DIEGO REYNAGA SALAZAR

**Variação genética da composição química e digestibilidade do
colmo de genótipos de milho colhidos em três estágios de
maturidade**

Pirassununga
2009

DIEGO REYNAGA SALAZAR

Variação genética da composição química e digestibilidade do colmo de genótipos de milho colhidos em três estágios de maturidade

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária

Departamento:

Nutrição e Produção Animal

Área de concentração:

Nutrição e Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. Luis Felipe Prada e Silva

Pirassununga
2009

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.2106
FMVZ

Salazar, Diego Reynaga

Variação genética da composição química e digestibilidade do colmo de genótipos de milho colhidos em três estágios de maturidade / Diego Reynaga Salazar. – Pirassununga : D. R. Salazar, 2009.

67 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, 2009.

Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal.
Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Luis Felipe Prada e Silva.

1. Degradabilidade. 2. Lignina. 3. Melhoramento genético.
4. Parede celular. 5. *Zea mays*. I. Título.

ERRATA

SALAZAR, D. R. Variação genética da composição química e digestibilidade do colmo de genótipos de milho colhidos em três estágios de maturidade. 2009. 67 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2009.

Página	Parágrafo	Linha	Onde se lê	Leia-se
Ficha catalográfica	3	1	67 f.	66 f.
7	1	4	67 f.	66 f.
8	1	4	67 f.	66 f.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
Comissão Bioética

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Variação genética da composição química e digestibilidade do colmo de genótipos de milho colhidos em três estágios de maturidade", protocolado sob o nº1592/2009, não utiliza animais, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Luis Felipe Prada e Silva, está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da Comissão de Bioética da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo e foi aprovado "ad referendum".

(We certify that the Research "Genetic variation of the stalk chemical composition and digestibility of corn genotypes harvested at three stages of maturity", protocol number 1590/2009, the responsibility Prof. Dr. Luis Felipe Prada e Silva, agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by Bioethic Commission of the School of Veterinary Medicine and Zootechny of University of São Paulo and was approved "ad referendum" meeting).

São Paulo, 22 de janeiro de 2009

Prof. Dr. José Luiz Bernardino Merusse
Presidente da Comissão de Bioética
FMVZ/USP

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: SALAZAR, Diego Reynaga

Título: Variação genética da composição química e digestibilidade do colmo de genótipos de milho colhidos em três estágios de maturidade

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

DEDICATÓRIA

Em memória de minha mãe, Daisy, minha eterna inspiração.

*A meu irmão Nelson, pelo exemplo de bondade e honestidade,
que possibilitou desenvolver mais esta etapa.*

*A meu pai Federico e irmãos Aldo, Isabel e Daisy, que sempre
me apoiaram em minhas decisões e me educaram da melhor
maneira possível, mostrando-me como ser uma pessoa do bem.*

*A meus sobrinhos Nathalia, Andres e Rodrigo pela felicidade
que me proporcionam.*

Com muita gratidão

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter colocado em meu caminho, nos momentos em que mais precisei, pessoas que me ajudaram a alcançar meus objetivos.

Ao meu orientador, Luis Felipe Prada e Silva pelas valiosas contribuições para meu crescimento profissional e pela inestimável amizade ao longo desses dois anos de convivência.

Aos Professores Mayra Elena Ortiz (VRA), Ed Hoffmann Madureira (VRA), Francisco Palma Rennó (VNP), pelo encaminhamento na procura de meu atual orientador.

Aos Professores do Departamento de Nutrição e Produção Animal (VNP), Prof. Marcos Veiga, Prof. Paulo Mazza, Prof. Gobesso, Prof. Messias, Prof. Augusto, Prof. Romualdo que sempre se mostraram dispostos a solucionar dúvidas e questionamentos durante todo o mestrado.

Aos amigos e colegas do curso de Pós - Graduação, em especial a Carol, Samuel, Walter, Rafael, Fabian, Estelinha, Marina, José, João, as três Jus, Michele e aos colegas de graduação Priscila e Rafael por todo o apoio na elaboração e condução deste trabalho e, acima de tudo, pela amizade e momentos vividos.

À Petra, Laury, Ede, Huguito, Betão, Gabriela, Gabriel, Luisito, Raul, Beto, Monica, pelos momentos de descontração.

Ao grande apoio e entendimento que me concedeu Cris Corthinas e Lucinéia Mestieri.

