDA) segundo Goering e Van Soest (1970) e os teores de Hemicelulose por diferença (Hemicelulose = FDN - FDA) seguindo metodologia proposta por Silva e Queiroz (2009).

Os valores para consumo de matéria seca em relação ao peso vivo (CMSP) foram obtidos através da fórmula: $\text{CMSP} = 120 \div \text{FDN}$, enquanto que os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT, %) foram obtidos via equação: $\text{NDT, \%} = 87,84 - (0,70 \times \text{FDA})$ conforme Bolsen (1996). O valor relativo da forragem (VRF) foi expresso pela associação entre potencial de consumo de matéria seca e digestibilidade estimada da matéria seca: $\text{VRF} = [(\text{DMS} \times \text{CMSP}) \div 1,29]$.

4.3.5 Delineamentos experimentais e análises estatísticas

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos (estádios reprodutivos: R2, R3, R4 e R5) com quatro repetições. Os dados referentes ao comportamento agrônomo da lavoura foram submetidos à análise de variância com comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de significância, por intermédio do programa estatístico SAS (1993). Os dados também foram submetidos à análise de regressão polinomial, considerando a variável dias após emergência das plantas, pelo procedimento PROC REG do programa estatístico SAS (1993).

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4- 1 estão descritos o resumo das análises de variância das observações de matéria seca de colmo (MSC), folha (MSF), brácteas mais sabugo (MSBS), grãos (MSG) e planta inteira (MSP), assim como a participação dos diferentes constituintes na planta, colmo (PC), folha (PF), brácteas mais sabugo (PBS) e grãos (PG) e também a produção de biomassa verde (PBV), biomassa seca (PBS), produção de grãos (PG), altura de planta (AP) e altura de inserção da primeira espiga (AE).

Tabela 4- 1. Resumo da análise de variância das características estruturais das plantas de milho colhidas em diferentes estádios reprodutivos (R2, R3, R4 e R5).

	Quadrado Médio		R ²	CV	Média	P
	Estádio	Erro				
GL	3	12	-	-	-	-
Teor de MS, %						
Matéria seca Colmo	4,3091	2,2058	0,3281	6,39	23,23	0,1749
Matéria seca Folha	184,0866	5,0316	0,9014	7,36	30,45	0,0001
Matéria seca B+S	64,4091	5,5308	0,7443	7,88	29,83	0,0007
Matéria seca Grãos	347,5866	1,4500	0,9835	2,18	55,00	0,0001
Matéria seca Planta	113,5439	1,3227	0,9554	3,46	33,18	0,0001
% na Planta						
Colmo	4,7225	2,0208	0,3687	6,20	22,91	0,1253
Folha	74,9800	2,6883	0,8745	7,38	22,20	0,0001
Brácteas + Sabugo	27,0425	1,8208	0,7878	5,96	22,61	0,0002
Grãos	231,6900	3,9766	0,9357	6,17	32,27	0,0001
Prod. Biomassa Verde	91232474,4	25174352,4	0,4753	9,76	51406,56	0,0453
Prod. Biomassa Seca	5577364,23	2460514,98	0,3617	9,21	17021,19	0,0330
Prod. Grãos secos	10712559,40	450117,77	0,8561	12,05	5566,31	0,0001
Altura de Planta	0,0019	0,0121	0,0389	5,49	2,00	0,9198
Altura de Espiga	0,0023	0,0052	0,1000	6,17	1,17	0,7254

Onde: MS: matéria seca, B+S: brácteas mais sabugo, CV: coeficiente de variação e P: probabilidade.

Efeitos significativos ($P < 0,05$) e comportamentos lineares positivos foram observados para os teores de matéria seca da planta e dos componentes estruturais colhidos nos diferentes estádios reprodutivos da planta de milho. Na Tabela 4- 2 estão descritos as análises das médias e na Figura 4- 2 as equações de regressão de cada tratamento.

Os teores de matéria seca das folhas foram acrescidos de 22,35% quando colhidos em grão leitoso (R3) para 35,80% quando colhidos em grão duro (R5), apresentando comportamento linear positivo na ordem de 0,7043% para cada dia de avanço da cultura, conduta semelhante foi observada nos constituintes brácteas mais sabugo, grãos e planta

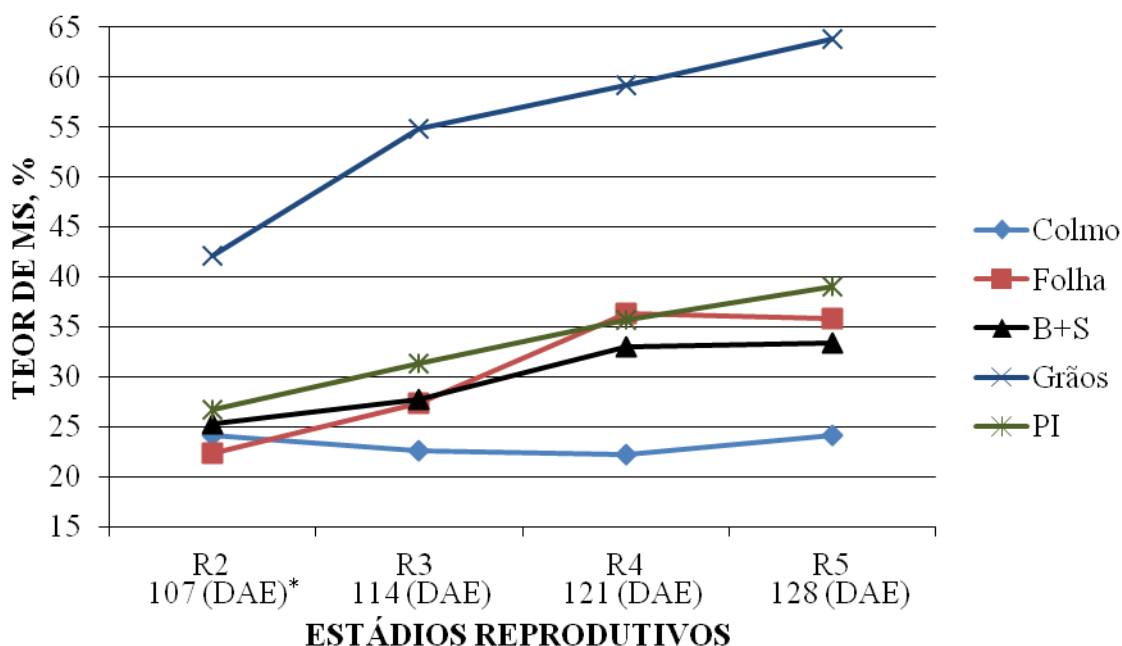
inteira, apresentando comportamento linear positivo na ordem de 0,4250%, 0,9914% e 0,5882% na matéria seca para cada dia de avanço no desenvolvimento da cultura, respectivamente. Entretanto, o constituinte colmo não apresentou variação em seu teor de matéria entre os diferentes estádios de colheita, demonstrando média de teor de matéria seca de 23,24%.

Tabela 4- 2. Teores médios de matéria seca da planta e de seus componentes estruturais colmo, folhas, brácteas mais sabugo e grãos do híbrido de milho SG 6418 para silagem, colhidos em diferentes estádios reprodutivos.

Estádios reprodutivos	Teores de matéria seca, %				
	Colmo	Folha	Brácteas mais Sabugo	Grãos	Planta inteira
Grão leitoso, R2	24,15A	22,35C	25,25B	42,15D	26,73D
Grão pastoso, R3	22,55A	27,35B	27,70B	54,85C	31,35C
Grão farináceo, R4	22,15A	36,30A	33,00A	59,15B	35,63B
Grão farináceo-duro, R5	24,10A	35,80A	33,40A	63,85A	39,03A
Média	23,24	30,45	29,84	55,00	33,19
CV, %	6,39	7,36	7,88	2,18	3,46
Probabilidade	0,1749	0,0001	0,0007	0,0001	0,0001

Médias maiúsculas, seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Pode-se afirmar que o componente estrutural colmo é a parte que apresenta menor taxa de secagem da planta, resultado que corrobora com os apresentados por Oliveira (2010), o que trabalhou com diferentes épocas de colheita da planta de milho encontrou menor taxa de secagem para colmo, sendo esta na ordem de -0,0129% para cada dia de avanço na cultura e média de matéria seca de 23,11% entre os estádios R1 a R5, resultado que demonstra que este componente da planta possui alta capacidade de manter água em sua constituição, podendo ser determinante para manutenção do teor de matéria seca da forrageira.



*DAE: dias após emergência das plantas.

Equações de regressão:

MS do colmo = $23,24$ (CV:6,39; R^2 :0,0015; $P=0,1749$);

MS da folha = $-52,3036 + 0,7043D$ (CV:7,36; R^2 :0,7934; $P=0,0001$), onde D = dias após emergência das plantas;

MS das brácteas mais sabugo = $-20,1000 + 0,4250D$ (CV:7,88; R^2 :0,6819; $P=0,0007$);

MS dos grãos = $-61,4928 + 0,9914D$ (CV:2,18; R^2 :0,9086; $P=0,0001$);

MS da planta = $-35,9339 + 0,5882D$ (CV:3,46; R^2 :0,9511; $P=0,0001$).

Figura 4- 2. Teores médios de matéria seca (MS) da planta e de seus componentes estruturais: colmo, folhas, brácteas mais sabugo e grãos, colhidos em diferentes estágios reprodutivos.

Alterações nas taxas de secagem da planta e de seus componentes estruturais são resultados do desenvolvimento da planta em conjunto com as condições edafoclimáticas (RITCHIE et al, 2003; VONHOLME et al., 2010). De acordo com os mesmos autores, o período de tempo entre os diferentes estádios de maturação do milho pode variar significativamente com a ocorrência de estresses ambientais, podendo determinar o encurtamento dos estádios reprodutivos. No presente trabalho, não foram registrados estresses ambientais durante a condução e avaliações (Figura 4-1).

As variações na constituição de matéria seca dos componentes estruturais da planta de milho, pode ser explicado pelo fenômeno da translocação de fotoassimilados, principalmente quando estas iniciam seu processo reprodutivo, sendo as folhas a principal fonte desses fotoassimilados utilizados para o enchimento dos grãos (FANCELLI e DOURADO NETO,

2004).

Trabalhando com a interação de diferentes híbridos de milho colhidos em diferentes épocas, Pereira et al. (2011) demonstraram que a fração colmo foi capaz de manter a sua produtividade em função do avanço do ciclo da cultura, entretanto, a maior variação de matéria seca e, conseqüentemente, de produção por unidade de área foi verificada para a fração folhas, ocorrendo variação de produção na ordem de 1.550 kg ha^{-1} quando comparados os diferentes híbridos juntamente com os diferentes estádios de colheita.

Zopollatto et al. (2009) avaliando seis híbridos de milho em dois anos agrícolas, observou-se que o avanço do estágio R3 para R5 aumentou os teores de matéria seca das frações colmo (de 16,90% para 26,95%), folha (de 24,20% para 59,95%), grãos (de 53,45% para 70,10%) e da planta inteira (de 14,85% para 45,95%). Nesse sentido, pode-se verificar no presente trabalho, uma variação nos teores de matéria seca na faixa de 13,45; 8,16; 21,74 e 12,26 pontos percentuais, respectivamente para, folhas, brácteas mais sabugo, grãos e planta inteira, com o avanço de 21 dias no ciclo da cultura do milho. Desse modo, o efeito sobre a porcentagem de matéria seca da planta, pode ser explicado pelas alterações ocasionadas pela maturação e pela translocação de nutrientes entre as diferentes estruturas da planta (NEUMANN et al., 2011).

Pode-se verificar um comportamento linear negativo para a participação de colmo (-0,0993% /dia), folhas (-0,4286% /dia) e brácteas mais sabugo (-0,2836% /dia) do estágio R3 para R5, passando a participação das folhas de 28,25% para 18,00%, de brácteas mais sabugos de 26,0% para 19,85% e a de grãos passando de 21,85% para 39,85%. Já a porção colmo apresentou comportamento estável, variando apenas 2,25 pontos percentuais entre o maior e o menor valor encontrado durante as diferentes épocas de colheita. O comportamento estável da fração colmo com o avanço do ciclo da cultura pode ser justificada pelo fato de que a máxima produção da fração fibrosa da planta é atingida quando se inicia a fase reprodutiva (DARBY e LAUER, 2002; VONHOLME et al., 2010).

Com o avanço do estágio de maturação das plantas de milho, constatou-se via equações de regressão gerais, que as participações percentuais de grãos na estrutura da planta de milho cresceram linearmente na ordem de 0,8100% para cada dia de avanço no ciclo da cultura (Figura 4-2). Esta afirmação é fortalecida por estudo de Owens e Zinn (2005), os quais observaram acréscimo de grãos na ordem de 1% para cada dia de avanço no ciclo da cultura, demonstrando que a planta de milho possui grande capacidade em aumentar a participação de

grãos na sua constituição a partir do estágio reprodutivo R3, fato que culmina no benefício das suas características químico-bromatológicas.

Estudos de Demarquilly (1994), demonstra que a qualidade de uma planta de milho pra silagem é resultado de três fatores principais: o teor de grãos na constituição, a participação e digestibilidade da parede celular dos outros constituintes da planta, portanto, além dos grãos, a fração colmo, folhas, brácteas e sabugo possuem grande importância na qualidade final da forragem.

Para escolha de uma cultivar de milho visando produção de volumoso para alimentação animal, o primeiro fator levado em consideração é a capacidade produtiva de grãos entre os diferentes híbridos comerciais, secundariamente a este quesito, é preferível optar pela cultivar que apresenta maior proporção de folhas, resultando em aumento na quantidade de matéria seca, com maior valor energético (DEMARQUILLY, 1994; ZOPOLLATTO, 2007).

Tabela 4- 3. Percentagem das frações colmo, folhas, brácteas mais sabugo e grãos na estrutura física da planta de milho para silagem em diferentes estádios reprodutivos.

Estádios reprodutivos	Participação dos diferentes constituintes da planta, % na MS			
	Colmo	Folha	Brácteas mais Sabugo	Grãos
Grão leitoso, R2	23,95A	28,25A	26,00A	21,85C
Grão pastoso, R3	23,70A	20,90BC	23,00B	32,35B
Grão farináceo, R4	21,70A	21,65B	21,60BC	35,05B
Grão farináceo-duro, R5	22,30A	18,00C	19,85C	39,85A
Média	22,91	22,20	22,61	32,28
CV, %	6,20	7,38	5,96	6,17
Probabilidade	0,1253	0,0001	0,0002	0,0001

Médias maiúsculas, seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Zopollatto et al. (2009) verificaram efeito linear positivo na ordem de 0,5% por dia na participação de grãos na planta, resultado este inferior ao encontrado no presente trabalho. Os

mesmos autores também verificaram efeito linear negativo para participação de folhas variando de 27,5% para 10,8% do primeiro corte (65 dias após semeadura) para o último corte (125 dias após semeadura), caracterizando, os estádios VT (pendoamento) a R6 (maturidade fisiológica).

Beleze et al. (2003) demonstraram efeito cúbico do tempo na proporção de colmo mais bainha em plantas de milho colhidas em diferentes estádios, variando de 18,89% a 22,13% entre os diferentes híbridos avaliados, já para grãos verificaram um incremento de 0,42% ao dia de avanço do ciclo da cultura.

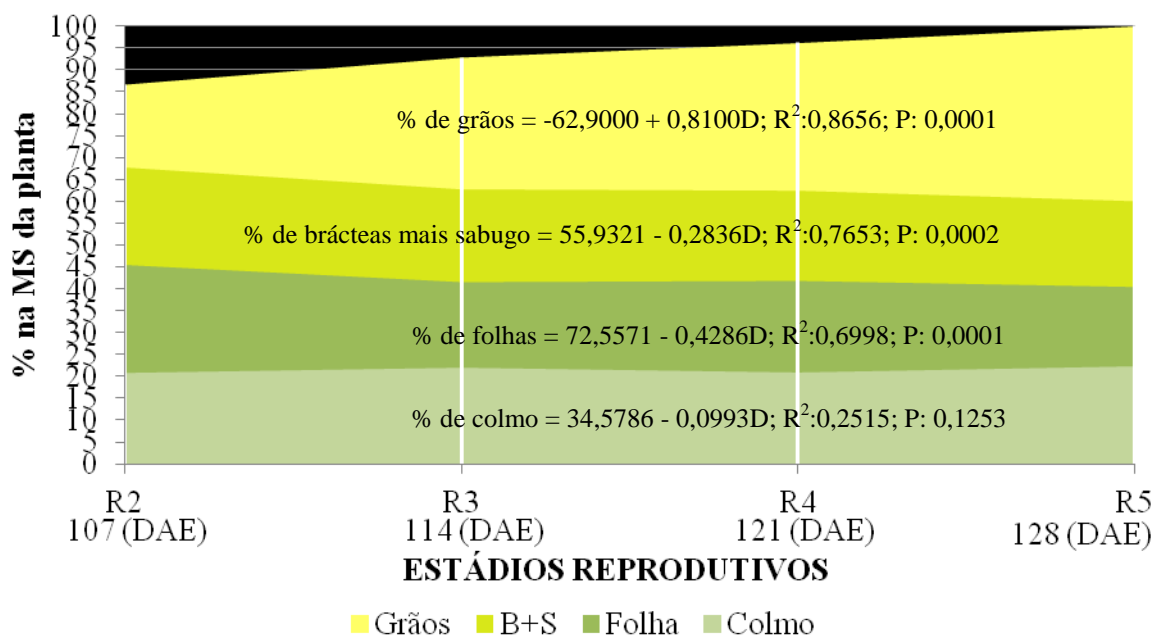


Figura 4- 3. Participação dos diferentes componentes estruturais na planta de milho: grãos, brácteas mais sabugo (B+S), folhas e colmo, de acordo com a produção máxima de cada estádio reprodutivo da cultura do milho.

Diversos trabalhos foram desenvolvidos buscando identificar a possível influência dos diferentes constituintes da planta de milho na qualidade da forragem e silagem (NUSSIO e MANZANO, 1999; THOMAS et al., 2001; CAETANO, 2001; ZOPOLLATTO et al., 2009; FERREIRA et al., 2011). De fato, os constituintes da planta influenciam na qualidade nutricional da planta de milho, sendo está constituída por duas frações distintas: a fração grãos e a fração fibrosa (SILVA, 1997).