Aos funcionários do departamento (VNP-USP), Evisalio Junior, Oga, Danielle, Cris, Alessandra, Zequinha, Ari, Gilson, Simi, pela imensurável ajuda e pronta disposição despendida.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução desta Dissertação de Mestrado.

Meus agradecimentos.

RESUMO

SALAZAR, D. R. Variação genética da composição química e digestibilidade do colmo de genótipos de milho colhidos em três estágios de maturidade. [Genetic variation of the stalk chemical composition and digestibility of corn genotypes harvested at three stages of maturity]. 2009. 67 f. Dissertação (Mestrando em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2009.

Atualmente há o reconhecimento de que critérios de seleção que favorecem a produção de grãos podem ser indesejáveis para o valor nutricional de silagens de milho. Híbridos de milho para silagem devem maturar mais lentamente com declínio gradual da umidade da planta, ter grãos macios e colmo com alta digestibilidade da fibra. Assim, objetivou-se avaliar o efeito da idade de corte sobre a qualidade nutricional do colmo de genótipos de milho, permitindo a seleção de materiais de melhor qualidade, com o intuito de definir critérios de seleção em programas de melhoramento de híbridos de milho para ensilagem que visem o aumento da digestibilidade da fibra do colmo. Objetivou-se ainda a classificação dos genótipos em grupos de acordo com suas características produtivas e de qualidade nutricional. Foram avaliados 15 híbridos de milho do programa de melhoramento do Instituto Agrônomo de Campinas, em ensaio sob delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, colhidos com 90, 120 e 150 dias após a germinação. O 4º e 5º internódios do colmo, acima do solo, foram retirados para determinação da composição bromatológica e digestibilidade *in vitro*. Houve queda no teor de fibra e aumento na concentração de lignina com avanço da maturidade, em ambos os internódios. Houve aumento na digestibilidade da MS do 5º internódio com o avanço da maturidade, enquanto que não houve efeito sobre o 4º internódio. Ocorreu redução na digestibilidade da fibra do 4º internódio com o avanço da maturidade, enquanto que não houve efeito sobre o 5º internódio. A digestibilidade da fibra do 4º internódio foi negativamente correlacionada com a lignificação, enquanto que esta correlação foi inexistente no 5º internódio, indicando que o 4º internódio do colmo pode ser utilizado como indicador da queda de digestibilidade da fibra da haste de híbridos de milho que ocorre com o avanço da maturidade. Verificou-se entre os 15 genótipos nas três idades de corte, grande variabilidade genética para os parâmetros de qualidade, o que realça a necessidade de seleção criteriosa do material a ser utilizado para silagem e a possibilidade de implantação de programas de melhoramento genético voltados para qualidade nutricional de híbridos de milho para silagem.

Palavras-chave: Degradabilidade. Lignina. Melhoramento genético. Parede celular. *Zea mays*.

ABSTRACT

SALAZAR, D. R. Genetic variation of the stalk chemical composition and digestibility of corn genotypes harvested at three stages of maturity. [Variação genética da composição química e digestibilidade do colmo de genótipos de milho colhidos em três estágios de maturidade]. 2009. 67 f. Dissertação (Mestrando em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2009.

Nowadays there is the recognition that selection criteria that favors grain production can be undesirable for nutritional value of corn silages. Corn hybrids for silage should mature slower with gradual decline of plant moisture, have softer grains and stalk with high fiber digestibility. Therefore, it was our objective to evaluate the effect of age of harvest on the stalk nutritional quality of corn hybrids, aiming to define selection criteria in breeding programs focused on improving the stalk fiber digestibility. It was still our objective the classification of genotypes in groups according to their production and nutritional qualities. Fifteen hybrids from the Instituto Agrônomo de Campinas breeding program were evaluated in a random block design with three repetitions, harvested with 90, 120 and 150 days after germination. The 4th and 5th above soil stalk internodes were removed to determination of chemical composition and in vitro digestibility. The fiber content decreased and lignin content increased with advanced maturity, in both internodes. The DM digestibility of the 5th internode increased with maturity, while there was no change in the 4th internode. The fiber digestibility of the 4th internode was reduced with advanced maturity while there was no effect on the 5th internode. Fiber digestibility of the 4th internode was negatively correlated with lignifications, while this correlation was inexistent for the 5th internode, indicating that the 4th internode could be used as an indicator of the decrease in stalk fiber digestibility that occurs with advanced maturity of corn hybrids. There was great genetic variability among the 15 genotypes in the three stages of maturity for the quality parameters, highlighting the necessity of careful selection of the material to be used for silage production and the possibility of implementing breeding programs focused on improving the nutritional quality of corn hybrids for silage.

Key words: Breeding. Cell wall. Degradability. Lignin. Zea mays.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Correlação entre a digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) e da FDN (DIVFDN) do 4º internódio do colmo de 15 híbridos de milho com parâmetros de desenvolvimento e composição bromatológica..... 51
- Figura 2 - Correlação entre a digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) e da FDN (DIVFDN) do 5º internódio do colmo de 15 híbridos de milho com parâmetros de desenvolvimento e composição bromatológica..... 53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Porcentagens das frações da planta de milho.	19
Tabela 2- Condições climáticas durante o experimento	33
Tabela 3- Produção de massa, composição e teor de matéria seca de 15 híbridos de milho colhidos em três estágios de maturidade.	36
Tabela 4- Teor de MS e produção total de matéria seca de 15 genótipos de milho colhidos em três idades de corte	38
Tabela 5- Proporção de espiga, folha e colmos de 15 genótipos de milho colhidos em três idades de corte	39
Tabela 6- Morfologia, composição bromatológica e digestibilidade <i>in vitro</i> do 4º e 5º internódios do colmo de 15 híbridos de milho colhidos em três estágios de maturidade – Efeito geral de maturidade, internódio e interação	41
Tabela 7- Morfologia, composição bromatológica e digestibilidade <i>in vitro</i> do 4º e 5º internódios do colmo de 15 híbridos de milho colhidos em três estágios de maturidade - Efeito de internódio dentro de maturidade e interação internódio*genótipo	43
Tabela 8- Composição bromatológica do 4º Internódio do colmo de 15 genótipos de milho colhidos em três idades de corte	45
Tabela 9- Composição bromatológica do 5º Internódio do colmo de 15 genótipos de milho colhidos em três idades de corte	47
Tabela 10- Digestibilidade <i>in vitro</i> do 4º internódio do colmo de 15 genótipos de milho colhidos em três idades	48
Tabela 11- Digestibilidade <i>in vitro</i> do 5º internódio do colmo de 15 genótipos de milho colhidos em três idades.	49
Tabela 12- Grupos de genótipos de milho e média das variáveis em cada grupo do capítulo.	55

LISTA DE ABREVIATURAS

AGV	Ácidos graxos voláteis
CNF	Carboidratos não-fibrosos
CV	Coeficiente de variação
DIVFDN	Digestibilidade <i>in vitro</i> da fibra em detergente neutro
DIVMS	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca
EPM	Erro padrão da média
FDA	Fibra insolúvel em detergente ácido
FDN	Fibra detergente neutro
ha	Hectare
Int	Internódio
LIG	Lignina
LIG/FDN	Lignina da fibra detergente neutro
MM	Matéria mineral
MS	Matéria seca
MV	Matéria verde
NDT	Nutrientes digestíveis totais
PB	Proteína bruta
PMS	Produção total matéria seca
t	Tonelada
Vs	Versus

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	15
2.1 Planta de milho.	15
2.2 Seleção e variedades de milho para ensilagem.....	16
2.3 Proporções da planta de milho.	18
2.4 Composição bromatológica de silagens de milho.	19
2.5 Características e produtividade da planta de milho para ensilagem.....	21
2.6 Maturidade da planta do milho para ensilagem.....	22
2.7 Consumo de matéria seca.	23
2.8 Digestibilidade.....	26
2.9 Qualidade da fibra.....	29
3 HIPÓTESE	31
4 OBJETIVO.....	32
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	33
5.1 Descrição do local	33
5.2 Análises Laboratoriais	34
5.3 Análise Estatística.....	34
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
6.1 Produção de Massa, Teor de matéria seca e proporções da planta de milho. .	36
6.2 Efeito de maturidade sobre a composição do 4º e 5º internódios do colmo.	40
6.3 Efeito de genótipos sobre a composição do 4º e 5º internódios do colmo.	44
6.4 Coeficientes de correlação do 4º e 5º internódios do colmo de milho.	50
6.5 Classificação por grupos de genótipos de milho.	54
7 CONCLUSÕES	57
REFERÊNCIAS	58

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a demanda mundial de alimentos é muito grande, tanto para a alimentação humana quanto animal, e por tal motivo a produção de cereais vem crescendo no Brasil, que também possui o maior rebanho bovino comercial do mundo, com cerca de 200 milhões de cabeças (ANUALPEC, 2007).