Para que a planta de milho atinja a sua capacidade de ser um volumoso de alta qualidade, a proporção de grãos no total da massa deve ser maior que 45% (NUSSIO, 1993), esta proporção garante altos teores de carboidratos solúveis, que quando destinados a conservação da forragem, favorecem o desenvolvimento de microrganismos produtores de ácido láctico, promovendo a queda do pH da silagem, menor produção de ácido butírico e de nitrogênio amoniacal (JALČ et al., 2009). Nesse sentido, Nussio et al. (1992) definiu que a planta de milho, no momento da ensilagem, deve apresentar proporções na base seca de 20 a 23% de colmo, 12 a 16% de folhas e 65% de espiga.

Quanto a dinâmica da produção acumulada da matéria verde e matéria seca (Tabela 4-5), com o avanço do ciclo produtivo da cultura do milho, pode-se verificar que a produção de matéria verde reduziu em 20,6%, enquanto a produção de matéria seca cresceu em 15,5%, dos 107 aos 128 dias após a emergência (R3 a R5), ou seja, para cada dia de avanço no estágio fenológico reduziu-se 580,4 kg ha⁻¹ o acúmulo de matéria verde, paralelamente ao aumento de 111,3 kg ha⁻¹ de matéria seca, o que evidencia a oportunidade de redução de custos de produção de nutrientes, juntamente com a obtenção de melhora de qualidade da forragem resultante.

Tabela 4- 4. Altura de planta e de espiga e produções de biomassa verde, de biomassa seca e de grãos secos de milho para silagem, colhido em diferentes estádios reprodutivos.

Estádios reprodutivos	Produção de biomassa verde (kg ha ⁻¹)	Produção de biomassa seca (kg ha ⁻¹)	Produção de grãos secos * (kg ha ⁻¹)
Grão leitoso, R2	57.185A	15.503B	3.387C
Grão pastoso, R3	53.264A	16.816AB	5.463B
Grão farináceo, R4	48.695AB	17.467AB	6.129AB
Grão farináceo-duro, R5	46.483B	18.300A	7.286A
Média	51.407	17.021	5.566
CV, %	9,76	9,21	12,05
Probabilidade	0,0453	0,0330	0,0001

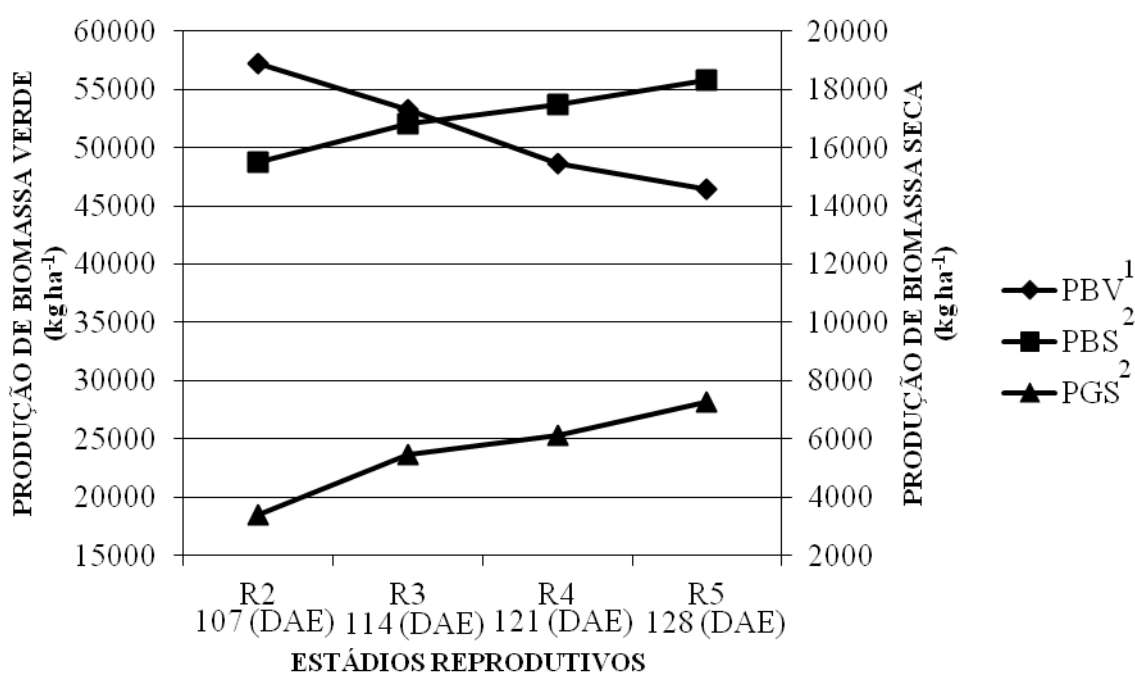
* Valores para produção de grãos secos corrigidos para 13% de umidade.

Médias maiúsculas, seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

De acordo com Nussio et al. (2001), o estágio ideal de colheita da lavoura de milho visando produção de silagem, corresponde àquele em que a planta apresenta maior produção de massa seca digestível por unidade de área e teor de umidade na faixa de 63 a 67%, o qual representaria o final do estágio de grão leitoso e grão farináceo, ou estádios reprodutivos R3 e R4, proporcionando a ocorrência de um processo de compactação e fermentação satisfatórios.

Observa-se na Figura 4-3 um comportamento linear positivo diário na ordem de $176,62 \text{ kg ha}^{-1}$ para produção de grãos secos por unidade de área, evidenciando-se que a planta de milho aumenta sua capacidade produtiva e qualitativa entre os estádios reprodutivos de R3 a R5.

O estágio em que a planta se encontra no momento da confecção de silagem é um fator importante na tomada de decisão, pois esse afeta diretamente a produção de forragem por área, a qualidade e o consumo da silagem obtida (FACTORI, 2008). Observações de Demarquilly (1994) constam que ao se elevar em cinco pontos percentuais o teor de matéria seca do milho, quando este já se encontra no estágio reprodutivo, corresponde em média, a um aumento de 5,7% na produção de grãos e, quando esta silagem é fornecida para novilhos em confinamento, determina uma variação positiva de 4% na velocidade de crescimento dos animais. No presente trabalho, ao se elevar em 7,8 unidades percentuais a matéria seca da silagem, foi observado uma variação de apenas 2% na produtividade de grãos.



¹Eixo primário; ²Eixo secundário.

Equações de regressão:

Produção de biomassa verde = $112964 - 523,8893D$ (CV:9,76; R^2 :0,4671; $P=0,0453$);
 Produção de biomassa seca = $1839,77 + 129,2036D$ (CV:9,21; R^2 :0,3537; $P=0,0330$);
 Produção de grãos = $-15187 + 176,6250D$ (CV:12,05; R^2 :0,8144; $P=0,0001$).

Figura 4- 4. Produção de biomassa verde (PBV), biomassa seca (PBS) e grãos secos (PGS) com o decorrer do ciclo da cultura do milho.

A produção de matéria seca por unidade de área não apresentou diferenças significativas ($P>0,05$) demonstrando valores de $16.816 \text{ kg ha}^{-1}$ e $18.300 \text{ kg ha}^{-1}$ para os estádios respectivos de R3 e R5. Resultados superiores aos apresentados foram evidenciados por Souza Filho et al. (2011), demonstrando produções de 19.978 , 21.489 e $22.032 \text{ kg ha}^{-1}$ para híbridos com diferentes relações colmo/folha colhidos em 3 diferentes estádios reprodutivos, 1/2 linha do leite, 3/4 linha do leite e camada negra respectivamente, apresentando concomitantes matérias secas de 33,5%, 39,4% e 52,2%.

Beleze et al. (2003) avaliando o efeito da idade da planta de milho sobre a produção de matéria verde por unidade de área, constataram decréscimo na produção de matéria verde na ordem de 7 a 20 toneladas por hectare, quando estas plantas passaram de 20,74% de matéria seca para 48,27% de matéria seca. Trabalho realizado por Oliveira (2010), demonstrou aumento na produção de matéria verde na ordem de 11.669 kg por hectare com o decorrer de apenas 14 dias no ciclo da planta, ou seja, passagem do estádio R3 e R5.

De acordo com Lewis (2004), a produção de matéria seca de foragem pode ser afetada pela altura de colheita da cultura, reportando uma variação negativa de $0,8 \text{ t}$ por hectare a cada 15 cm de elevação na altura de colheita. Neumann et al. (2011), demonstraram que as características agronômicas produtivas ideais para uma lavoura de milho, visando produção de volumoso para alimentação animal, deveria apresentar uma produção de matéria verde superior a $55.000 \text{ kg ha}^{-1}$, produção de matéria seca superior a $18.000 \text{ kg ha}^{-1}$ e produções de grãos maiores que 7.000 kg ha^{-1} .

Realizou-se a colheita das plantas em dois estádios, seguindo a recomendação de Nussio et al. (2001), no primeiro estádio almejando-se matéria seca próxima a 30% e o segundo estádio almejando matéria seca de 40%, no momento da colheita de cada tratamento (R3 e R5), sendo observado matérias secas de 31,35 e 39,03%, respectivamente. Nesse sentido, estão descritos na Tabela 4-6 o resumo da análise de variância e Tabela 4-7 os valores nutricionais encontrados nas plantas de milho colhidas em dois estádios reprodutivos (R3 e R5).

Tabela 4- 5. Resumo da análise de variância das características químicas das plantas de milho colhidas em dois estádios reprodutivos (R3 e R5).

GL	Quadrado Médio		R ²	CV	Média	Probabilidade
	Estádio	Erro				
	1	7	-	-	-	-
MS	39,8278	0,0501	0,9925	0,68	32,89	0,0001
PB	0,4753	0,0645	0,5509	3,74	6,77	0,0350
FDN	12,3008	0,7686	0,7273	2,00	43,70	0,0071
HEM	1,9208	0,1309	0,7097	1,86	19,43	0,0087
FDA	4,5150	0,9156	0,4511	3,94	24,27	0,0481
MM	0,0120	0,0251	0,0736	4,07	3,89	0,5156
NDT	2,2155	0,4473	0,4521	0,94	70,85	0,0500
CMSPV	0,0512	0,0026	0,7624	1,87	2,75	0,0046
VRF	242,0000	17,4334	0,6982	2,76	151,14	0,0098

Onde: MS: matéria seca, PB: proteína bruta, FDN: fibra em detergente neutro, HEM: hemicelulose, FDA: fibra em detergente ácido, MM: matéria mineral, NDT: nutrientes digestíveis totais, CMSPV: consumo de matéria seca em relação ao peso vivo, VRF: valor relativo da forragem e CV: coeficiente de variação.

Dados da Tabela 4-6 demonstram ocorrência de diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os diferentes estádios de colheita das plantas para os teores de matéria seca (31,35% contra 39,03%), proteína (7,02% contra 6,54%), fibra em detergente neutro (44,95% contra 42,46%), hemicelulose (19,93% contra 18,95%), fibra em detergente ácido (25,02% contra 23,52%), consumo de matéria seca em relação ao peso vivo (2,67% contra 2,83%), nutrientes digestíveis totais (70,32% contra 71,38%) e valor relativo da forragem (145,65 contra 156,65).

O maior potencial de consumo de matéria seca apresentado pelo material em estádio R5 pode ser explicado pela maior taxa de grãos na massa encontrada frente ao estádio R3. A relação entre consumo de matéria seca e digestibilidade da matéria seca, expressa no item valor relativo da forragem, demonstrou que o estádio R5 proporcionou uma forragem de melhor qualidade, estando também este fato diretamente relacionado aos teores de fibra em detergente neutro apresentado pelo material.

Tabela 4- 6. Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), hemicelulose (HEMI), fibra em detergente ácido (FDA), matéria mineral (MM), nutrientes digestíveis totais (NDT), consumo estimado de matéria seca (CMS) e valor relativo da forragem (VRF) das plantas colhidas em diferentes estádios reprodutivos.

Parâmetros	Estádios reprodutivos		Média	CV, %	Probabilidade
	Grão pastoso	Grão farináceo-duro			
	R3	R5			

MS, %	31,35b	39,03a	35,19	0,68	0,0001
PB, % na MS	7,02a	6,54b	6,78	3,74	0,0350
FDN, % na MS	44,95a	42,46b	43,71	2,00	0,0071
HEMI, % na MS	19,93a	18,95b	19,44	1,86	0,0087
FDA, % na MS	25,02a	23,52b	24,27	3,94	0,0481
MM, % na MS	3,94a	3,86a	3,90	4,07	0,5156
NDT, % MS	70,32b	71,38a	70,85	0,94	0,0500
CMS, % PV	2,67b	2,83a	2,75	1,87	0,0046
VRF, índice	145,65b	156,65a	151,15	2,76	0,0098

Médias na linha, seguidas de letras minúsculas diferentes, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Os resultados apresentados demonstram que com o avanço no ciclo da cultura do milho, melhoras quantitativas e qualitativas podem ser alcançadas, desta maneira é possível incrementar a produção alterando apenas o manejo de colheita do alimento volumoso que será destinado a alimentação animal.

Vários trabalhos de pesquisa demonstram uma redução nos teores de fibra em detergente neutro com o avanço da maturidade da planta (DI MARCO et al., 2002; FILYA, 2004). Em contraste, Estrada-Flores et al. (2006) e Vilela et al. (2008) relatam aumentos nos teores de fibra em detergente neutro com o avanço da maturidade da planta. Isso se deve ao episódio de deposição de amido nos grãos, existindo estádios em que a planta deposita poucas quantidades de amido, caracterizando este estágio pelo aumento da fibra em detergente neutro com o avançar do ciclo da planta, por outro lado, estádios que apresentam maior acúmulo de amido nos grãos são caracterizados pela capacidade de manter ou até mesmo diminuir as taxas de fibra em detergente neutro das plantas (SOUZA FILHO et al., 2011).

Pode ser observado na figura 4-5, a comparação das médias obtidas nas análises bromatológicas de silagens de milho colhidas nos estádios reprodutivos de R3 e R5. Evidenciou-se tendência de obtenção de melhores valores bromatológicos para a silagem colhida em estágio reprodutivo de R5, sendo demonstrado principalmente pela fração fibrosa da planta, representado pela fibra em detergente ácido, hemicelulose e fibra em detergente neutro.

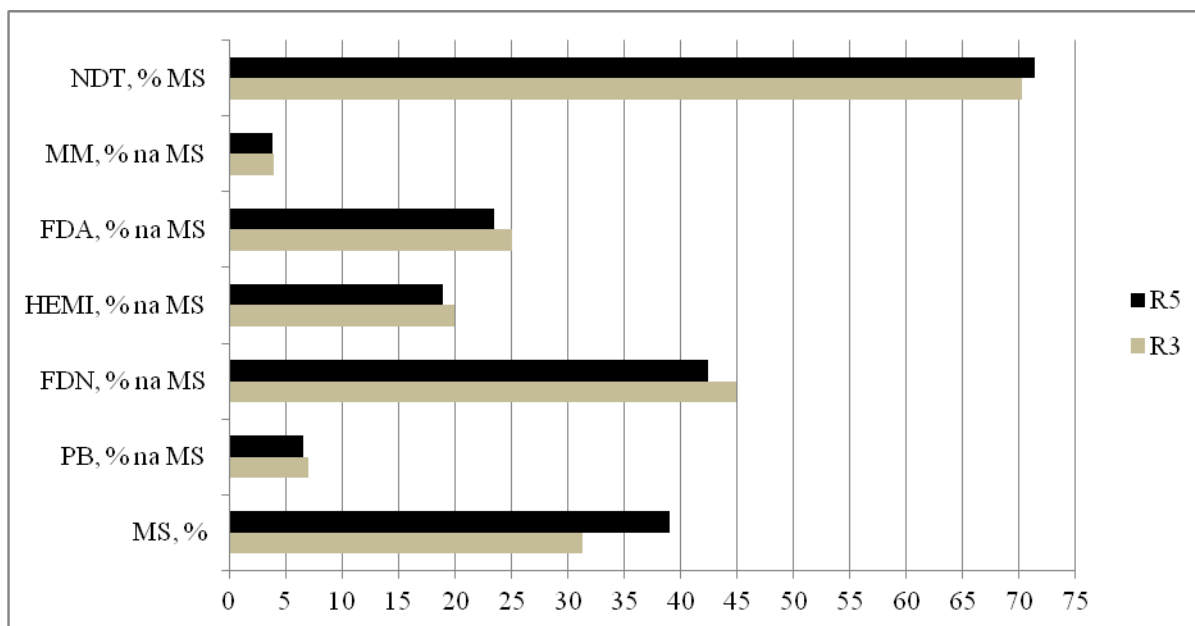


Figura 4- 5. Teores médios de nutrientes digestíveis totais (NDT), matéria mineral (MM), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEMI), fibra em detergente neutro (FDN), proteína bruta (PB), e matéria seca (MS) das plantas colhidas em diferentes estádios reprodutivos.

Trabalho realizado por Oliveira (2010), possuindo metodologia muito parecida com a exposta no presente trabalho, encontrou diferenças significativas ($P < 0,05$) para as avaliações de fibra em detergente neutro (55,08% e 50,55%), fibra em detergente ácido (33,38% e 26,12%) e celulose (28,27% e 21,14%), sendo os resultados expressos em percentagem da matéria seca para os estádios R3 e R5 respectivamente. Sendo os valores apresentados pelo autor superiores ao encontrados no presente trabalho.

O aumento na capacidade de consumo e o aumento na produção de leite está diretamente relacionada com o aumento da matéria seca da forragem, sendo os melhores resultados encontrados para as matérias secas de 30 a 36% (JOHNSON et al., 1999; NUSSIO et al., 2001), no entanto, o presente trabalho demonstra o melhor consumo de matéria seca quando a forragem encontrou-se com o teor de 39,03% de matéria seca, porém, trabalhos relacionando consumo de matéria seca, produção de leite, composição do leite e digestibilidade da forragem com o avanço do estágio reprodutivo não são consistentes (JOHNSON et al., 1999).