Um dos cereais mais utilizados na alimentação animal é o milho na forma de silagem. O Brasil é o 3º produtor mundial de milho, com 58,6 milhões de toneladas ao ano, das quais 44,5 milhões de toneladas são utilizadas para o consumo interno e cerca de 75 a 80% destas são consumidas em forma de ração animal (IBGE, 2008).

O milho é bastante utilizado na alimentação de gado leiteiro e de corte e é considerada a planta padrão para ensilagem, pois quase sempre produz silagens de boa qualidade, com perdas muito reduzidas. No entanto, é fundamental estabelecer o momento ótimo de colheita, em relação ao grau de maturidade e idade de corte ideal, para que se obtenha uma silagem de boa qualidade (ALVAREZ et al., 2006).

A utilização de silagens com alta concentração de parede celular para animais de alta produtividade, normalmente resulta em desempenho limitado, principalmente pela taxa de digestão e passagem da fração fibrosa da dieta pelo rúmen (OBA; ALLEN, 1999; BARRIÈRE et al., 2003). Desta forma, o aumento da digestibilidade da parede celular se tornou o objetivo de vários programas de melhoramento de forragens e híbridos de milho para produção de silagem (GOMES et al., 2004, MASOERO et al., 2006).

Os sistemas de produção animal atuais exigem alta produtividade, sendo de fundamental importância a relação de preço e qualidade dos insumos. Não se pode pensar em retorno econômico sem se preocupar com a alta produtividade e qualidade das forragens conservadas, de modo que a qualidade da silagem torna-se um dos fatores decisivos para o sucesso, ou não, da produção animal que dela se utiliza.

Até recentemente, era aceito que as características de um bom híbrido de milho para ensilagem eram as mesmas de um bom híbrido de milho para grãos, baseado na suposição de que o valor nutritivo de uma silagem é predominantemente influenciado por seu teor de grãos (MA et al., 2006). Atualmente reconhece-se que critérios de seleção como grãos duros de alta densidade e com rápida taxa de secagem, e colmos fortes, que favorecem a produção de grãos, podem ser indesejáveis para a colheita, fermentação e digestibilidade da silagem de milho.

Variedades de milho para ensilagem devem maturar mais lentamente, com declínio gradual da umidade da planta, ter grãos macios, baixo teor de fibra em detergente neutro (FDN) e alta digestibilidade do FDN (DWYER et al., 1998).

Com o avanço da maturidade, ocorre queda na digestibilidade dos tecidos do colmo das forragens, associada ao acúmulo de lignina nestas (BRITO et al., 2003). Entretanto, o grau de lignificação das diferentes partes da planta e seus tecidos varia grandemente (WILSON, 1993). Tal diferença, específica de cada tecido, pode ser responsável pela baixa correlação entre concentração de lignina e digestibilidade da parede celular de amostras de forragens com maturidade similar (JUNG; CASLER, 2006). Além disso, trabalhos recentes mostram não haver correlação entre a porcentagem de grãos e a digestibilidade da porção volumosa (colmo + folhas) das silagens de milho, enfatizando que grande parte dos trabalhos de seleção de variedades de milho foi conduzida de forma errônea, quando se pensa em melhor qualidade do volumoso (BAL et al., 2006). Segundo Cherney et al. (2004), híbridos selecionados para melhorar a qualidade forrageira da silagem, e não do grão, resultam na melhora da produção e desempenho animal.

A escolha da cultivar de milho depende de suas características quantitativas e qualitativas, com ênfase no potencial de produção de matéria seca, diretamente relacionado com a adaptação de cada cultivar às condições edafoclimáticas de cada região. A escolha da cultivar é uma das decisões de manejo mais importantes na elaboração da silagem, sendo que uma escolha correta pode freqüentemente significar a diferença entre lucro e prejuízo.

O objetivo com este trabalho foi avaliar o efeito da idade de corte sobre a qualidade nutricional do colmo de genótipos de milho, permitindo a seleção de materiais de melhor qualidade, com o intuito de definir critérios de seleção em programas de melhoramento de híbridos de milho para ensilagem, visando o aumento da digestibilidade da fibra do colmo.

Objetivou-se ainda a classificação das cultivares em grupos de acordo com suas características produtivas e de qualidade nutricional.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Planta de milho

Pertencente à ordem *Gramineae*, família *Graminaceae*, subfamília *Panicoideae*, tribo *Maydeae*, gênero *Zea*, espécie *Zea mays* L., atualmente o milho é adaptado e cultivado nas mais diversas condições ambientais, por ser uma planta cuja fotossíntese se realiza mediante o ciclo do carbono C₄ (BOREM; GIÚDICE, 2004).

Devido à estacionalidade de produção das pastagens e à intensificação dos sistemas de produção, o uso de silagens vem crescendo a cada ano, resultando em melhor desempenho dos animais e redução do gasto com concentrados (SILVA et al., 2003).

O milho pode ser ensilado de quatro formas diferentes: 1) Silagens da planta inteira, que consiste em cortar a planta na altura de 20 cm do solo e picar, com posterior compactação da forragem e vedação do silo; 2) Corte da parte superior da planta, próximo à espiga, aumentando a participação dos grãos na massa ensilada e, conseqüentemente, elevando o conteúdo energético e o teor de fibras digestíveis no alimento; 3) Ensilagem de espigas, que possibilita armazenar alimento com alta quantidade de energia e 4) Silagem de grão úmido de milho, que permite armazenar grãos de forma prática e econômica (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

De acordo com Miranda et al. (2006), a escolha de cultivares de milho para a produção de silagem é geralmente baseada em parâmetros agrônômicos, como boa arquitetura foliar, alta produção de grãos, alta produção de massa verde, alta relação grãos/massa verde, resistência à pragas e doenças, adaptação às condições climáticas e de fertilidade do solo, resistência ao acamamento, ciclo vegetativo compatível com o manejo da propriedade, além de alto valor nutritivo por unidade de peso de forragem.

As práticas de manejo, época de semeadura, espaçamento adequado, densidade de plantio, profundidade de semeadura, associados à adubação e controle de pragas e doenças, juntamente com as condições climáticas, respondem por mais de 50% do potencial produtivo da cultura. Desta forma, a fase de estabelecimento da cultura corresponde a uma das etapas mais importantes do processo produtivo e todos estes fatores podem, de forma isolada ou

conjunta, atuar nos estádios de desenvolvimento da planta, influenciando seu processo produtivo (CRUZ et al., 2008).

Em função do aumento na demanda por sementes de cultivares específicas para a produção de silagem, surgiram no mercado sementes que muitas vezes não foram desenvolvidas para este fim, mas foram selecionadas por apresentarem elevada produção de massa verde e maior produção de grãos. Porém, esses cultivares podem apresentar algumas características que não permitem a produção de silagem de alta qualidade (CAMPOS et al., 2000).

2.2 Seleção e variedades de milho para ensilagem

Com a obtenção dos primeiros híbridos de milho pelo Instituto de Campinas em 1948, e em seguida pela Semente Agrocere, houve aumento significativo, de 8% a 19%, na produtividade desses híbridos em relação a outras variedades (SAWASAKI; PATERNIANI, 2004).

O mercado atual disponibiliza grande número de cultivares de milho, com características específicas para cada região, mas dificilmente se encontra no mercado cultivares superiores, que consigam atender a todas as exigências como produtividade, valor nutritivo e baixa exigência em ambiente. De modo geral, a cultivar é responsável por 50% do rendimento final de uma lavoura de milho, conseqüentemente, a escolha correta da semente pode ser a razão de sucesso ou insucesso da lavoura (FONSECA et al., 2008).

Enquanto Silva et al. (2003) observaram a existência de variabilidade genética para as características relacionadas com produção e qualidade das forragens, Vilela et al. (2008) demonstraram variações existentes entre as cultivares atualmente disponíveis no mercado em relação à produção de matéria seca, composição química e digestibilidade *in vitro* da MS, e evidenciaram a necessidade de avaliações criteriosas e constantes do material genético disponível de novos cultivares.

Silva et al. (2003); Vilela et al. (2008) e Cruz et al. (2008) observaram a existência de grandes diferenças entre os cultivares de milho atualmente no mercado, sendo que, tendo em vista à alta qualidade como planta forrageira, é importante e fundamental que se avalie, no momento da escolha da cultivar, o ciclo vegetativo da planta, tipo de endosperma do grão,

proporção das frações da planta, valor nutritivo e potencial produtivo. Desta forma, cresce a importância das informações sobre a origem genética dos híbridos, bem como sobre a qualidade dos materiais a serem ensilados (NUSSIO et al., 2001).