Entretanto, Szasz et al. (2007) avaliando híbridos de milho com diferentes texturas de grãos encontrou médias de consumo de matéria seca variando de 1,28 a 1,55% do peso vivo de vacas cruzadas angus-jersey apresentando 450 kg de peso corporal, os autores justificaram

os baixos valores de consumo, pela influencia da raça com aptidão leiteira nos animais.

Quanto aos valores de nutrientes digestíveis totais, pode ser observado a tendência de se melhorar a quantificação desse parâmetro em estádios avançados de maturação da planta, de encontro com essa afirmação encontramos o trabalho realizado por Cabral et al. (2002), os quais trabalhando com silagem de milho contendo diferentes proporções de grãos na massa, 0%, 15%, 30%, 45% e 60%, observaram valores de nutrientes digestíveis totais, respectivamente, na ordem de 56,08%, 63,54%, 69,25%, 75,42% e 81,40%.

Já Oliveira (2010) apresentou resultados para nutrientes digestíveis totais de 64,48% e 69,59% para plantas de milho colhidas nos estádios R3 e R5, os quais representaram valores de matéria seca de 26,2% e 31,6%. Embora os estádios reprodutivos estudados pelo autor sejam os mesmos demonstrados no presente trabalho, os teores de matéria seca das plantas e as percentagens de nutrientes digestíveis totais apresentados foram inferiores às do presente estudo.

Nesse sentido, Nussio et al. (2001) reporta que o enchimento dos grãos e a perda de digestibilidade dos componentes estruturais da planta são eventos concomitantes, por isso sugere-se estádios avançados no ciclo da planta de milho como sendo o ponto ideal de colheita, conciliando maior acúmulo de grãos e, conseqüentemente, maior diluição da fração FDN por amido, mantendo o NDT inalterado, favorecendo o processo fermentativo da silagem e o consumo pelos animais.

4.5 CONCLUSÕES

O aumento na participação dos grãos na constituição das plantas com o avanço no ciclo da cultura, acarretou melhoria na composição bromatológica, e nos índices qualitativos da forragem.

O avanço no ciclo produtivo do milho de R3 para R5 incrementou a produção de matéria seca por unidade de área e diluiu a porção fibrosa na forragem resultante.

4.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - A.O.A.C. 1995. **Official methods of analysis**. 16.ed. Washington, D.C.: AOAC, 1995. 2000p.

BELEZE, J.R.F.; ZEOULA, L.M.; CECATO, U.; DIAN, P.H.M.; MARTINS, E.N.; FALCÃO, A.J.S. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays* L.) em diferentes estádios de maturação. 2. Concentrações dos componentes estruturais e correlações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.3, p.538-545, 2003.

BOLSEN, K.K. Silage Technology. In: AUSTRALIAN MAIZE CONFERENCE, 2., 1996, Queensland. **Proceedings...** Queensland: Gatton College, 1996. p.1-30.

CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J.T.; PEREIRA, O.G.; VELOSO, R.G.; PEREIRA, E.S. Cinética ruminal das frações de carboidratos, produção de gás, digestibilidade *In Vitro* da matéria seca e NDT estimado da silagem de milho com diferentes proporções de grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.6, p.2332-2339, 2002.

CAETANO, H. **Avaliação de onze cultivares de milho colhidos em duas alturas de corte para produção de silagem**. 2001, 178p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

CHAMPION M. Limagrain, a Research Leader in Maize Silage. In: 14th INTERNATIONAL SYMPOSIUM FORAGE CONSERVATION, 2010; Brno. **Anais...** 224p. ISBN 978-80-7375-386-3, Brno Czech Republic, 2010.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (CQFS RS/SC). **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.

DARBY, H.M.; LAUER, J.G. Harvest date and hybrid influence on corn forage yield, quality, and preservation. **Agronomy Journal**, Madison, v.94, n.2, p.559-566, 2002.

DEMARQUILLY, C. Facteurs de variation de la valeur nutritive du mays ensilage. INRA. **Animal Production**, Bornova, v.7, n.3, p.177-189, 1994.

DI MARCO, O.N.; AELLO, M.S.; NOMDEDEU, M.; VAN HOUTTE, S. Effect of maize crop maturity on silage chemical composition and digestibility (in vivo, in situ and in vitro). **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.99, n.3, p.37-43, 2002.

ESTRADA-FLORES, J.G.; GONZÁLEZ-RONQUILLO, M.; MOULD, F.L.; ARRIAGA-JORDÁN, M.; CASTELÁN-ORTEGA, O.A. Chemical composition and fermentation characteristics of grain and different parts of the stover from maize land races harvested at different growing periods in two zones of central Mexico. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.82, n.6, p.845-852, 2006.

FACTORI, M.A. **Degradabilidade Ruminal de Híbridos de Milho Em Função do Estádio de Colheita e Processamento na Ensilagem**. 40p. Dissertação de mestrado em zootecnia – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2.ed. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360p.

FERREIRA, G.D.G.; BARRIÈRI, Y.; EMILE, J.C.; JOBIM, C.C. Caracterização morfo-

anatômica do colmo de genótipos de milho. **Archivos de Zootecnia**, Cordova, v.60, n.230, p.237-246, 2011.

FILYA, L. Nutritive value and aerobic stability of whole crop maize silage harvested at four stages of maturity. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.116, n.1, p.141-150, 2004.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. Forage fiber analysis: apparatus reagents, procedures and some applications. Washington, D. C, [s.n.], **Agricultural Handbook**, p.379, 1970.

IAPAR - Instituto Agronômico do Paraná. **Cartas Climáticas do Paraná**. Versão 1.0. 2000. (formato digital, 1 CD).

JALČ, D.; LAUKOVÁ, Z.; SIMONOVÁ, M.P.; VÁRADYOVÁ, Z.; HOMOLKA, P. Bacterial inoculants effects on corn silage fermentation and nutrient composition. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.54, n.2, p.84-91, 2009.

JOHNSON, L. Nutritive value of corn silage as affected by maturity and Mechanical process. A comtemporary review. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.82, n.12, p.2813-2825, 1999.

LEWIS, A.L.; COX, W.J.; CHERNEY, J.H. Hybridy, maturity and cutting height interactions on corn forage yield and quality. **Agronomy Journal**, Madison, v.96, n.1, p.267-274, 2004.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 3. ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

NEUMANN, M.; OLIVEIRA, M.R.; ZANETTE, P.M.; UENO, R.K.; MARAFON, F.; SOUZA, M.P. Aplicação de procedimentos técnicos na ensilagem do milho visando maior desempenho animal. In: IV SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2011, Maringá. **Anais...** 292 p. ISBN 978-85-63633-09-5 Maringá, 2011.

NUSSIO, L.G. Produção de silagem de alta qualidade. In: 19ª REUNIÃO NACIONAL DE MILHO E SORGO. **Anais...** Porto Alegre: Secretária de Agricultura e Abastecimento, 1992. p.155-175.

NUSSIO, L.G. Milho e sorgo para produção de silagem. In: SANTOS, F.A., NUSSIO, L.G., SILVA, S.C. (Eds.). **Volumosos para bovinos**. Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 75-177.

NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P. Silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS: ALIMENTAÇÃO SUPLEMENTAR, 7. Piracicaba, 1999. **Anais...** Piracicaba, FEALQ, 1999. p.27-46.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; DIAS, F.N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2001.

OLIVEIRA, M.R. **Efeito do Estádio de Maturação na Qualidade de Silagens de Milho na Resposta Econômica de Novilhos Confinados**. 125p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Centro

Oeste, Guarapuava-PR, 2010.

OWENS, F.; ZINN, R.A. Corn Grain for Cattle: Influence of Processing on Site and Extent of Digestion. **Processing Southwest Nutrition Conference**, Califórnia, v.1, n.1, p.86-112, 2005.

PEREIRA, J.L.A.; VON PINHO, R.G.; SOUZA FILHO, A.X.; SANTOS, A.O.; FONSECA, R.G. Avaliação de componentes estruturais da planta de híbridos de milho colhidos em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.10, n.1, p.47-55, 2011.

PEREIRA, M.N.; PINHO, R.G.V.; BRUNO, R.G.S.; CALESTINE, G.A. Ruminal degradability of hard or soft texture corn grain at three maturity stages. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.61, n.4, p.358-363, 2004.

POTT, C.A.; MÜLLER, M.M.L.; BERTELLI, P.B. Adubação verde como alternativa agroecológica para recuperação da fertilidade do solo. **Revista Ambiência**, Guarapuava, v.3, n.2, p.51-63, 2007.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. Como a planta de milho se desenvolve. **Potafós: Arquivo do Agrônomo**, n.15, 2003. 20p. (Informações Agronômicas, n.103).

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide: statistics**. 4.ed. Version 6. Cary, North Caroline, v.2, 1993. 943p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos, métodos químicos e biológicos**. 3ª. ed. - 4ª reimpressão. Universidade Federal de Viçosa, 2009, 235p.

SILVA, L.F.P. **Avaliação de características agronômicas e nutricionais de híbridos de milho para silagem**. 1997. 98p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 1997.

SOUZA FILHO, A.X.; VON PINHO, R.G.; PEREIRA, J.L.A.R.; REIS, M.C.; REZENDE, A.V.; MATA, D.C. Influence of stage of maturity on bromatological quality of corn forage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.9, p.1894-1901, 2011.

SZASZ, J. I.; HUNT, C. W.; SZASZ, P. A.; WEBER, R. A.; OWENS, F. N.; KEZAR, W.; TURGEON, O. A. Influence of endosperm vitreousness and kernel moisture at harvest on site and extent of digestion of high-moisture grain by feedlot steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.85, n.9, p.2214-2221, 2007.

THOMAS, E.D.; MANDEBVU, P.; BALLARD, C.S.; SNIFFEN, C.J.; CARTER, M.P.; BECK, J. Comparison of corn silage hybrids for yield, nutrient composition, in vitro digestibility, and milk yield by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.84, n.10, p.2217-2226, 2001.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition, **Journal of dairy Science**, Savoy, v.74, p.3583-3597, 1991.

VILELA, H.H.; REZENDE, A.V.; VIEIRA, P.F.; ANDRADE, G.A.; EVANGELISTA, A.R. ALMEIDA, G.B.S. Valor nutritivo de silagens de milho colhido em diversos estádios de maturação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.7, p.1192-1199, 2008.

VONHOLME, R.; DEMEDTS, B.; MORREEL, K.; RALPH, J.; BOERJAN, W. Lignin biosynthesis and structure. **Plant Physiology**, Waterbury, v.153, n.3, p.895-905, 2010.

ZELLER F., SCHWARZ F.J. Chemical composition and feeding value of maize residual plants in different varieties. In:14° INTERNATIONAL SYMPOSIUM FORAGE CONSERVATION, 2010. Brno. **Anais...** 224p. ISBN 978-80-7375-386-3, Brno Czech Republic, 2010.

ZOPOLLATTO, M. **Avaliação do efeito da maturidade de cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem sobre a produtividade, composição morfológica e valor nutritivo da planta e de seus componentes**. 210p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2007.

ZOPOLLATTO, M.; NUSSIO, L.G.; MARI, L.J.; SCHMIDT, P.; DUARTE, A.P.; MOURÃO, G.B. Alterações na composição morfológica em função do estágio de maturação em cultivares de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.3, p.452-461, 2009.

CAPÍTULO 2 - CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS E PERDAS NO PROCESSO FERMENTATIVO DE SILAGENS DE MILHO, COLHIDAS EM DIFERENTES ESTÁDIOS REPRODUTIVOS COM DIFERENTES PROCESSAMENTOS DE GRÃOS

5.1 RESUMO

O experimento foi conduzido no Núcleo de Produção Animal (NUPRAN) da Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO), com o objetivo de avaliar o efeito da colheita da planta de milho em diferentes estádios reprodutivos e com diferentes processamentos de grãos sobre as perdas e o valor nutritivo das silagens. Não houve interação significativa ($P>0,05$), individual ou combinada entre estágio de colheita e processamento do grão para teor de proteína bruta, para as silagens resultantes dos diferentes tratamentos, apresentando média geral de 6,25%. Diferenças significativas quanto ao estágio de colheita mostraram-se em menores valores ($P<0,05$) para os teores de matéria seca (26,70% contra 34,78%) e maiores valores para os teores de matéria mineral (4,35% contra 3,87%), fibra em detergente ácido (32,63% contra 23,36%) e fibra em detergente neutro (52,06% contra 42,07%) no estágio de colheita de grão pastoso (R3) comparativamente ao estágio de grão duro (R5), respectivamente. Elevadas perdas de matéria seca foram encontradas no estágio R3, sendo estas nas dimensões de 14,59% e 20,06%, respectivamente para as silagens com e sem processador de grãos, diferindo significativamente ($P>0,05$) dos resultados encontrados para o estágio R5, o qual obteve média das perdas na ordem de 5,77%, demonstrando que silagens colhidas em estágio R5, possibilitam maior recuperação de matéria seca e, conseqüentemente, maior economia para o produtor rural. Quanto ao parâmetro de perdas de proteína bruta, não foram evidenciadas diferenças significativas para os efeitos isolados ou associados dos estádios de colheita e processamento do grão na silagem de milho. Elevadas diferenças podem ser percebidas quanto às perdas de fibra em detergente neutro e perdas de fibra em detergente ácido das silagens, justificado pelo aumento nos teores de fibra em detergente ácido na proporção média de 22,96% nas silagens colhidas no estágio R3 e redução nos seus teores com média de 4,60%, para o estágio R5. Não observou-se diferenças significativas ($P<0,05$) para o tamanho de partículas quanto os diferentes tratamentos, sendo observado significância apenas quanto a participação de grãos inteiros na massa, este variando na média de 2,59% para 10,27% da matéria seca, respectivamente para o estágio R3 e R5. De maneira geral, a

ensilagem das plantas de milho em estágio reprodutivo R5 proporcionou menores perdas nutritivas da silagem no armazenamento, além de maior acúmulo de grãos na massa quando comparado ao estágio R3.

Palavras-chave: Taxa de secagem, estádios reprodutivos, valor relativo da silagem, perdas de nutrientes.

CHAPTER 2 - NUTRITIONAL CHARACTERISTICS AND LOSSES ON FERMENTATION OF CORN SILAGE, HARVESTED IN DIFFERENT REPRODUCTIVE STAGES WITH DIFFERENT GRAIN PROCESSING

ABSTRACT

The aim of this study was evaluate the harvest of corn plant in different reproductive stages and different processing grain about losses and nutritive value of silages. No significant interaction ($P > 0.05$), individually or combined stadium between harvesting and processing of grain for protein content, for silage resulting from the different treatments, with overall average of 6.25%. Significant differences in the stage of harvest showed up in lower ($P < 0.05$) for dry matter (26.70% against 34.78%) and higher values for contents of mineral matter (4.35 % against 3.87%), acid detergent fiber (32.63% vs. 23.36%) and neutral detergent fiber (52.06% against 42.07%) in the level of harvest dough (R3) compared to the level of hard grain (R5), respectively. High dry matter losses were found at stage R3, which are the dimensions of 14.59% and 20.06% respectively to silages with and without grain processor, significantly different ($P > 0.05$) results found for the R5 stage, which had an average loss of around 5.77%, demonstrating that silage harvested at R5 stage, allow greater dry matter recovery and hence greater savings for the farmer. Regarding the parameter of losses of crude protein, there were no significant differences for the effects of isolated or associated stages of harvesting and processing of grain in corn silage. Large differences can be perceived as the loss of neutral detergent fiber and loss of acid detergent fiber silage, justified by the increase in the levels of acid detergent fiber in the average share of 22.96% in the silage harvested at stage R3 and reduction in their concentration with an average of 4.60% for the R5 stage. No significant differences were observed ($P < 0.05$) for the particle size as the different

treatments, only significance being observed as the participation of whole grains in bulk, this ranging on average from 2.59% to 10.27% dry matter, respectively for stage R3 and R4-R5. In general, silage maize plant reproductive stage R5 provided smaller losses nutritious silage storage and greater accumulation of grains in bulk when compared to R3 stage.

Keywords: drying rate, reproductive stages, the relative value of the silage nutrient losses.

5.2 INTRODUÇÃO

A decisão do estágio correto em que a cultura do milho deve ser ensilada constitui o principal erro cometido por muitos produtores e técnicos. As recomendações da época ideal de colheita são variadas, sendo preconizado que a silagem deve estar com o seu teor de matéria seca entre 30 a 35%, após a abertura do silo (NUSSIO e MANZANO, 1999). Entretanto, para que obtenhamos estes valores de matéria seca temos que levar em consideração as possíveis perdas que podem ocorrer através do processo fermentativo da silagem.

O processo de ensilagem não melhora a qualidade do alimento, visa apenas manter o valor nutricional mais próximo possível à do material antes de ser ensilado (VAN SOEST, 1994). Após a vedação do silo, inicia-se reações bioquímicas inerentes as características químicas e microbiológicas da planta ensilada, de acordo com Mühlbach (1999) essas reações são compostas por processos de origem endógena que englobam a respiração e lise celular, proteólise, degradação enzimática de oligossacarídeos à açúcares simples, ação aeróbia de fungos, leveduras e enterobactérias, ações anaeróbias controlada por lactobacilos ou por bactérias clostrídicas, reação de Maillard e a hidrólise da hemicelulose da planta, estando estes eventos fortemente ligados com a ocorrência de perdas ou com a manutenção da qualidade da silagem.

Segundo Neumann et al. (2007a), a mensuração das perdas de matéria seca e dos demais nutrientes na ensilagem é difícil e exige metodologias específicas e precisas, pois depende da coleta de amostras representativas as condições do silo. As perdas de um alimento ensilado é quantificada pelo desaparecimento, em partes, de sua constituição bromatológica, sendo a matéria seca o principal fator mensurado para estimar perdas no processo, segundo Santos et al., (2006), as perdas de energia são proporcionalmente menores que as perdas de

matéria seca, justificando a utilização deste critério como parâmetro determinante de qualidade da silagem.

Neste sentido, objetivou-se avaliar o efeito da colheita da planta de milho em diferentes estádios reprodutivos, associado a diferentes processamentos de grãos sobre as perdas e o valor nutritivo das silagens resultantes.