Costa et al. (2008) afirmam que os cultivares mais indicados para produção de silagem devem ser aqueles mais adaptados às condições edafoclimáticas de cada região e que reúnam características de digestibilidade, alta energia, sanidade foliar, produtividade, longo período de colheita e flexibilidade de plantio em qualquer época do ano e altitude.

Outros pesquisadores, como Romero e Aronna (2007), mostraram que as características ideais para a seleção de cultivares para ensilagem são a capacidade de produção de MS/ha, capacidade de produzir uma porcentagem de grãos acima de 40%, de não sofrer queda de espigas no momento da colheita, bem como apresentar persistência em manter-se verde, resistência ao tombamento e boa digestibilidade. Já Flaresso et al. (2000) observaram que uma característica importante na escolha da cultivar para a produção de silagem é a presença de grãos com textura mais macia e concluíram que plantas de pequeno porte apresentam maior produção de grãos, mas não necessariamente uma fibra de boa qualidade.

Brondani et al. (2006) descreveram critérios de avaliação do valor nutritivo desses alimentos conservados, entre eles: consumo voluntário, digestibilidade e eficiência da utilização de nutrientes ingeridos, e efeito nas características quantitativas e qualitativas da carcaça. Enquanto Cruz et al. (2008) descreveram aspectos relacionados à adaptação às diferentes regiões, produtividade, estabilidade, ciclo vegetativo, tolerância à doenças, qualidade do colmo e raiz, textura e cor do grão. Para a escolha de cada cultivar, deve-se atender às necessidades específicas de cada região, pois não existe um cultivar superior que consiga atender a todas as situações. Deve-se fazer uma avaliação completa das informações geradas pela pesquisa, assistência técnica, empresas produtoras de sementes e experiências regionais, e do comportamento da cultivar em safras passadas.

Mendes (2006) e Mendes et al. (2008) avaliaram o desempenho de 23 híbridos de milho e concluíram que, para a seleção das variedades, não basta apenas que apresentem boa produção de matéria seca, mas é necessário também que a silagem apresente alta degradabilidade efetiva (DEF) da matéria seca da planta inteira, já que foi observado que entre as cultivares avaliadas, há híbridos com grande potencial para a produção de silagem de qualidade, apresentando alta degradabilidade da matéria seca da planta inteira (DEF),

independente da textura do grão. Resultados semelhantes foram reportados para seleção de cultivares de milho por Pedó et al. (2008) e Factori (2008).

Alfaya et al. (2008) e Jaremtchuk et al. (2005) utilizaram como critérios de seleção, cultivares que apresentaram melhor valor de pH, teor de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), extrato não nitrogenado (ENN) e coeficiente de digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO), sendo que os resultados não demonstraram diferença significativa na qualidade dos cultivares.

Já de acordo com Barrière e Émile (1995), o híbrido a ser selecionado deve contar com um ciclo vegetativo mais apropriado para a região. Um híbrido de ciclo curto apresentará menor produção total de MS, mas apresentará vantagem quanto à relação grão/haste do material ensilado. Por outro lado, se o híbrido for de ciclo longo, pode-se obter maior rendimento de MS, no entanto, com menor proporção de grãos na MS total.

A perspectiva de acordo com Araujo et al. (2008), para o futuro próximo, é a intensificação do uso da biotecnologia no melhoramento de variedades de cultivares de milho, onde o uso de marcadores moleculares associados a fatores de qualidade, produção e resistência a pragas, promoverão elevados ganhos no desempenho animal, em curto espaço de tempo.

2.3 Proporções da planta de milho

A proporção entre os componentes da planta de milho, grão, colmo e folha, tem correlação direta com a qualidade da silagem. Segundo Reis et al. (2006), o valor nutritivo da planta de milho para ensilagem é afetado por vários fatores, tais como a quantidade de grãos, teor de FDN da fração colmo, digestibilidade da FDN, teor de amido no grão, digestibilidade do amido e teor de óleo e proteína.

Através dos trabalhos apresentados na tabela 1, é possível observar a grande variação das diferentes cultivares, bem como dentro dos mesmos cultivares, quanto às proporções da planta de milho, devido a fatores como região, fertilidade do solo e manejo, entre outros.

As porcentagens de grãos, espiga, colmo, folhas, variaram de 34 a 49%, 45 a 65%, 21 a 36%, e 13 a 19%, respectivamente, dependendo do autor, de modo que as frações que apresentaram a maior porcentagem na planta de milho foram as espigas.

Ainda em relação aos trabalhos citados, constatou-se que a fração grãos representa grande parte da planta de milho, fato que motivou a indicação de materiais mais produtivos como mais promissores para a produção de silagem, devido à maior digestibilidade dos grãos.

Tabela 1 - Porcentagens das frações da planta de milho

Autor	Proporções da planta de milho (%)			
	Grãos	Espiga	Colmo	Folha
Caetano (2001)	35	65	21	14
Flaresso (2000)	36	45	36	19
Beleze (2003)	49	66	-	-
Zopollatto (2007)	34	50	35	15
Dias (2002)	36	55	27	18
Alendez (2007)	48	50	23	13

*Médias encontradas dos trabalhos

Entretanto, quando avaliada a fração planta menos grãos, observou-se que ela chegou a representar 50 a 60%, evidenciando a importância de se trabalhar essa fração.

Assim, a escolha de cultivares de milho para a produção de silagem com base somente na produção total de matéria seca ou proporção de grãos não é uma forma de avaliação correta. Dever-se-ia avaliar a qualidade nutricional da fibra, por meio de características químicas e da digestibilidade dos materiais (SALAZAR et al., 2007).

2.4 Composição bromatológica de silagens de milho

A qualidade e o valor nutritivo de uma silagem variam sensivelmente e dependem, fundamentalmente, da cultivar utilizada, fatores climáticos, densidade de plantio, estágio de

maturação no momento do corte e da natureza do processo fermentativo, que refletirá diretamente na composição bromatológica e, conseqüentemente, na produtividade e desempenho animal.

Uma informação adequada sobre a composição dos alimentos é muito importante, pois é a forma pela qual os animais adquirem os nutrientes necessários às diversas funções vitais e produtivas. Adicionalmente, a alimentação representa pelo menos 60% do custo de produção dos animais e apresenta grande impacto sobre a economia do sistema de produção (CABRAL et al., 2005).

O estágio de maturação em que são colhidas as forrageiras e submetidas ao processo de ensilagem, tem sido um dos fatores que mais alteram a qualidade e o valor nutritivo da silagem. Como regra geral, à medida que avança o estágio de maturação das plantas, principalmente em gramíneas forrageiras, ocorre aumento dos teores de matéria seca (MS) e redução dos teores de proteína bruta. Segundo Kung et al. (2008) a altura de corte influencia a composição bromatológica do milho e pode ser uma estratégia para aumentar a concentração energética e diminuir o teor de FDN (Fibra em Detergente Neutro) na silagem. Portanto, o produtor deve avaliar suas necessidades de obtenção de máxima produção de forragem e de alta qualidade da silagem produzida, para determinar qual a melhor altura de corte.

Ao analisar a composição bromatológica de híbridos de milho *in natura*, a literatura mostrou grande correlação com a composição da futura silagem, sendo que normalmente, uma silagem confeccionada adequadamente pode representar 80 a 85% do valor nutritivo do material verde original (BAL, 2006).

Nutricionistas e pesquisadores de todo o mundo procuram estabelecer novos parâmetros de avaliação da qualidade de forragens, como Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA), digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro (DIVFDN), buscando incrementos na eficiência do processo de alimentação (PEDÓ et al., 2007).

Estudos realizados por Roque et al. (2008), com cinco variedades milho ensilado entre 26,4 a 28,8 % de MS na idade de 115 dias, registraram valores médios de proteína bruta nas silagens variando de 6,5 a 8,1%, FDN variando de 50,8 a 57,4%, FDA de 31,2 a 34,1% e lignina de 6,9 a 8,3%. Cesariano (2006) observou valores de lignina variando de 4,50 a 7,80 % e cinzas de 3,34 a 4,57 % na MS. Pinto et al. (2008), estudando cinco variedade de milho na idade de 110 dias, com 28,8 a 33,4 % de MS, encontram valores de PB variando de 6,5 a 7,8%, FDN de 48,9 a 61,7%, FDA de 27,9 a 34,6 % e lignina de 4,4 a 5,9 %. Já Laurer