5.3 MATERIAL E MÉTODOS

5.3.1 Local experimental e dados meteorológicos

O experimento foi conduzido no Núcleo de Produção Animal (NUPRAN) do setor de ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), no município de Guarapuava – PR, situado na zona subtropical do Paraná (MAACK, 2002), sob as coordenadas geográficas 25°23'02" de latitude sul e 51°29'43" de longitude oeste e 1.026 m de altitude.

O clima da região segundo a classificação de Köppen é o temperado de altitude – Cfb (Subtropical mesotérmico úmido), com verões amenos e inverno moderado, sem estação seca definida e com geadas severas. Caracterizado por temperatura média no mês mais quente inferior a 22°C e temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C. A precipitação média anual é de 1944 mm, temperatura média mínima anual de 12,7°C, temperatura média máxima anual de 23,5°C e umidade relativa do ar de 77,9% (IAPAR, 2000).

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Bruno Típico (Pott et al., 2007), e em ocasião antecipada ao plantio apresentou as seguintes características químicas (perfil de 0 a 20 cm): pH CaCl₂ 0,01M: 4,7; P: 1,1 mg dm⁻³; K⁺: 0,2 cmol_c dm⁻³; MO: 2,62%; Al³⁺: 0,0 cmol_c dm⁻³; H⁺+Al³⁺: 5,2 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺: 5,0 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺: 5,0 cmol_c dm⁻³ e saturação de bases (V%): 67,3%.

5.3.2 Implantação e Condução da lavoura de milho

A implantação da cultura foi efetuada uniformemente para ambos os tratamentos aos 16 dias do mês de outubro, em sistema de plantio direto, com espaçamento entre linhas de 0,8 m, profundidade de semeadura média de 0,04 m e distribuição de 5 sementes por metro linear,

visando obter população final de 62.500 plantas ha⁻¹.

Por ocasião do plantio, realizou-se a adubação de base com 350 kg ha⁻¹ do fertilizante formulado 08-30-20 (N-P₂O₅-K₂O). A adubação de cobertura com 120 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia (46-00-00), foi realizada quando as plantas apresentaram quatro folhas totalmente expandidas, conforme as recomendações de adubação para cultura do milho para colheita de grãos do Manual de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS - RS/SC, 2004).

Antecipadamente ao plantio a área foi dessecada com herbicida a base de *Glifosato* (produto comercial Roundup Original[®]: 3,0 L ha⁻¹), no manejo da cultura até 30 dias após emergência das plantas foram aplicados herbicida a base de *Atrazina* (produto comercial Atrazina Atanor[®]: 4,0 L ha⁻¹), óleo mineral (produto comercial Assist[®]: 1,0 L ha⁻¹) e inseticida do grupo químico *Piretróide* (produto comercial Karate Zeon 50CS[®]: 150 mL ha⁻¹).

Como material experimental utilizou-se do híbrido de milho SG-6418 (híbrido duplo), de caráter granífero-silageiro, ciclo precoce, porte médio e textura de grãos duro. A gleba plantada foi dividida em 16 parcelas com 15 linhas de cultivo cada (12 m x 90 m), totalizando área total por parcela de 1.080 m².

5.3.3 Tratamentos

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da colheita da planta de milho em dois estádios reprodutivos associados ou não ao uso de acessório quebrador de grãos na ensiladeira sobre as perdas e o valor nutritivo das silagens resultantes: T1 - Silagem de milho no estágio R3 (fase de grão pastoso) sem quebrador de grãos; T2 - Silagem de milho no estágio R3 (fase de grão pastoso) com quebrador de grãos; T3 - Silagem de milho no estágio R5 (fase de grão duro) sem quebrador de grãos e T4 - Silagem de milho no estágio R5 (fase de grão duro) com quebrador de grãos.

Para colheita da lavoura, utilizou-se da ensiladeira Pecus geração 4, de marca Nogueira, possuindo dez facas e equipada com um sistema quebra-grãos, com a possibilidade da utilização ou não deste item de série.

O material colhido foi transportado, depositado e compactado em silos de armazenamento sob as dimensões de 1,75 m de largura, 0,8 m de altura e 8 m de comprimento, sendo completamente vedados e protegidos com lona de polietileno de três

camadas (200 μ). Deste modo, em função dos tratamentos avaliados foram confeccionados 16 silos.

5.3.4 Avaliações de Perdas de Nutrientes

Durante a ensilagem, na confecção dos 16 silos, um "bags" foi locado no perfil de cada silo com peso conhecido, sendo estes considerados como unidades experimentais.

A designação de "bag" refere-se a um saco de náilon maleável 100% poliamina, com poros de 85 micrômetros, dimensões de 12 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento, com capacidade média de 2 kg, com nível de compactação prévio aproximado de 350 kg m⁻³ de matéria verde (material original) (Neumann, 2006). Os "bags" foram dispostos na porção intermediária do perfil dos silos.

Cada "bag" foi identificado, pesado individualmente vazio e novamente pesado após seu enchimento com o material original. A compactação final da massa contida nos "bags" foi efetuada pelo trator no silo, buscando a mesma compactação entre material original do "bag" e do silo.

No momento da inserção dos "bags" em cada um dos silos, paralelamente, foram coletados amostras semelhantes (homogêneas e representativas) dos materiais originais para congelamento. Com a abertura dos silos que ocorreu em média 60 dias após o ensilamento, resgatou-se as amostras de silagens contidas em cada "bag", onde uma parte na forma "in natura" foi utilizada para determinação de pH, enquanto a outra parte foi pesada e pré-secada em estufa de ar forçado a 55°C até atingir peso constante, sequencialmente, retirada da estufa e pesada novamente para determinação do teor de matéria seca parcialmente seca (SILVA e QUEIROZ, 2009).

Após abertura dos silos, com a localização dos "bags", estes foram imediatamente pesados, e coletado amostras para as avaliações laboratoriais, possibilitando assim as avaliações, do mesmo material em suas diferentes condições (forragem e silagem). As perdas de matéria seca, de proteína bruta, fibra em detergente ácido e fibra em detergente neutro, foram expressas por diferença de gradientes de concentração entre material original e material desensilado, associado ao peso dos "bags" na ensilagem e desensilagem, seguindo a seguinte equação: Perda de nutriente = $[(1 - (\text{g nutriente na silagem} \div \text{g nutriente na matéria original})) \times 100]$ conforme metodologia descrita por Neumann (2006).

Após abertura dos silos, também foram realizadas mensurações diárias de temperatura ambiente e dos perfis dos silos com o auxílio de um termômetro, avaliações semanais do potencial hidrogeniônico (pH) e avaliações de massa específica dos silos, com o auxílio de um anel, possuindo medidas conhecidas, sendo introduzido no perfil dos silos.

5.3.5 Avaliações Laboratoriais

As amostras pré secas de material original e de silagem resgatadas dos bags foram moídas a 1 mm em moinho tipo "Willey", onde sequencialmente determinou-se a matéria seca total em estufa a 105°C por 16 horas (SILVA e QUEIROZ, 2009), proteína bruta (PB) pelo método micro Kjeldahl, matéria mineral (MM) por incineração a 550°C (4 horas) e matéria orgânica (MO) por diferença ($\% \text{ MO} = 100 - \text{MM}$), conforme AOAC (1995). Foram determinados os teores de fibra em detergente neutro (FDN), conforme Van Soest et al. (1991), utilizando-se α amilase termo-estável (Termamyl 120L, Novozymes Latin América Ltda.), fibra em detergente ácido (FDA) segundo Goering e Van Soest (1970) e os teores de Hemicelulose por diferença (Hemicelulose = FDN - FDA) seguindo metodologia proposta por Silva e Queiroz (2009).

Os valores para consumo de matéria de matéria seca em relação ao peso vivo (CMSP) foram obtidos através da fórmula: $\text{CMSP} = 120 \div \text{FDN}$, enquanto que os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT, %) foram obtidos via equação: $\text{NDT, \%} = 87,84 - (0,70 \times \text{FDA})$ conforme Bolsen (1996). O valor relativo da silagem (VRS) foi expresso pela associação entre potencial de consumo de matéria seca e digestibilidade estimada da matéria sea: $\text{VRS} = [(\text{DMS} \times \text{CMSP}) \div 1,29]$.

A estimativa do tamanho de partículas foi embasada na metodologia da separação de partículas (base do peso *in natura*) por peneiras, utilizando o equipamento "Penn State Particle Size Separator" (SPPS), definindo a proporção de material retido com diâmetro superior a 1,905 mm, intermediário a 1,905 e 0,787 mm e inferior a 0,787 mm (HEINRICHS e KONONOFF, 2002). A determinação da porcentagem de grãos inteiros presentes nas diferentes silagens foi realizada mediante separação dos mesmos das partículas das silagens retidas no extrato intermediário do separador de partículas, realizando-se sequencialmente a pesagem, sendo posteriormente levados a estufa de ar forçado a 55°C para estimativa da matéria seca parcial.

5.3.5 Delineamentos experimentais e análises estatísticas

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos com quatro repetições, em um esquema fatorial 2 x 2 sendo dois estádios de colheita (R3 e R5) e dois processamento de grãos (com ou sem). Os dados foram submetidos à análise de variância com comparação de médias a 5% de significância, por intermédio do programa estatístico SAS (1993).

5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 5- 1, observa-se que não houve interação significativa ($P > 0,05$) entre estágio de colheita e processamento de grãos para os valores médios de matéria seca (MS), de proteína bruta (PB), de fibra em detergente ácido (FDA), de fibra em detergente neutro (FDN) e de matéria mineral (MM) das silagens resultantes.

Evidenciou-se diferença significativa ($P < 0,05$) para estágio de colheita nas variáveis teor de matéria seca (26,70% contra 34,78%), fibra em detergente ácido (31,63% contra 23,36%), fibra em detergente neutro (52,06% contra 41,07%) e matéria mineral (4,35% contra 3,87%), apresentado respectivamente aos estádios reprodutivos de R3 e R5. Já para os teores de proteína bruta não houve interação significativa ($P > 0,05$), individual ou combinada entre estágio de colheita e processamento do grão, apresentando média geral de 6,25%.

Pode-se observar que as silagens resultantes da colheita das plantas de milho em estágio R5, apresentaram menores teores de fibra em detergente ácido, fibra em detergente neutro e cinzas, sugerindo a ocorrência do efeito de diluição destas frações com a transformação dos açúcares simples em amido no componente grão com o avanço do ciclo reprodutivo. Apesar da perda de qualidade da fração fibrosa das silagens colhidas em estádios avançados de maturação, o aumento da participação de grãos no total da planta melhora os níveis energéticos e a qualidade da silagem, em maiores proporções que as percas de qualidade da porção fibrosa da silagem (OLIVEIRA, 2010).

De acordo com Johnson et al. (2002), o estágio de colheita da planta de milho afeta, de forma direta, a produção de matéria seca por unidade de área. Pode-se evidenciar alteração sob ordem quantitativa, pelo acúmulo de matéria seca oriundo do avanço do ciclo da cultura, quanto qualitativa pela dinâmica acumulativa de nutrientes apresentada pela planta com o

decorrer dos dias, causando alterações relacionadas a fração fibrosa e a densidade energética da silagem (OLIVEIRA et al., 2011).

Realizando colheita das plantas de milho em diferentes estádios reprodutivos, Filya (2004) encontrou variação significativa ($P>0,05$) para teor de matéria seca da planta de milho, apresentando teor de matérias seca de 21,1% para o início da formação de grãos e matéria seca de 42,0% para a fase de aparecimento do ponto preto, fase que determina a maturidade fisiológica da planta, sendo transcorrido um total de 43 dias da primeira para a última avaliação, determinando neste período um acréscimo na produção de matéria seca na ordem de $19,2 \text{ t ha}^{-1}$. Quanto aos teores de proteína bruta, Filya (2004) encontrou valores próximos ao presente estudo, respectivamente para forragem e silagem de milho colhidas nos estádios de início de formação de grãos (7,7% contra 8,0%), 1/3 da linha do leite (6,9% contra 7,2%), 2/3 da linha do leite (6,2% contra 6,5%) e ponto negro no grão (5,6% contra 5,8%), podendo ser observado um efeito de diluição da PB com o decorrer do ciclo da planta, fato este justificado pelo acúmulo de grãos na massa total.

Oliveira (2010) trabalhando com silagens de milho colhidas em dois estádios reprodutivos, possuindo teores de matéria seca de 25,6% e 32,6% encontrou diferenças significativas ($P>0,05$) para as mensurações de proteína bruta (8,0% contra 7,4%) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca das plantas (62,6% contra 64,5%), respectivamente.

Tabela 5- 1. Teores médios percentuais de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente ácido, fibra em detergente neutro e matéria mineral das silagens, conforme estágio de reprodutivo e processamento dos grãos.

Processamento de grãos	Estádio Reprodutivo		Média
	Grão Pastoso, R3	Grão Duro, R5	
	Matéria seca, %		
Sem	26,25	34,37	30,31a
Com	27,16	35,19	31,17a
Média	26,70B	34,78A	
	Proteína bruta, % na MS		
Sem	6,32	6,15	6,23a
Com	6,43	6,11	6,27a
Média	6,37A	6,13A	
	Fibra em detergente ácido, % na MS		
Sem	29,83	23,15	26,49a
Com	33,44	23,58	28,51a
Média	31,63A	23,36B	

Fibra em detergente neutro, % na MS			
Sem	49,67	41,48	45,57a
Com	54,45	40,66	47,55a
Média	52,06A	41,07B	
Matéria mineral, % na MS			
Sem	4,42	3,92	4,17a
Com	4,28	3,82	4,05a
Média	4,35A	3,87B	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha ou seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo Teste F a 5%.

Corroborando com os resultados do presente trabalho, Senger et al. (2005) evidenciaram redução nos teores de fibra em detergente neutro da silagem em relação a forragem das amostras colhidas entre 26 e 28% de MS, justificando este fato com a ocorrência de degradação da hemicelulose em meios ácidos, entretanto os autores encontraram aumento nos teores de fibra em detergente neutro com as plantas sendo colhidas com 20% de MS, podendo ser justificado pela grande quantidade de efluente produzida por este material.

Souza Filho et al. (2011) relataram que a porção vegetativa da planta de milho perde sua qualidade com o avanço do ciclo da cultura, no entanto, existe grande diluição dessa perca de qualidade pelo acúmulo de grãos, que de forma geral mantém a qualidade da forragem. Em complementação os autores observaram diluição nos teores de fibra em detergente neutro em plantas com avançado estágio de maturação, contudo, esta porção apresentou queda na degradabilidade da matéria seca, sugerindo alterações nas proporções de seus constituintes hemicelulose, celulose e lignina.

Oba e Allen (2000) sugeriram redução no enchimento físico do rúmen quando os animais são alimentados com volumosos possuindo maior taxa de degradação da fibra em detergente neutro, demonstrando expressivo aumento na ingestão de matéria seca (24,3 contra 22,2 kg .dia⁻¹ de MS) e produção de leite (35,2 contra 32,0 kg dia⁻¹), quando os animais foram alimentados com dietas de baixa e alta proporção de fibra em detergente neutro, respectivamente.

A fração fibrosa do material ensilado pode ser modificada, principalmente pelo desenvolvimento de microrganismos que consomem em grande quantidade os carboidratos solúveis presente na planta, de parte da celulose e da degradação variável da hemicelulose em meios ácidos, causando alterações da porção fibrosa da silagem (VAN SOEST, 1994).

Não houve interação significativa ($P > 0,05$) entre estágio reprodutivo e processamento de grãos para variáveis apresentadas na Tabela 5- 2. As silagens colhidas no estágio

reprodutivo R5, independente do processamento de grãos, apresentaram melhores consumo de matéria seca em relação ao peso vivo, melhores níveis de nutrientes digestíveis totais e melhores índices de valor relativo do alimento.

Tabela 5- 2. Médias para consumo de matéria seca estimado em porcentagem do peso vivo, nutrientes digestíveis totais e valor relativo das silagens, conforme estágio de reprodutivo e processamento dos grãos.

Processamento de grãos	Estádio Reprodutivo		Média
	Grão Pastoso, R3	Grão Duro, R5	
	Consumo de matéria seca, % do peso		
Sem	2,43	2,90	2,66a
Com	2,21	2,99	2,60a
Média	2,32B	2,94A	
	Nutrientes digestíveis totais, % na MS		
Sem	66,96	71,63	69,29a
Com	64,43	71,33	67,88a
Média	65,69B	71,48A	
	Valor relativo da silagem, Índice		
Sem	126,81	161,19	144,00a
Com	110,55	166,47	138,51a
Média	118,68B	163,83A	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha ou seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo Teste F a 5%.

Os melhores números apresentados por meio da ingestão de matéria seca das silagens colhidas em estágio avançado (Tabela 5- 2) se devem, na sua maioria, ao acúmulo de grãos na massa, sendo estes ricos em amido e possuindo pouca fibra em sua constituição, este fato acarreta na diluição dos teores da porção fibrosa da planta, refletindo na capacidade de ingestão deste alimento pelo animal, assim como quanto aos valores de nutrientes digestíveis totais, onde observou-se a tendência de se melhorar a quantificação desse parâmetro em estádios avançados de maturação da planta. Tais resultados vão de encontro ao trabalho realizado por Cabral et al. (2002), que trabalhando com silagem de milho contendo diferentes proporções de grãos na massa, 0%, 15%, 30%, 45% e 60%, observaram valores de nutrientes digestíveis totais, na ordem de 56,08%, 63,54%, 69,25%, 75,42% e 81,40%, respectivamente.

Os dados descrito por Cabral et al. (2002) e os dados obtidos no presente trabalho, reforçam a teoria de diluição da fração fibrosa da planta com a maior participação de grãos na sua constituição, sendo demonstrado também no valor relativo do alimento, índice este que

leva em consideração a estimativa do valor nutricional da forragem, onde o mesmo combina o consumo estimado através da fibra em detergente neutro concomitantemente à digestibilidade do alimento obtida por meio da fibra em detergente ácido, sendo que este valor deve ser usado para comparação somente entre plantas forrageiras (RASBY, 2011).

A Tabela 5- 3 mostra as perdas oriundas do processo fermentativo da silagem, conforme os diferentes tratamentos. Houve interação significativa ($P < 0,05$) entre estágio reprodutivo e processamento de grãos para as perdas de matéria seca, enquanto que para demais variáveis a interação não foi significativa.

Maiores perdas de matéria seca foram encontradas no estágio R3, sendo estas nas dimensões de 14,59% e 20,06%, respectivamente para as silagens com e sem processador de grãos, diferindo significativamente ($P > 0,05$) dos resultados encontrados para o estágio R5, sendo a média das perdas para este na ordem de 5,77%, demonstrando que silagens colhidas em estágio R5, possibilitam maior recuperação de matéria seca e, conseqüentemente, maior economia para o produtor rural. Quanto ao parâmetro de perdas de proteína bruta, não foram evidenciadas diferenças significativas ($P < 0,05$) para os efeitos isolados ou associados dos estádios de colheita e processamento do grão na silagem de milho.

Pôde-se considerar as perdas de matéria seca como de elevada monta, principalmente no estágio R3, sugerindo variações no processo bioquímico da silagem (TOSI e JOBIM, 2001) os quais podem acontecer em situações de umidade do material original (forragem) superior a 70% no momento da ensilagem. De acordo com Tabacco et al. (2011), as perdas de matéria seca podem chegar a proporções de 70% do total ensilado, ocorrendo principalmente nas periferias, próximos as paredes dos silos, sendo relatadas depleção na digestibilidade dos carboidratos e menores frações de ácidos orgânicos.

Hu et al. (2009), realizando colheita da planta de milho em dois estádios reprodutivos, sendo o primeiro considerado como normal pelos autores, apresentando teor de matéria seca de 32,7% e o segundo denominado como moderadamente alto apresentando teor de matéria seca de 39,1%, procedeu-se abertura do silo 240 dias após vedação e o material apresentou uma taxa de recuperação de matéria seca de 99,0% e 98,6%, respectivamente para o material normal e moderadamente alto. Dados estes que destoam do presente trabalho, o qual nos demonstrou recuperação de matéria seca na ordem de 76,46% e 92,04% para os estádios de R3 e R5 respectivamente.

Trabalhando com silagem de milho colhida com 33,71% de MS, Zanette (2010)

encontrou perdas de matéria seca de 14,66%, 16,99% e 11,87% para os tratamentos denominados como silagem convencional, aditivada com açúcar e silagem com inoculante bacteriano. A autora complementa que a utilização de inoculantes durante o processo de ensilagem pode refletir em aumento na digestibilidade da mesma forma que aumenta a recuperação de matéria seca do material ensilado, no entanto, fatores como massa específica e potencial hidrogeniônico podem ter efeitos direto na qualidade da silagem.

Tabela 5- 3. Perdas médias de matéria seca, de proteína bruta, de fibra em detergente ácido e de fibra em detergente neutro das silagens, conforme estágio de reprodutivo e processamento dos grãos.

Processamento de grãos	Estádio Reprodutivo		Média
	Grão Pastoso, R3	Grão Duro, R5	
	Perdas de matéria seca, %		
Sem	20,60aA	5,49aB	13,04
Com	14,59bA	6,05aB	10,32
Média	17,59	5,77	
	Perdas de proteína bruta, %		
Sem	9,11	7,32	8,21a
Com	6,00	7,79	6,89a
Média	7,55A	7,55A	
	Perdas de fibra em detergente ácido, %		
Sem	-16,03	3,37	-6,33a
Com	-29,89	5,83	-12,03a
Média	-22,96B	4,60A	
	Perdas de fibra em detergente neutro,		
Sem	-4,87	4,00	0,43a
Com	-20,25	10,23	-5,01a
Média	-12,56B	7,12A	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha ou seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo Teste F a 5%.

Na interação entre estágio reprodutivo e processamento de grãos, letras minúsculas diferentes na coluna compara o efeito do estágio reprodutivo dentro de cada processamento, enquanto que letras maiúsculas diferentes na linha compara o efeito do processamento dentro de cada estágio reprodutivo, pelo Teste F a 5%.

Oliveira (2010) evidenciou perdas de matéria seca na ordem de 9,8 e 2,6% e de proteína bruta de 8,9 contra 0,7% em silagens colhidas em dois estádios reprodutivos, contendo 25,6% e 32,6% de MS, sendo considerado estatisticamente significante os dados em relação a perdas de proteína bruta, fato este não observado no presente trabalho, o qual mostrou perdas de proteína bruta em maiores montas 9,11% contra 6,01% para estágio R3 e R5, respectivamente.

Contudo, elevadas diferenças podem ser percebidas quanto às perdas de fibra em detergente neutro e perdas de fibra em detergente ácido das silagens, justificado pelo aumento nos teores de fibra em detergente ácido na proporção média de 22,96% nas silagens colhidas no estágio R3 e redução nos seus teores com média de 4,60%, para o estágio R5. Comportamento semelhante é evidenciado para o parâmetro perdas de fibra em detergente neutro, o qual obteve grande aumento na sua proporção (20,25%) para a silagem colhida no estágio R3 associado ao processamento do grão e aumento na ordem de 4,87% para a silagem colhida no mesmo estágio sem o processamento do grão, esta não diferindo estatisticamente ($P < 0,05$) das silagens colhidas no estágio R5, as quais demonstraram redução no teor de fibra em detergente neutro na ordem de 4,00% e 10,23% respectivamente para a ausência e presença do processador de grãos acoplado a ensiladeira no momento da confecção das silagens.

O decréscimo nos conteúdos de carboidratos solúveis e de hemicelulose, sendo mensurada pela fibra em detergente neutro, pode causar efeito de diluição e, conseqüentemente, elevação nos teores de fibra em detergente neutro e de fibra em detergente ácido (REIS e JOBIM, 2001), uma vez que os dados são expressos em porcentagem da MS (NEUMANN et al., 2007a).

Efeito contrário ao obtido no presente estudo foi evidenciado por Hu et al. (2009), os quais evidenciaram incremento nos teores de fibra em detergente neutro (39,6% contra 42,3%) e de fibra em detergente ácido (24,5% contra 25,5%) para silagem de milho colhidas em dois estádios reprodutivos, com teores de matéria seca de 32,7% e 39,1% respectivamente, justificando que os teores dos elementos fibrosos podem aumentar quando a concentração de carboidratos solúveis decresce na planta.

Em complementação, Stokes e Chen (1994) concluíram que a atuação de enzimas e dos ácidos orgânicos produzidos pela fermentação possuem continua atuação sobre os constituintes da parede celular, observando redução nos valores de celulose e hemicelulose 28 dias após a fermentação da silagem, não apresentando acúmulo de carboidratos solúveis. No entanto os autores evidenciaram redução em maior escala, nos componentes estruturais da silagem comparada com a forragem durante os quatro dias iniciais de fermentação.

No presente trabalho podemos justificar a elevada perda de matéria seca no estágio R3 pela alta umidade apresentada pela planta no momento da ensilagem, sendo observado produção de efluentes nos silos de armazenamento das silagens. Na Tabela 5- 4 encontram-se

os resultados de temperatura da silagem, gradiente de temperatura entre silagem e temperatura ambiente, massa específica do silo e índice de pH das silagens colhidas em diferentes estádios reprodutivos possuindo diferentes processamentos de grãos. Não houve interação significativa ($P>0,05$) entre estágio reprodutivo e processamento de grãos para variáveis supra citadas.

Tabela 5- 4. Médias para temperatura das silagens, gradiente de temperatura entre silagem e ambiente, massa específica e pH oriundos das silagens, conforme estágio de reprodutivo e processamento dos grãos.

Processamento de grãos	Estádio reprodutivo		Média
	Grão Pastoso, R3	Grão Duro, R5	
	Temperatura da silagem, °C		
Sem	25,17	36,22	30,70a
Com	27,12	37,95	32,53a
Média	26,14B	37,08A	
	Gradiente entre silagem e ambiente, °C		
Sem	5,17	16,22	10,70a
Com	7,12	17,95	12,53a
Média	6,14B	17,08A	
	Massa específica, kg/m ³		
Sem	760,50	595,00	677,75a
Com	784,00	628,75	706,37a
Média	772,25A	611,87B	
	pH, Índice		
Sem	3,63	3,80	3,71a
Com	3,59	3,82	3,70a
Média	3,61B	3,81A	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha ou seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna, diferem entre si ($P<0,05$) pelo Teste F a 5%.

Na interação entre estágio reprodutivo e processamento de grãos, letras minúsculas diferentes na coluna compara o efeito do estágio reprodutivo dentro de cada processamento, enquanto que letras maiúsculas diferentes na linha compara o efeito do processamento dentro de cada estágio reprodutivo, pelo Teste F a 5%.

Silagens colhidas em estágio reprodutivo R5, independente do processamento de grãos, com maiores teores de matéria seca, apresentaram temperaturas maiores que silagens colhidas no estágio R3, fato este que mostrado também entre o gradiente de temperatura da silagem com a temperatura ambiente, o qual determinou diferenças estatísticas ($P>0,05$) entre as silagens colhidas em diferentes estádios reprodutivos, sendo este na ordem de 17,08°C contra 6,14°C para silagens em R5 e R3 respectivamente. Jobim et al. (2007) sugerem que as silagens não deveriam ultrapassar a temperatura ambiente em mais que 2°C, sendo considerado como ocasião que ocorre a quebra da estabilidade aeróbia das silagens, iniciando

sua degradação em temperaturas superiores.

No presente trabalho pode-se explicar as maiores temperaturas da silagem em estádio R5 pela maior participação da fração energética, apresentando mais substrato para desenvolvimento de microrganismos e também pela menor compactação apresentado por este material ($611,87 \text{ kg m}^{-3}$ contra $772,25 \text{ kg m}^{-3}$, para silagens em estádio R5 e R3, respectivamente), apresentando reflexo direto nos índices de pH apresentados pelas silagens, os quais tiveram diferenças significativas ($P < 0,05$), sendo o índice de 3,81 para silagem em estádio R5 e 3,61 para silagem em estádio R3. Índices estes considerados satisfatórios pois, de acordo com (Neumann et al., 2011), silagens de milho devem apresentar índices de pH abaixo de 4,0 após a ocorrência de fermentação a nível de silo.

Na Tabela 5- 5 estão apresentados os dados referentes ao tamanho de partículas e porcentagem de grãos inteiros presentes nas silagens resultantes dos diferentes tratamentos.

Pode-se observar efeito individual e associado entre estádios de colheita e processador de grãos quanto ao número de grãos inteiros contidos na massa ensilada, sendo observado diferença significativa ($P < 0,05$) entre a utilização ou não do acessório quebrador de grãos acoplado a ensiladeira, demonstrando valores de 7,22% de grãos inteiros na silagem sem o quebrador e proporção de 5,63% de grãos inteiros na silagem colhida com o acessório quebrador de grãos, confirmando uma atuação deste acessório na ordem de 22,00% no total de grãos inteiros presente na silagem.

Já para o estádio R3 este efeito não pode ser observado, apresentando valor médio de 2,59% de grãos inteiros na massa ensilada, sendo justificado pela grande diferença produtiva de grãos encontrada entre os diferentes estádios reprodutivos em que a planta de milho foi colhida. Justifica-se o fato de não apresentar efeito sobre os grãos no estádio de grão pastoso, pelo episódio de

Tabela 5- 5. Distribuição percentual de partículas por peneiras e porcentagem de grãos inteiros (base no peso in natura), presentes na massa das silagens, conforme estádio de reprodutivo e processamento dos grãos.

Processamento de grãos	Estádio Reprodutivo		Média
	Grão Pastoso, R3	Grão Duro, R5	
	Peneira >1,9 cm, %		
Sem	12,00	12,00	12,00a
Com	12,17	12,35	12,26a

Média	12,08A	12,17A	
	Peneira entre 0,7 a 1,9 cm, %		
Sem	50,00	46,62	48,31a
Com	46,30	43,45	44,87b
Média	48,15A	45,03B	
	Peneira < 0,7 cm, %		
Sem	38,02	41,37	39,69a
Com	41,52	44,25	42,88b
Média	39,77B	42,81A	
	Grãos inteiros na silagem, % na MS		
Sem	2,60aB	11,85aA	7,22
Com	2,57aB	8,70bA	5,63
Média	2,59	10,27	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha ou seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo Teste F a 5%.

Na interação entre estágio reprodutivo e processamento de grãos, letras minúsculas diferentes na coluna compara o efeito do estágio reprodutivo dentro de cada processamento, enquanto que letras maiúsculas diferentes na linha compara o efeito do processamento dentro de cada estágio reprodutivo, pelo Teste F a 5%.

O tamanho médio das partículas na confecção de silagem de milho dá-se pela proporção ideal de partículas retidas em diferentes peneiras, que de acordo com Heinrichs e Kononoff (2002), seria uma distribuição de 3 a 8% das partículas retidas na peneira superior, de 30 a 50% na peneira de 0,7 a 1,9 cm e de 45 a 65% de partículas menores que 0,7 cm.

Com o avanço no ciclo da planta ocorrem alterações na constituição da porção fibrosa, fato que aumenta a resistência ao processo de picagem. No presente estudo verificou-se que plantas em estágio reprodutivo de R5 apresentaram melhores tamanhos de partículas, quando comparado com o estágio R3, demonstrando desta forma, que o tamanho de partícula está diretamente relacionado ao manejo e regulagens do maquinário de colheita.

De acordo com Kononoff et al. (2003) e Neumann et al. (2007b), a distribuição apropriada do tamanho de partículas do volumoso é importante para a formulação de dietas, estabelecendo uma relação direta com o grau de seletividade da mesma, tempo de ruminação, estabilidade do pH rumenal, taxa de passagem, grau de degradação microbiana rumenal e, consequentemente, a constância na produção animal, quer seja esta carne ou leite.

Relatos (RESTLE et al., 2002; RABELO et al., 2012) indicam que menores tamanhos de partículas podem favorecer a fermentação, minimizando a produção de ácido butírico, facilitando a compactação, promovendo maior superfície de contato entre substrato e microorganismos e disponibilizando mais conteúdo celular para as reações bioquímicas dentro do silo.

Oliveira (2010) trabalhando com silagens de milho colhidas em dois estádios

reprodutivos sob teores de matéria seca de 25,6% e 32,6%, encontrou diferenças significativas quanto a porcentagem do tamanhos de partículas sendo, respectivamente de 13,7% contra 22,4% (peneira >1,9 cm), de 57,1% contra 51,4% (peneira entre 0,7 a 1,9 cm) e de 29,2% contra 26,2% (peneira <0,7 cm), justificando as alterações pela maior resistência (maior quantidade de fibra) ao processamento apresentado pela planta colhida com 32,6% de MS.

5.5 CONCLUSÃO

A ensilagem das plantas de milho em estágio reprodutivo R5 proporciona menores perdas nutritivas durante o armazenamento da silagem, além de aumentar a densidade energética da silagem resultante. O acessório quebrador de grãos possibilita maiores danificações no pericarpo, rompendo a barreira física entre o meio externo e o endosperma dos grãos.

5.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - A.O.A.C. 1995. **Official methods of analysis**. 16.ed. Washington, D.C.: AOAC, 1995. 2000p.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (CQFS RS/SC). **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.

DAVIES, D.R. Silage Inoculantes - Where the Next?. In:14° INTERNATIONAL SYMPOSIUM FORAGE CONSERVATION, 2010. Brno. **Anais...** 224p. ISBN 978-80-7375-386-3, Brno Czech Republic, 2010.

FILYA, I. the effect of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degradability of low dry matter corn and sorghum silages. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.86, n.11, p.3575-3581, 2003.

FILYA, I. Nutritive value and aerobic stability of whole crop maize silage harvested at four stages of maturity. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v.116, n.1-2, p.141-150, 2004.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. Forage fiber analysis: apparatus reagents, procedures and some applications. Washington, D. C, [s.n.], **Agricultural Handbook**, p.379, 1970.

HEINRICHS, P.J.; KONONOFF, P.J. **Evaluating particle size of forages and TMRs using the New Penn State Forage Particle Separator**. Pennsylvania State University, College of Agricultural Sciences, Cooperative Extension DAS 0242. 14p., 2002.

HU, W.; SCHMIDT, R.J.; McDONELL, E.E.; KLINGERMAN, C.M.; KUNG Jr., L. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 or *Lactobacillus plantarum* MTD-1 on the fermentation and aerobic stability of corn silages ensiled at two dry matter contents. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.92, n.8, p.3907-3914, 2009.

IAPAR - Instituto Agronômico do Paraná. **Cartas Climáticas do Paraná**. Versão 1.0. 2000. (formato digital, 1 CD).

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

JOHNSON, L.M.; HARRISON, J.H.; DAVIDSON, D.; ROBUTTI, J.L.; SWIFT, M. Corn silage management I: Effects of hybrid, maturity and mechanical processing on chemical and physical characteristics. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.86, n.4, p.833-853, 2002.

KONONOFF, P.J.; HEINRICH, A.J.; LEHMAN, H.A. The effect of corn silage particle size on eating behavior, chewing actives and rumen fermentation in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.86, n.10, p.3343-3353, 2003.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 3. ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: John Wiley & Sons, 1981. 207p.

MUHLBACH, P.R.F. Silagem: produção com controle de perdas. In: LOBATO, J.F.P.; BARCELOS, J.O.J.; HESSLER, A.M. (Eds.) **Produção de bovinos de corte**. Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica, 1999. p.97-120.

NEUMANN, M. **Efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho (*Zea mays* L.) sobre perdas, valor nutritivo de silagens e desempenho de novilhos confinados**. 2006, 203p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

NEUMANN, M.; MÜHLBACH, P.R.F.; NÖRNBERG, J.L.; RESTLE, J.; OST, P.R. Efeito do tamanho de partícula e da altura de coheita das plantas de milho (*Zea mays* L.) sobre as perdas durante o processo fermentativo e o período de utilização das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.5, p.1395-1405, 2007a.

NEUMANN, M.; MÜHLBACH, P.R.F.; RESTLE, J.; OST, P.R.; LUSTOSA, S.B.C.; FALBO, M.K. Ensilagem de milho (*Zea mays* L.) em diferentes alturas de corte e tamanho de partícula: Produção, composição e utilização na terminação de bovinos em confinamento. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.6, n.3, p.379-397, 2007b.

NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P. Silagem de milho. In: Simpósio sobre nutrição de bovinos: Alimentação suplementar, 7. Piracicaba, 1999. **Anais...** Piracicaba, FEALQ, 1999, p.27-46.

OBA, M.; ALLEN, M.S. Effects of brown mibrib 3 mutation in corn silage on productivity of dairy cows fed two concentrations of dietary neutral detergent fiber: 1. Feeding behavior an nutrient utilization. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.83, n.6, p.1333-1341, 2000.

OLIVEIRA, M.R. **Efeito do Estádio de Maturação na Qualidade de Silagens de Milho na Resposta Econômica de Novilhos Confinados**. 125p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava-PR, 2010.

OLIVEIRA, M.R.; NEUMANN, M.; MENDES, M.C.; FARIA, M.V.F.; NERI, J. Resposta econômica na terminação de novilhos confinados com silagens de milho (*Zea mays* L.), em diferentes estádios de maturação, associadas a dois níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.10, n.2, p.97-95, 2011.

POTT, C.A.; MÜLLER, M.M.L.; BERTELLI, P.B. Adubação verde como alternativa agroecológica para recuperação da fertilidade do solo. **Revista Ambiência**, Guarapuava, v.3, n.2, p.51-63, 2007.

RABELO, C.H.S.; REZENDE, A.V.; NOGUEIRA, D.A.; RABELO, F.H.S.; SENEDESE, S.S.; VIEIRA, P.F.; BARBOSA, L.A.; CARVALHO, A. Perdas fermentativas e estabilidade aeróbica de silagens de milho inoculadas com bactérias ácido-láticas em diferentes estádios de maturidade. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, Salvador, v.13, n.3, p.656-668, 2012.

RASBY, R. **Understandig feed analysis**. In: University of Nebraska-Lincoln. Lincoln, Nebraska, EUA, 2011. Disponível em: <<http://www.beef.unl.edu/learning/feedanalysis.shtml>>. Acessado em: 30 de Maio de 2012.

RESTLE, J.; NEUMANN, M.; BRONDANI, I.L.; PASCOAL, L.L.; SILVA, J.H.S.; PELLEGRINI, L.G.; SOUZA, A.N.M. Manipulação da altura de corte da planta de milho (*Zea mays* L.) para ensilagem visando a produção do novilho superprecoce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.3, p.1235-1244, 2002.

SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M.; FERREIRA, D.S.J.; OLIVEIRA, J.S.; PEREIRA, O.G.; ALMEIDA, J.C.C. Efeito da adição do soro de queijo sobre a composição bromatológica, fermentação, perdas e recuperação de matéria seca em silagem de capim-elefante. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.7, n.3, p.235-239, 2006.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide: statistics**. 4.ed. Version 6. Cary, North Caroline, v.2, 1993. 943p.

SENGER, C.C.D.; MÜHLBACH, P.R.F.; BONNECARRÈRE SANCHEZ, L.M.; NETO, D.P.; LIMA, L.D. Composição 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, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos, métodos químicos e biológicos**. 3ª ed. - 4ª reimpressão. Universidade Federal de Viçosa, 2009, 235p.

SOUZA FILHO, A.X.; VON PINHO, R.G.; PEREIRA, J.L.A.R.; REIS, M.C.; REZENDE, A.V.; MATA, D.C. Influence of stage of maturity on bromatological quality of corn forage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.9, p.1894-1901, 2011.

STOKES, M.R.; CHEN, J. Effect of an Enzyme-Inoculant mixture on the course of

fermentation of corn silage. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.77, n.11, p.3401-3409, 1994.

TABACCO, E.; RIGHI, F.; QUARANTELLI, A.; BORREANI, G. Dry matter and nutritional losses during aerobic deterioration of corn and sorghum silages as influenced by different lactic acid bacteria inocula. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.94, n.3, p.1409-1419, 2011.

TAYLOR, C.C.; RANJIT, N.J.; MILLS, J.A.; NEYLON, J.M.; KUNG JR. L. The effect of treating whole-plant barley with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.85, n.7, p.1793-1800, 2002.

TOSI, H.; JOBIM, C.C. **Conservação de forragens: Silagem**. In Biotecnologia Industrial volume IV, Biotecnologia na produção de alimentos, AQUARONE, E.; BORZANI, W.; CHMIDELL, W.; LIMA, U.A. Editora Edgard Blücher Ltda, 2001, p.491-505.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition, **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.74, n.2, p.3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, p.476, 1994.

ZANETTE, P.M. **Efeito da inclusão de açúcar ou inoculante bacteriano na silagem de milho sobre perdas, valor nutricional, desempenho e eficiência econômica de novilhos confinados**. 119p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava-PR, 2010.

6. CAPÍTULO 3 - ANÁLISE DO EFEITO DA COLHEITA DA PLANTA DE MILHO EM DIFERENTES ESTÁDIOS REPRODUTIVOS E DO PROCESSAMENTO DOS GRÃOS ATRAVÉZ DA DIGESTIBILIDADE IN VITRO DA MATÉRIA SECA, DIGESTIBILIDADE DA FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO E DO DESEMPENHO DE NOVILHOS EM SISTEMA DE CONFINAMENTO.

6.1 RESUMO

O experimento foi conduzido no Núcleo de Produção Animal (NUPRAN) da Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO), com o objetivo de avaliar o efeito da colheita da planta de milho em diferentes estádios reprodutivos e com diferentes processamentos de grãos sobre a digestibilidade da matéria seca, digestibilidade da fibra em detergente neutro e desempenho animal. Diferenças significativas ($P>0,05$) foram observadas para digestibilidade in vitro da matéria seca entre o uso ou não do acessório quebrador de grãos para as silagens colhidas em estágio reprodutivo R5, evidenciando valores de 67,43% e 74,03% para silagens sem e com o uso do processador de grãos, respectivamente. Este fato evidencia a atuação do processador sobre a manutenção a digestibilidade da matéria seca da silagem colhida com maior teor de matéria seca. Evidenciou-se diferenças significativas ($P>0,05$) na digestibilidade da fibra em detergente neutro entre os estádios R3 e R5, demonstrando grande redução no aproveitamento da porção fibrosa no estágio R5, sendo encontrados valores médios de 52,53% e 27,62%, respectivamente para os estádios R3 e R5. Não houve interação significativa para consumo de matéria seca dia (CMSD), consumo de matéria seca em relação ao peso vivo (CMSP), ganho de peso médio diário (GMD) e conversão alimentar (CA) entre estágio reprodutivo à colheita e processamento de grãos. No entanto, diferenças significativas ($P>0,05$) foram encontradas para os diferentes estádios de colheita, sendo os animais que possuíam em sua dieta silagem de milho com 35,4% de matéria seca (estádio reprodutivo de R5) tiveram maior GMD (1,682 kg contra 1,475 kg), CMSD (10,02 kg contra 9,21 kg), CMSP (2,22% contra 2,10%) e melhor CA (6,06 contra 6,77) comparativamente com silagem de 28,7% de matéria seca, independente ao uso do quebrador de grãos. Quando analisado o efeito processador de grãos na confecção das silagens, independente do ponto de colheita do milho para silagem, apenas a variável CA apresentou significância estatística ($P<0,05$) sendo os valores encontrados de 6,06 e 6,77, respectivamente para os tratamentos com e sem o uso

do processador de grãos no momento da colheita da silagem. Assim, silagens colhidas em estágio de grão pastoso apresentaram melhores valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca e digestibilidade da fibra em detergente neutro, no entanto, o maior processamento da fração grãos no estágio de grão duro, possibilitou melhorias nestes fatores e na conversão alimentar dos animais, reforçando a necessidade de adequado processamento de partículas e dos grãos, quando colhida a silagem em estágio reprodutivo avançado da cultura do milho. A utilização da silagem de milho colhida em estágio R5 possibilitou maior desempenho animal com consequente melhor transformação da matéria seca consumida em produto.

Palavras-chave: Consumo de matéria seca, digestibilidade da matéria seca e digestibilidade da fibra em detergente neutro.

CHAPTER 3 - ANALYSIS OF EFFECT OF HARVEST CORN PLANT IN DIFFERENT STAGES OF REPRODUCTIVE AND PROCESSING OF GRAIN THROUGH THE DIGESTIBILITY IN VITRO DRY MATTER, DIGESTIBILITY FIBER IN NEUTRAL DETERGENT AND PERFORMANCE OF STEERS IN CONTAINMENT SYSTEM

ABSTRACT

The experiment was conducted at the Department of Animal Production (NUPRAN) State University Midwest (UNICENTRO), with the objective of evaluating the effect of the harvest of the maize plant at different reproductive stages and with different processing of grains on the dry matter digestibility, digestibility of neutral detergent fiber and animal performance. Significant differences ($P > 0.05$) were observed for *in vitro* digestibility of dry matter between the use or not of the accessory breaker grains for silage harvested at reproductive stage R5, showing values of 67.43% and 74.03% for silages with and without the use of grain processor, respectively. This fact highlights the performance of the processor on maintaining the dry matter digestibility of the silage harvested with higher dry matter content. Showed significant differences ($P > 0.05$) in the digestibility of neutral detergent fiber between stages R3 and R5, showing great reduction in use of the fibrous portion of the R5 stage, with mean values of 52.53% and 27.62% respectively for stages R3, R4 and R5. No significant

interaction for dry matter intake (DMID), dry matter intake in relation to body weight (DMIW), average daily weight gain (DWG) and feed conversion (FC) between reproductive stage to harvesting and processing of grains. However, significant differences ($P > 0.05$) were found for the different stages of harvesting and the animals they had in their diet with corn silage 35.4% dry matter (reproductive stage R5) had greater DWG (1.682 kg to 1.475 kg), DDMI (10.02 kg versus 9.21 kg), DMIW (2.22% vs. 2.10%) and better FC (6.06 against 6.77) compared with silage 28.7% of dry matter, independent of the use breaker grains. When analyzed the effect of grain processor in the making of silage, regardless of the point of harvest corn for silage, only FC variable statistically significant ($P < 0.05$) and the values found of 6.06 and 6.77, respectively for treatments with and without using the processor of grains at harvest silage. Thus, silage harvested at dough stage showed higher values of in vitro digestibility of dry matter and neutral detergent fiber, however, the largest fraction of grain processing on stage hard grain, allowed improvements in these factors and feed animals, reinforcing the need for proper processing of particles and grains when harvested silage advanced reproductive stage of corn. The use of corn silage harvested at R5 stage facilitated more better animal performance with consequent transformation of dry matter consumed product.

Keywords: Dry matter intake, dry matter digestibility and digestibility of neutral detergent fiber.

6.2 INTRODUÇÃO

O estágio em que as plantas se encontram no momento da confecção da silagem, pode ter influencia significativa na composição e qualidade do alimento resultante, visto que o teor de matéria seca é o fator que possui maior impacto na qualidade final das silagens de milho (NEUMANN, et al., 2011). A literatura sugere teores entre 30 a 35% de matéria nas silagens (NUSSIO et al., 2001), no entanto, as recomendações do estágio ideal da colheita da lavoura são frequentemente contestáveis e, nos dias atuais, estão surgindo atenções para um maior teor energético no alimento, o que caracteriza a colheita da lavoura em estágio em que a deposição de amido tenha ocorrido em sua totalidade ou esteja em um estágio final de deposição.

Quando a colheita é realizada em avançado estágio reprodutivo, tornam-se necessário que a colhedora tenha acessórios que permitam maior processamento dos grãos, aumentando a superfície de contato do endosperma, disponibilizando maior quantidades de carboidratos para os microrganismos fermentadores, favorecendo a produção de ácidos e rápida queda do potencial hidrogeniônico da silagem, promovendo ligeira estabilização do material a nível de silo, conseqüentemente, ocorre maior preservação dos nutrientes contidos na planta, tornando-se um alimento volumoso com alta qualidade.

Com o avanço no ciclo da cultura, ocorrem decréscimos na digestibilidade *in vitro* da matéria seca da silagem de milho, evento que limita a disponibilidade de alguns elementos da porção fibrosa da planta em participar da dinâmica digestiva no organismo animal. No entanto, maior processamento mecânico pode acarretar em melhoras na digestibilidade da fibra e o aumento no conteúdo de amido dos grãos torna-se um efeito compensatório desta limitação imposta pela porção fibrosa, enriquecendo a fração energética, possibilitando a obtenção de um alimento com maior valor nutritivo.

Vários trabalhos na área de terminação de bovinos de corte em confinamento foram conduzidos com o intuito de alavancar a eficiência produtiva e a qualidade do produto final (COSTA et al., 2002; RESTLE e VAZ, 2003; PACHECO et al., 2006; NEUMANN et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2011; VAZ et al., 2012). A situação atual tem estimulado ainda mais as pesquisas que visam gerar tecnologias para incrementar a eficiência produtiva e econômica nos sistemas de produção de carne, pois desde 2004 o Brasil é considerado o maior exportador e o segundo maior produtor de carne bovina, mantendo grande da área do seu território com florestas preservadas (ABIEC, 2011).

O crescimento dos confinamentos no Brasil, juntamente com o aumento da produção agrícola, somam fatores que vêm contribuindo com a maior utilização de grãos e seus coprodutos na elaboração das dietas. Assim, vários fatores possuem influencia na resposta animal, o consumo de matéria seca pode ser limitado ou estimulado por relações ao ambiente e por efeito direto do alimento fornecido, sendo alimentos volumosos com alta taxa de umidade, um dos principais fatores que ocasionam redução no consumo animal e, conseqüentemente, no seu desempenho final (ERDMAN, 1993; MERTENS, 1994). Portanto, na confecção de silagem de milho podemos aliar adequada matéria seca da planta com elevada participação energética da silagem na dieta dos animais, quando está é colhida em estádios avançados do seu ciclo, aliando-se a um eficiente processamento da porção grãos da

silagem de milho.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a digestibilidade *in vitro* da matéria seca, digestibilidade da FDN e desempenho de novilhos super precoces em sistema de confinamento utilizando silagens de milho com diferentes matérias secas e diferentes processamento dos grãos.

6.3 MATERIAL E MÉTODOS

6.3.1 Local experimental

O trabalho foi realizado no Núcleo de Produção Animal – NUPRAN da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO no município de Guarapuava – PR, situado na zona subtropical do Paraná (MAACK, 2002), sob as coordenadas geográficas 25°23'02" de latitude sul e 51°29'43" de longitude oeste e 1.026 m de altitude.

O clima da região segundo a classificação de Köppen é o temperado de altitude – Cfb (Subtropical mesotérmico úmido), com verões amenos e inverno moderado, sem estação seca definida e com geadas severas. Caracterizado por temperatura média no mês mais quente inferior a 22°C e temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C. A precipitação média anual é de 1944 mm, temperatura média mínima anual de 12,7°C, temperatura média máxima anual de 23,5°C e umidade relativa do ar de 77,9% (IAPAR, 2000).

6.3.2 Objetivos específicos e tratamentos efetuados

O objetivo foi avaliar a qualidade da silagem através da análise da digestibilidade *in vitro* da matéria seca, digestibilidade da fibra em detergente neutro e do desempenho animal de novilhos em sistema de confinamento alimentados com silagens de milho colhidas em diferentes estádios reprodutivos (R3 e R5) e diferentes processamento de grãos (com ou sem processamento). Foram avaliados o consumo de matéria seca médio diário (CMSD), consumo de matéria seca em relação ao peso vivo (CMSP), ganho de peso médio diário (GMD) e conversão alimentar (CA). Os tratamentos utilizados foram: T₁ – 5,5 kg animal⁻¹ dia⁻¹ de concentrado + silagem de planta inteira de milho colhida em estádio R3 com quebrador de grãos, “*ad libitum*”; T₂ – 5,5 kg animal⁻¹ dia⁻¹ de concentrado + silagem de planta inteira de milho colhida em estádio R3 sem quebrador de grãos, “*ad libitum*”; T₃ – 5,5 kg animal⁻¹ dia⁻¹

de concentrado + silagem de planta inteira de milho colhida em estágio R5 com quebrador de grãos, “*ad libitum*”; T₄ – 5,5 kg animal⁻¹ dia⁻¹ de concentrado + silagem de planta inteira de milho colhida em estágio R5 sem quebrador de grãos, “*ad libitum*”.

6.3.3 Instalações e condução experimental

A implantação da cultura foi efetuada uniformemente para ambos os tratamentos aos 16 dias do mês de outubro, em sistema de plantio direto, com espaçamento entre linhas de 0,8 m, profundidade de semeadura média de 0,04 m e distribuição de 5 sementes por metro linear, visando obter população final de 62.500 plantas ha⁻¹.

Durante a ensilagem, na confecção dos 16 silos, um "bags" foi locado no perfil de cada silo com peso conhecido, sendo estes considerados como unidades experimentais.

A designação de "bag" refere-se a um saco de náilon maleável 100% poliamina, com poros de 85 micrômetros, dimensões de 12 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento, com capacidade média de 2 kg, com nível de compactação prévio aproximado de 350 kg m³⁻¹ de matéria verde (material original) (Neumann, 2006). Os "bags" foram dispostos na porção intermediária do perfil dos silos.

Cada "bag" foi identificado, pesado individualmente vazio e novamente pesado após seu enchimento com o material original. A compactação final da massa contida nos "bags" foi efetuada pelo trator no silo, buscando a mesma compactação entre material original do "bag" e do silo.

No momento da inserção dos "bags" em cada um dos silos, paralelamente, foram coletados amostras semelhantes (homogêneas e representativas) dos materiais originais para congelamento. Com a abertura dos silos que ocorreu em média 60 dias após o ensilamento, resgatou-se as amostras de silagens contidas em cada "bag", onde uma parte na forma "in natura" foi utilizada para determinação de pH, enquanto a outra parte foi pesada e pré-secada em estufa de ar forçado a 55°C até atingir peso constante, sequencialmente, retirada da estufa e pesada novamente para determinação do teor de matéria seca parcialmente seca (SILVA e QUEIROZ, 2009). Os "bags" foram utilizados para realização das análises de digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) e digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN).

O experimento teve duração de 84 dias, sendo 14 dias de adaptação dos animais às dietas, instalações experimentais e iluminação noturna, que sequencialmente, passaram por 4

períodos de 21 dias de avaliação. As instalações foram constituídas de 16 baias individuais de confinamento, semi-cobertas, com área de 15 m² (2,5 m x 6,0 m), possuindo um comedouro de concreto medindo 2,30 m de comprimento, 0,60 m de largura e 0,35 m de altura, e um bebedouro metálico regulado por bóia automática. Utilizou-se 32 novilhos inteiros, de raça Canchim, provenientes do mesmo rebanho, com idade média de 12 meses e peso vivo inicial de 365 kg com desvio padrão de 5 kg, vermifugados e equilibrados por peso e condição corporal por tratamento, onde cada dois animais representaram uma unidade experimental.

6.3.4 Análise e composição das dietas experimentais

As dietas foram formuladas de acordo com o NRC (1996) para atenderem às exigências de ganhos diários de 1,5 kg de peso vivo. Na Tabela 6- 1 encontram-se a participação de concentrado na dieta, na base seca, conforme os períodos de avaliação. A real relação volumoso:concentrado obtida com o manejo de trato, ao final, apresentou média de 53:47.

Tabela 6- 1. Participação percentual de concentrado, expresso em porcentagem da matéria seca consumida (% MS), nas dietas de novilhos terminados em confinamento, em função do momento da ensilagem do milho com diferentes teores de matéria seca e utilização ou não do processador de grãos.

Sistema alimentar		Períodos de confinamento				
Estádio reprodutivo	Processamento de grãos	1º ao 21º dia	22º ao 42º dia	43º ao 63º dia	64º ao 84º dia	Média
		22/07-11/08	12/08-01/09	02/09-22/09	23/09-10/10	
Concentrado na dieta, % na MS						
R3	Com	53,3	50,6	48,3	47,0	49,8
R3	Sem	48,2	49,1	47,5	46,1	47,0
R5	Com	47,0	45,4	44,0	43,4	45,0
R5	Sem	49,1	45,9	43,9	41,1	45,0
Média % de concentrado		49,4	47,7	45,9	44,4	46,7

A mistura do componente concentrado da dieta, elaborou-se na fábrica de rações comerciais da Cooperativa Agrária Agroindustrial localizada no distrito de Entre Rios em Guarapuava - PR. Na preparação do alimento concentrado utilizaram-se os seguintes ingredientes: farelo de soja, casca de soja, farelo de trigo, radícula de malte, cevada, grãos de

milho moídos, gérmem de milho, calcário calcítico, fosfato bicálcico, uréia pecuária, premix vitamínico e mineral, sal comum e monensina sódica. O concentrado apresentou teores médios percentuais de 89,20% de MS, PB de 19,00%, EE de 3,95%, FDN de 28,66%, FDA de 13,15%, MM de 7,34%, Ca de 1,20% e P de 0,50%, K de 0,77%, e Mg de 0,34%, com base na matéria seca total.

As silagens de milho apresentaram teores médios percentuais de 34,30% de MS, PB de 6,14%, NDT de 71,48%, FDN de 41,07%, FDA de 23,37%, MM de 3,84%, Ca de 0,18% e P de 0,18% para silagem colhida em estágio reprodutivo de R5 e 24,95% de MS, PB de 6,37%, NDT de 65,69%, FDN de 52,07%, FDA de 31,64%, MM de 3,94%, Ca de 0,18% e P de 0,19% para silagem colhida em estágio reprodutivo de R3, com base na matéria seca total.

Para avaliação bromatológica dos constituintes das dietas, coletou-se amostras que foram destinadas a estufas de ar forçado a 55°C até atingir peso constante, realizando-se a pesagem e obtenção da MS parcial, após realizou-se a moagem em moinho do tipo "Willey" equipado com peneira de 1 mm de diâmetro. Para MS total utilizou-se estufa de secagem e esterilização a 105°C seguindo metodologia de Silva e Queiroz (2009), proteína bruta (PB) pelo método micro Kjeldahl, matéria mineral (MM) por incineração a 550°C durante 4 horas e extrato etéreo (EE) conforme técnicas descritas em AOAC (1995). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram obtidos conforme método de Van Soest et al. (1991) com a enzima α -amilase termo-estável e de fibra em detergente ácido (FDA) segundo Goering e Van Soest (1970). Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT, %) foram obtidos via equação sugerida por Bolsen (1996), onde: $[NDT, \% = 87,84 - (0,70 \times FDA)]$. Os nutrientes minerais foram analisados conforme metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

6.3.5 Avaliações de desempenho animal

Os animais foram pesados no início e no fim do período experimental, com pesagens intermediárias a cada 21 dias, após jejum de sólidos de 12 horas. As variáveis relacionadas ao desempenho animal, ponderadas em 4 períodos de avaliação, constaram da mensuração do CMSD, CMSP (CMSD expresso por 100 kg de peso vivo), GMD, CA obtida pela relação CMSD/GMD, expressos em $\text{kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$.

O manejo alimentar foi realizado 2 vezes ao dia, às 6:00 e às 17:00 horas, e o consumo voluntário dos alimentos foi registrado diariamente através da pesagem da quantidade

oferecida e das sobras do dia anterior. O ajuste no fornecimento dos alimentos nos diferentes tratamentos realizou-se de maneira que o fornecimento de silagem de milho foi regulado diariamente (*ad libitum*), considerando uma sobra de 5% da matéria seca oferecida em relação à consumida, porém, a quantidade de concentrado oferecida aos animais foi constante do início ao fim do confinamento independente do nível de consumo do volumoso.

A adaptação dos animais, a quantidade do concentrado foi fornecida de forma pré-fixada ajustada em função da média de peso (425 kg de peso vivo) obtida pelo peso médio de entrada (350 kg) e peso alvo de saída (500 kg) esperado. Sendo assim, a suplementação de alimento concentrado foi oferecida na proporção de 1,3% do peso vivo obtido pela média do peso inicial e desejado ao final, compreendendo a quantia de $5,5 \text{ kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ fixa por todo o período experimental, considerando a prévia adaptação a alimentos concentrados que os animais sofreram antes da entrada no confinamento.

A estratégia de arração utilizada para o tratamento com silagem de milho e concentrado, permite maior concentração de nutrientes na ração inicial e maior consumo de nutrientes pelos animais em relação ao seu peso corporal nas fases iniciais de confinamento. A prática propicia a exploração do maior potencial de desempenho que os animais apresentam quando em fase jovem do crescimento corpóreo. Já em fase próxima ao peso da maturidade fisiológica, onde o potencial de desempenho dos animais é menor, a concentração de nutrientes na ração é menor devido a maior proporção de volumoso, proporcionando redução do custo de alimentação por kg de ganho de peso e manutenção da sanidade ruminal.

6.3.6 Avaliações de DIVMS e DFDN

Durante a utilização das silagens, imediatamente após o aparecimento dos silos "bags", realizou-se avaliação dos mesmos, no laboratório de nutrição animal e análise de alimentos da UNICENTRO, onde este era pesado e realizado coletas para as diferentes avaliações, incluindo a DIVMS e DFDN.

A realização das análises de DIVMS e DFDN foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA), localizado na Universidade Estadual de Maringá (UEM). A metodologia utilizada para digestibilidade da MS foi a sugerida por Holden (1999) e metodologia para DFDN sugerida por Goering e Van Soest (1970).

6.3.8 Delineamentos experimentais e análises estatísticas

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto por 4 tratamentos com 4 repetições, onde cada repetição constou de uma baia contendo dois novilhos, totalizando 16 unidades experimentais. Os dados das variáveis relativas ao desempenho animal foram submetidos à análise de variância com comparação de médias a 5% de significância, pelo programa estatístico SAS (1993).

O experimento foi conduzido atendendo os princípios de bem estar animal e ética com animais experimentais. Antecipadamente, o projeto de pesquisa foi aprovado pela Comissão de Ética em Experimentação Animal da Universidade Estadual do Centro-Oeste, instituição onde foi realizado o trabalho, sob o protocolo número 029/2011.

6.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 6- 2 estão descritos os percentuais médios de digestibilidade *in vitro* da matéria seca e digestibilidade da fibra em detergente neutro das silagens oriundas das diferentes épocas de corte e diferentes processamento de grãos. Pode ser observado a ocorrência de interação entre os diferentes tratamentos para todos os quesitos avaliados, sugerindo efeitos significativos ($P > 0,05$) na DIVMS e DFDN tanto para estádios de colheita (R3 e R5) quanto para diferentes processamentos de grãos (com ou sem).

Diferenças significativas foram observadas para o estágio de colheita R5, demonstrando uma redução na digestibilidade da matéria seca para este estágio (70,73 contra 75,34%, respectivamente para os estádios R5 e R3), no entanto o tratamento que apresentou maior redução na DIMS foi o que não se utilizou do acessório processador de grãos no momento da colheita da lavoura (67,43 contra 74,03%, respectivamente para com e sem processamento), implicando uma atuação deste acessório quebrador de grãos sob a DIVMS de silagens de milho colhida em estágio R5, possivelmente justificado pelo fato de demonstrar pequena redução no tamanho das partículas da silagem e efeito sobre a integridade dos grãos, permitindo maior contato dos microrganismos fermentadores com os carboidratos de reserva, permitindo rápida queda do pH da silagem, interrompendo o consumo de carboidratos como amido e hemicelulose (NEUMANN et al., 2002).

Corroborando com o exposto, temos a DFDN que apresentou comportamento muito semelhante ao observado na digestibilidade da matéria seca, o qual demonstrou redução na

desta fração no estágio reprodutivo R5 (52,53 contra 27,62%, respectivamente para os estádios R3 e R5). Nesse sentido, também é possível observar que dentro do estágio R5 o fator processamento obteve alta significância para a DFDN (21,08 contra 34,16%, para sem e com processamento respectivamente), apoiando o resultado observado para este mesmo quesito na avaliação da DIVMS.

Tabela 6- 2. Teores médios percentuais de digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) e digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN) das silagens, em função dos estádios de maturação e processamento dos grãos.

Processamento de grãos		Silagem		Média
		Grão Pastoso, R3	Grão Duro, R5	
DIVMS SILAGEM, % na MS				
Sem		76,99aA	67,43bB	72,21
Com		73,69aA	74,03aA	73,86
Média		75,34	70,73	
DFDN SILAGEM, % na MS				
Sem		54,37aA	21,08bB	37,72
Com		50,70aA	34,16aB	42,43
Média		52,53	27,62	

Na interação entre estágio reprodutivo e processamento de grãos, letras minúsculas diferentes na coluna compara o efeito do estágio reprodutivo dentro de cada processamento, enquanto que letras maiúsculas diferentes na linha compara o efeito do processamento dentro de cada estágio reprodutivo, pelo Teste F a 5%.

O teor de FDN das forragens tem grande variação, dependendo da espécie, maturidade, e condições de crescimento da planta. Normalmente se analisa o teor de FDN das forragens pelo fato de ocorrer estas variações bem como por sua importância nutricional, estando este fator diretamente relacionado com a capacidade de consumo dos animais. Nesse sentido, a digestibilidade da FDN é um parâmetro importante na qualidade do alimento volumoso, pois há grande variação em sua degradabilidade ruminal, estando relacionada com a função da fração potencialmente digestível e da taxa de digestão ou passagem (SILVA e BERNARDES, 2004), o que influencia de forma direta o desempenho animal (PERES, 2000).

Andrae et al. (2001), quando avaliando a degradabilidade *in situ* de silagens de milho, concluíram que o efeito combinado da colheita da lavoura de milho em dois estádios (meia linha do leite e grão cheio) juntamente com a utilização de rolos para quebra dos grãos, resultaram em uma tendência ($P < 0,10$) de maior desaparecimento da matéria seca potencialmente degradável, quando comparado com a não utilização dos rolos na colhedora

de forragem.

Em experimento com alimentação de vacas em lactação contendo em suas dietas silagens de milho com similares teores de FDN mas diferentes teores de digestibilidade da FDN, Grant et al. (1995) e Dado e Allen (1996), observaram maiores consumos de matéria seca e produção de leite para as vacas que consumiram silagens com maiores coeficientes de digestibilidade da FDN. Assim, o melhoramento de plantas visando a obtenção de materiais com menor concentração de lignina e maior digestibilidade da fibra já podem ser observados, como é o caso dos híbridos de nervura marrom (bm3), no entanto, as sementes que possuem esta tecnologia apresentam alto custo de aquisição limitando sua utilização (SILVA e BERNARDES, 2004).

Trabalhando com silagens de milho com diferentes teores de umidade e diferentes compactações, Senger et al. (2005) observaram que ocorreu aumento significativo na DIVMS dos níveis mais baixos de MS para os mais altos, obtendo valores de 46,7, 52,1 e 56,7% respectivamente para as silagens apresentando teores de 20, 26 e 28% de matéria seca. Evidencia-se que todas as silagens avaliadas pelos autores apresentaram teores de matéria seca considerados baixos pela literatura, podendo ocorrer interferências nos resultados apresentados (Nussio et al., 2001).

Pesce et al. (2000) estudaram o comportamento de 20 híbridos de sorgo para confecção de silagem, os autores observam média de matéria seca para os diferentes híbridos de 27,6%, encontrando média de DIVMS de 58,6%, variando de 54,1% a 63,0% entre o menor valor e maior valor de digestibilidade. Os autores justificaram a ampla variação nos resultados de DIVMS e o teor de MS pelo ocorrência da colheita de todos os híbridos no mesmo dia, prejudicando o desempenho de híbridos que possuíam ciclo mais tardios.

Na Tabela 6- 3 encontram-se descritos os valores médios para ganho médio diário (GMD) e consumo de matéria seca (CMSD), descritos em kg animal dia⁻¹, consumo em relação ao peso vivo (CMSP) descrito em percentagem do peso vivo dos animais, e conversão alimentar (CA) sendo esta uma relação entre o consumo de matéria seca por dia e o ganho de peso médio diário apresentado pelos animais.

Pode-se observar que não houve interação significativa para CMSD, CMSP, GMD e CA entre estágio reprodutivo à colheita e processamento de grãos. No entanto, diferenças significativas ($P>0,05$) foram encontradas para silagens possuindo diferentes teores de matéria seca, sendo os animais que possuíam em sua dieta silagem de milho colhida em

estádio de grão duro (R5) tiveram maior GMD (1,682 contra 1,475), CMSD (10,02 contra 9,21), CMSP (2,22 contra 2,10) e melhor CA (6,06 contra 6,77) comparativamente com silagem colhida no estágio de grão pastoso (R3), independente ao uso do quebrador de grãos. Sendo estes resultados atrelados a maior qualidade da silagem quando colhida em avançado estágio reprodutivo, apresentado acréscimo nos teores de amido, pela maior participação do grão no total da massa ensilada e, consequentemente, diluição nos teores de fibras deste alimento.

Tabela 6- 3. Médias para consumo de matéria seca (CMS) expresso em kg/dia (CMSD) e em porcentagem do peso vivo (CMSDP), ganho de peso médio diário (GMD) e conversão alimentar (CA) de novilhos terminados em confinamento com silagens de milho com dois teores de matéria seca associado ao uso do processador de grãos durante a confecção da silagem.

Processamento de grãos	Estádio reprodutivo		Média
	Grão pastoso, R3	Grão duro, R5	
GMD, kg/dia			
Sem	1,379	1,658	1,519 a
Com	1,570	1,705	1,638 a
Média	1,475 B	1,682 A	
CMSD, kg/dia			
Sem	9,41	10,08	9,75 a
Com	9,01	9,96	9,49 a
Média	9,21 B	10,02 A	
CMSP, % do PV			
Sem	2,13	2,22	2,18 a
Com	2,06	2,21	2,14 a
Média	2,10 B	2,22 A	
CA, CMSD/GMD			
Sem	7,35	6,18	6,77 a
Com	6,19	5,93	6,06 b
Média	6,77 A	6,06 B	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha ou seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo Teste F a 5%.

Quando analisado o efeito processador de grãos na confecção das silagens, independente do ponto de colheita do milho para silagem, apenas a variável CA apresentou

significância estatística ($P < 0,05$), sendo os valores encontrados de 6,06 e 6,77 para os tratamentos com e sem o uso do processador de grãos no momento da colheita da silagem, respectivamente. Este fato sugere a ocorrência de atuação do processador durante a confecção das silagens de milho, resultando em alteração do padrão médio de tamanho de partículas e da porcentagem de grãos inteiros na silagem, determinando maior eficiência no desempenho de bovinos terminados em confinamento, por resultar em melhoria de 10,6% na transformação da matéria seca consumida em ganho de peso e aumento de 7,2% na eficiência de ganho de peso médio diário, apesar desta última variável não ter apresentado diferenças significativas.

Sob análise numérica, os dados gerais do presente trabalho mostraram que os animais, independente da MS da silagem, tiveram maiores ganhos de peso e melhor conversão alimentar com a inclusão de silagem confeccionada com o processador de grãos, comparativamente aos animais que não receberam o tratamento do processador.

De acordo com Eifert et al. (2004), a necessidade energética de bovinos jovens em confinamento para manutenção, associada ao efeito de enchimento ruminal da dieta e do desenvolvimento do rúmen é maior que para bovinos que concluíram seu crescimento, fato este que pode ajudar a justificar o fato de que animais que consumiram a silagem com maior teor de MS obtiveram melhores desempenhos perante a silagem com menor MS.

Neumann et al. (2007) ao avaliarem terminação de bovinos em sistema de confinamento utilizando silagens de milho e sorgo com diferentes níveis de concentrado na dieta em relação ao peso vivo (PV) dos animais (0,8; 1,0 e 1,2% do PV), evidenciaram que o GMD variou conforme o nível de concentrado, apresentando uma relação linear crescente, mostrando aumento no GMD de $0,153 \text{ kg.dia}^{-1}$ frente ao aumento da inclusão de concentrado na dieta na proporção de 0,2% do peso vivo, independente do volumoso utilizado, ainda concluíram que a silagem de milho, associada há elevação na ordem de 0,2% do PV dos animais em concentrado, apresentou melhores resultados em relação a conversão alimentar do bovinos, apresentando um comportamento linear decrescente na ordem de 0,085kg de MS para cada kg de ganho de peso.

Avaliando o consumo de matéria seca de diferentes raças zebuínas alimentadas com silagem de milho como volumoso, Ribeiro et al. (2012) observaram média geral de consumo de $8,68 \text{ kg.animal.dia}^{-1}$ de MS, representando 2,29% do peso dos bovinos. Resultado de consumo de MS superior ao descrito anteriormente foi demonstrado no presente trabalho, apresentando como média geral consumo na ordem de $9,62 \text{ kg.animal.dia}^{-1}$, no entanto

quando analisados os consumos de MS em relação ao PV dos animais, percebemos que o presente trabalho apresentou consumos menores (2,16% do PV), resultado este explicado pela diferença entre os grupamentos de bovinos utilizados nos experimento, sendo os zebuínos caracterizados por possuírem seu desenvolvimento e maturidade fisiológica tardias quando comparados aos taurinos.

6.5 CONCLUSÃO

Silagens colhidas em estágio de grão pastoso apresentaram melhores valores de digestibilidade in vitro da matéria seca e digestibilidade da fibra em detergente neutro, no entanto, o maior processamento da fração grãos no estágio de grão duro, possibilitou melhorias nestes fatores e na conversão alimentar dos animais, reforçando a necessidade de adequado processamento de partículas e dos grãos, quando colhida a silagem em estágio reprodutivo avançado da cultura do milho.

A utilização da silagem de milho colhida em estágio R5 possibilitou maior desempenho animal com consequente melhor transformação da matéria seca consumida em produto.

6.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC. Associação Brasileira das Industrias Exportadoras de Carne. **Pecuária Brasileira**, 2011. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/3_pecuaria.asp>. Acessado em 23/04/2012.

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: CAB International, 1993. 159p

ANDRAE, J.G.; HUNT, C.W.; PRITCHARD, G.T.; KENNINGTON, L.R.; HARRISON, J.H.; KEZAR, W.; MAHANNA, W. Effect of hybrid, maturity and mechanical processing of corn silage on intake and digestibility by beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.79, n.9, p.2268-2275, 2001.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - A.O.A.C. 1995. **Official methods of analysis**. 16.ed. Washington, D.C.: AOAC, 1995. 2000p.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 9, de 4 de maio de 2004. **Diário Oficial da União** [online], publicado em 5 de maio de 2004, seção 1, p. 3. Brasília, DF, 2004. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualiz>

ar&id=7277>. Acesso em: 02/09/2012.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Custo de produção – Culturas de Verão: Milho – Plantio direto – Alta tecnologia**. Brasília: Conab, 2011a. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1276&ordem=titulo&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos>. Acesso em: 06/09/2012.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Produtos e serviços – Indicadores da agropecuária: Preços dos insumos agropecuários**. Brasília: Conab, 2011b. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/detalhe.php?a=1303&t=2>>. Acesso em: 06/09/2012.

COSTA, E.C.; RESTLE, J.; PASCOAL, L.L.; VAZ, F.N.; ALVES FILHO, D.C.; ARBOITTE, M.Z. Desempenho de Novilhos Red Angus Superprecoces, Confinados e Abatidos com Diferentes Pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.31, n.1, p.129-138, 2002.

DADO, R. G.; ALLEN, M. S. Enhanced intake and production of dairy cows offered ensiled alfalfa with higher neutral detergent fiber digestibility. **Journal of Dairy Science**, Savoy, n.3, v.79, p.418-428, 1996.

ERDMAN, R. Silage fermentation characteristics affecting feed intake. In: National Silage Production Conference, Syracuse, 1993. **Proceedings...** Syracuse: NRAES-67, p.210, 1993.

EIFERT, E. C.; RESTLE, J.; PASCOAL, L. L.; BRONDANI, I. L.; NEUMANN, M.; SILVA, J. H. S.; CARLOTTO, S. B. Bezerros de corte desmamados precocemente alimentados com silagem de triticales associada a diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 6, p.1806-1813, 2004. Suplemento.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de Produção de Leite (Zona da Mata Atlântica) – Coeficiente Técnico: Custo de produção de silagem de milho**. Juiz de Fora: Embrapa gado de leite, 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteZonadaMataAtlantica/custos/cpsilagemmilho.html>>. Acesso em: 06/09/2012.

FOX, D.G.; SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; RUSSEL, J.B.; VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. III - Cattle requirements and diet adequacy. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.70, n.3, p.3578-3596, 1992.

GRANT, R. J.; HADDAD, S. G.; MOORE, K. J. et al. Brown midrib sorghum silage for midlactation dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, n.9, v.78, p.1970-1980, 1995.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. Forage fiber analysis: apparatus reagents, procedures and some applications. Washington, D. C, [s.n.], **Agricultural Handbook**, p.379, 1970.

IAPAR - Instituto Agronômico do Paraná. **Cartas Climáticas do Paraná**. Versão 1.0. 2000. (formato digital, 1 CD).

ÍTAVO, L.C.V.; DIAS, A.M.; ÍTAVO, C.C.B.F.; OTTONI, A.L.; MORAIS, M.G.; TORRES JÚNIOR, R.A.A. Homeopatia na Terminação de Novilhos em Confinamento. **Revista Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v.59, n.226, p.225-232, 2010.

JARRIGE, R. (Ed.). **Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos**. Madri: Mundi-Prensa, 1990. 431p.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 3. ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) Forage quality, evaluation and utilization. American Society of Agronomy. NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION AND UTILIZATION. Madison: **American Society of Agronomy**, p.450-493, 1994.

MULLER, L. **Normas para avaliação de carcaça e concurso de carcaças de novilhos**. 2 ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1987.31p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of domestic animals**. 7th.ed. rev. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 90p.

NEUMANN, M. 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(S), n.1, p.302-312, 2002.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L. Avaliação de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) ou milho (*Zea mays*, L.) na produção do novilho superprecoce. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3, n. 3, p. 438-452, 2004.

NEUMANN, M.; SANDINI, I.E.; OST, P.R.; FALBO, M.K.; LUSTOSA, S.B.C.; PELLEGRINI, L.G. Desempenho de novilhos confinados alimentados com silagens de milho ou sorgo, associadas a três níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.6, n.3, p.365-378, 2007.

OLIVEIRA, M.R.; NEUMANN, M.; MENDES, M.C.; FARIA, M.V.; NERI, J. Resposta econômica na terminação de novilhos confinados com silagens de milho (*Zea mays* L.), em diferentes estádios de maturação, associadas a dois níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.10, n.2, p.87-95, 2011.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 12, p. 3138-3150, 1993.

PACHECO, P.S.; RESTLE, J.; VAZ, F.N.; FREITAS, A.K.; PADUA, J.T.; NEUMANN, M.; ARBOITTE, M.Z. Avaliação econômica da terminação em confinamento de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.1, p.309-320, 2006.

PEREIRA, O.G.; SOUZA, V.G; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, H.D.; RIBEIRO,

K.G.; CECON, P.R. Consumo e Digestibilidade dos Nutrientes e Desempenho de Bovinos de Corte Recebendo Dietas com Diferentes Níveis de Uréia. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.9, n.3, p.552-565, 2008.

PEREIRA, O.G.; OLIVEIRA, A.S.; RIBEIRO, K.G. Uso de forragens conservadas em sistemas de produção de carne: aspectos bioeconômicos. In: SIMPÓSIO: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 4, 2011, Maringá. **Anais...** Maringá: Sthampa, p.73-94, 2011.

PERES, J.R. Importância da digestibilidade da fibra das forragens. 2000. Disponível em <<http://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/nutricao/importancia-da-digestibilidade-da-fibra-das-forragens-15837n.aspx>>. Acessado em 13/12/2012.

PESCE, D.M.C.; GONÇALVES, LC.; RODRIGUES, N.M.; BORGES, I.; RODRIGUES, J.A.S. Porcentagem, perda e digestibilidade in vitro da matéria seca das silagens de 20 genótipos de sorgo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. Belo Horizonte, v.52, n.3, p.258-272, 2000.

RESTLE, J.; NEUMANN, M.; BRONDANI, I. L. Manipulação da altura de corte da planta de milho (*Zea mays*, L.) para ensilagem, visando a produção do superprecoce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 3, p. 1235-1244, 2002.

RESTLE, J.; VAZ, F. N. Eficiência e qualidade na produção de carne bovina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. CD ROM.

RIBEIRO, J.S.; LADEIRA, M.M.; MACHADO NETO, O.R.; CAMPOS, F.R. Consumo alimentar e sua predição pelos sistemas, NRC, CNCPS e BR-Corte, para tourinhos zebuínos confinados. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.43, n.4, p.802-810, 2012.

SAMPAIO, A.A.M.; BRITO, R.M.; CARVALHO, R.M. Comparação de sistemas de avaliação de dietas para bovinos no modelo de produção intensiva de carne. Confinamento de tourinhos jovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p.157-163, 2002.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide: statistics**. 4.ed. Version 6. Cary, North Caroline, v.2, 1993. 943p.

SEAB – Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado do Paraná. **Pesquisa de preços pagos pelos produtores**. Curitiba: Departamento de Economia Rural – DERAL, 2011. Disponível em : < <http://www.agricultura.pr.gov.br/>>. Acesso em: 16/10/2012.

SEAB – Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado do Paraná. **Planilha de preços médios nominais mensais recebidos pelos produtores, no Paraná – 1995-2011**. Curitiba: Departamento de Economia Rural – DERAL, 2012. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/>>. Acesso em: 16/10/2012.

SILVA, Z.F.; BERNARDES, T.F. Concentração e Digestibilidade da FDN da silagem sobre o desempenho de novilhos. 2004. Disponível em < <http://www.milkpoint.com.br/radar->

tecnico/conservacao-de-forragens/concentracao-e-digestibilidade-da-fdn-da-silagem-sobre-o-desempenho-de-bovinos-21211n.aspx>. Acessado em 13/12/2012.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos, métodos químicos e biológicos**. 3ª. ed. - 4ª reimpressão. Universidade Federal de Viçosa, 2009, 235p.

SILVA, H.L. **Dietas de alta proporção de concentrado para Bovinos de corte confinados**. 157p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

TEDESCO, M.J., GIANELLO, C., BISSANI, C.A., BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995, 174p. (Boletim técnico, n.5).

VAN SOEST, P.J.; ROBERTTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition, **Journal of dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

VAZ, F.N.; FLORES, J.L.C.; VAZ, R.Z.; PASCOAL, L.L.; ÁVILA, M.M. Características de carcaça e biometria testicular de machos bovinos superjovens não castrados de diferentes grupos genéticos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.13, n.3, p.306-314, 2012.

ZANETTE, P.M. **Efeito da inclusão de açúcar ou inoculante bacteriano na silagem de milho sobre perdas, valor nutricional, eficiência econômica e desempenho de novilhos confinados**. Guarapuava, 2010, 119p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Centro-Oeste, 2010.

ZANETTE, P.M.; NEUMANN, M.; SANDINI, I.E.; MARAFON, F.; MARIA, F.N.; POZYNEK, M. Características da carcaça de bovinos e digestibilidade da silagem de milho (*Zea mays*, L.) com adição de açúcar ou inoculante enzimo-bacteriano. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.10, n.3, p. 235-246, 2011.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O avanço no ciclo da cultura acarretou alterações nos componentes estruturais das plantas, determinando diminuição da produção de matéria verde, no entanto, não apresentou capacidade de reduzir a produção de matéria seca por unidade de área, sendo isto fruto da dinâmica de translocação de nutrientes da estrutura da planta para a formação de grãos. Este fato possibilita a diluição dos teores de fibras das plantas, representando uma maior capacidade de ingestão de matéria seca pelos animais e determinando um maior valor relativo do alimento.

O grande desafio da prática da ensilagem é manter o valor nutritivo encontrado na planta ainda forragem, após esta sofrer fermentação à nível de silo, sendo assim, podemos concluir que a silagem de plantas de milho em estágio reprodutivo R5 proporcionam menores perdas nutritivas em comparação à sua respectiva forragem, não sendo detectado alterações entre os tamanhos de partículas das silagens confeccionadas, tendo a correta regulagem do maquinário como grande entrave para driblar a maior resistência das fibras.

A maior qualidade da silagem colhida em estágio reprodutivo avançado foi visualizada também no maior desempenho apresentado pelos animais, com consequente melhor transformação da matéria seca consumida em produto. A qualidade da silagem é proporcionada pela maior participação de grãos na massa total, tendo o processamento dessa fração possibilidades de melhorias na conversão alimentar dos animais, sugerindo melhor aproveitamento da silagem e melhor resposta bioeconômica do sistema de produção de bovinos em confinamento.

Nesse sentido, recomenda-se a colheita da lavoura de milho para produção de silagens em estágio reprodutivo de R5, associado ao uso do equipamento que possibilita melhor quebramento dos grãos, por apresentar maior valores nutricionais, tanto na forragem quanto na silagem e maior danificação do pericarpo do grão de milho, rompendo a barreira física existente entre o meio externo e o endosperma dos grãos.

8. APÊNDICES

Tabela 1. Resumo da análise de variância e teste de significância para as variáveis matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), matéria mineral (MM), consumo de matéria seca em relação ao peso vivo (CMSP), nutrientes digestíveis totais (NDT), valor relativo da silagem (VRS), temperatura da silagem (TS), gradiente de temperatura entre ambiente e silagem (GTAS), massa específica (ME), potencial hidrogeniônico (pH), perda de matéria seca (PeMS), perda de proteína bruta (PePB), perda de fibra em detergente neutro (PeFDN), perda de fibra em detergente ácido (PeFDA), diferentes extratos da caixa separadora de partículas e quantidade de grãos inteiros restantes da colheita das plantas de milho em diferentes estádios reprodutivos com diferentes processamentos de grãos

GL	Quadrados Médios				R ²	CV	X	Probabilidade		
	Estadio (E)	Processador (Q)	ExQ	Erro				E	Q	ExQ
	1	1	1	12	-	-	-	-	-	-
MS	260,8225	2,9929	0,0100	0,3404	0,9847	1,89	30,74	0,0001	0,1118	0,8668
PB	0,2304	0,0042	0,0225	0,1663	0,1140	6,52	6,25	0,2621	0,8760	0,7195
FDA	273,4889	16,4180	10,1601	10,3010	0,7081	11,67	27,50	0,0002	0,2318	0,3402
FDN	483,4501	15,6618	31,4440	21,5308	0,6725	9,96	46,56	0,0005	0,4104	0,2501
MM	0,9216	0,0576	0,0025	0,0204	0,8003	3,47	4,11	0,0001	0,1188	0,7324
CMSP	1,5687	0,01755	0,1008	0,0694	0,6692	10,00	2,63	0,0005	0,6243	0,2516
NDT	133,9806	8,0089	4,9952	5,0451	0,7082	3,27	68,58	0,0002	0,2316	0,3394
VRS	8152,7355	120,7251	463,8639	344,4679	0,6788	13,13	141,25	0,0004	0,5648	0,2684
TS	478,5156	13,5056	0,0506	6,7777	0,8581	8,23	31,61	0,0001	0,1835	0,9326
GTAS	478,5156	13,5056	0,0506	6,7777	0,8581	22,40	11,61	0,0001	0,1835	0,9326
ME	102880,5625	3277,5625	105,0625	3746,6458	0,7026	8,84	692,06	0,0002	0,3681	0,8698
pH	0,1620	0,0001	0,0045	0,0025	0,8458	1,35	3,71	0,0001	0,8080	0,2046
PeMS	559,7956	29,7570	43,2306	4,8568	0,9156	18,86	11,68	0,0001	0,0292	0,0114
PePB	38,4400	0,9025	7,2092	45,7963	0,0781	9,53	7,55	>0,050	>0,050	>0,050
PeFDN	1547,4389	83,7682	467,1001	1001,6843	0,6324	10,37	-2,72	0,0021	>0,050	0,0531
PeFDA	3037,3876	129,9030	266,2608	180,2087	0,6136	14,78	-9,18	0,0015	>0,050	0,2474
Peneira Superior	0,0306	0,2756	0,0306	1,7064	0,0161	10,76	12,13	0,8957	0,6948	0,8957
Peneira Media	38,7506	47,2656	0,2756	4,0464	0,6399	4,31	46,59	0,0093	0,0051	0,7985
Peneira Inferior	36,9056	40,6406	0,3906	3,2143	0,6689	4,34	41,29	0,0054	0,0040	0,7334
Grãos Inteiros	236,3906	10,0806	9,7656	0,1297	0,9939	5,60	6,43	0,0001	0,0001	0,0001

Tabela 2. Resumo da análise de variância e teste de significância para as variáveis digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS), digestibilidade da fibra em detergente neutro (DIVFDN), ganho de peso médio diário (GMD), consumo de matéria seca por dia (CMSD), consumo de matéria seca em relação ao peso vivo (CMSP) e conversão alimentar (CA) de novilhos em sistema de confinamento, alimentados com silagens colhidas em diferentes estádios reprodutivos e sujeitas a diferentes processamento de grãos.

GL	Quadrados Médios				R ²	CV	X	Probabilidade		
	Estadio (E)	Processador (Q)	ExQ	Erro				E	Q	ExQ
	1	1	1	8	-	-	-	-	-	-
DIVMS	63,5942	8,1523	73,5993	7,2561	0,71	3,69	73,0373	0,0181	0,3200	0,0129
DIVFDN	1862,2522	66,4640	210,3836	4,8332	0,98	5,49	40,0781	0,0010	0,0060	0,0010
GMD	0,6847	0,2237	0,0828	0,1171	0,20	21,69	1,5779	0,0192	0,1731	0,4045
CMSD	10,3764	1,0998	0,3094	0,9009	0,33	9,87	9,6145	0,0013	0,2744	0,5604
CMSP	0,2304	0,0280	0,0115	0,0166	0,50	5,97	2,1562	0,0005	0,1995	0,4081
CA	8,1653	7,9665	3,2851	1,5602	0,33	19,47	6,4153	0,0263	0,0261	0,1529