(2008), avaliou 5 híbridos plantados em 5 diferentes épocas do ano e obteve resultados de PB variando de 7,2 a 12,4 % e FDN de 45 a 68 %. Johnson et al. (2002) avaliou dois híbridos de milho em três idades de corte, baseado em três linhas de leite do grão. A PB variou de 14,4 a 15,3 %, a FDN de 33,3 a 34,9%, a FDA de 24,1 a 23,9 e a Lignina de 4,8 a 5,4%. Diaz (2002) avaliou 20 cultivares oriundos de diferentes empresas, colhidos na idade de 120 dias e observou as médias de PB de 6,27%, FDN de 54,9%, FDA de 29,3% e DIVMS de 52,0%. Analisando silagens de milho colhidas com MS entre 30 a 35%, Pereira et al. (2008) observaram teor de FDN variando de 47% e 26% respectivamente.

2.5 Características e produtividade da planta de milho para ensilagem

É fato conhecido que a forragem disponível durante o período seco não contém todos os nutrientes essenciais, nas proporções adequadas, para atender integralmente às exigências dos animais. Desta forma, é de suma importância a produção de forragens conservadas de alta qualidade e elevado valor nutritivo durante o verão, resultando em uma eficiente utilização deste recurso para suprir as deficiências nutricionais dos animais durante o período de seca (REIS, 2001).

Neumann et al. (2006) avaliaram o comportamento produtivo de diferentes híbridos de milho para produção de silagem e os resultados variaram de 30,5 a 14,9 t/ha de MS, enquanto Jaremtchuk et al. (2005) estudaram vinte genótipos de híbridos de milho e obtiveram resultados variando de 26,6 a 16,2 t/ha de MS.

Segundo Rosales (2007), comparando dois híbridos de milho em relação ao espaçamento de plantio, o espaçamento de 0,45 m promove melhor distribuição espacial das plantas e menor competição intra-específica na linha, proporcionando maior produtividade e melhor valor nutritivo das plantas de milho para ensilagem. O autor obteve uma produtividade média de matéria seca de 19,21 t/ha. Já Hernandez et al. (2001), avaliando híbridos de milho de ciclo intermediário e precoce, observaram diferenças na produção de MS, sendo que a produtividade por hectare variou de 18,3 a 22,0 t/ha nos híbridos intermediários, e de 15,3 a 18,0 t/ha nos híbridos precoces, caracterizando-se estes por menor altura da planta e maior porcentagem de espigas. Dias (2002) encontrou produtividade de matéria seca variando de

16,9 t/ha a 22,9 t/ha, com população média de 56064 plantas/ha, sendo o milho colhido em média com 38,88% de matéria seca.

Restle et al. (2002), com objetivo de avaliar o desempenho de bezerros de corte, analisaram um híbrido de milho colhido em duas alturas, baixa (20 cm) e alta (40 cm), e concluíram que, embora o sistema de manipulação da altura de colheita das plantas de milho a 40 cm tenha melhorado o valor nutritivo da silagem de milho, os parâmetros relativos ao consumo de alimentos, ganho de peso médio diário e conversão alimentar não foram afetados. Desta forma, não recomendam a elevação da altura de corte, pois haverá diminuição da massa verde ensilada em 9,5 % por hectare.

2.6 Maturidade da planta do milho para ensilagem

O avanço da maturidade da planta afeta a produção de matéria verde (MV), teor de MS e conseqüentemente a qualidade das silagens (JOHNSON et al., 2002). A amplitude de variação nos teores de MS indica a idade de corte, em concordância com as características de cada cultivar, sendo que o estágio de maturação do milho para silagem pode ser determinado pela interfase entre a porção líquida e sólida do grão, geralmente 2/3 de linha de leite. Desta forma, à medida que o milho atinge a maturidade, a linha de leite desce à parte inferior do grão. De forma geral, a composição e os valores de energia variam quando se colhe em estádios diferentes de maturidade (ROMERO; ARONNA., 2008).

A maturidade tem efeito no valor nutritivo e densidade de compactação do milho (JOHNSON et al., 2002), influenciando fortemente o tipo de fermentação que ocorre no silo. Silagens feitas com alto teor de MS apresentam diminuição na produção de ácido láctico e se estabilizam em pH mais alto que silagens com baixo conteúdo de MS. O alto conteúdo de MS aumenta a concentração de MS solúvel na silagem, resultando em aumento da pressão osmótica e inibindo o crescimento bacteriano. O conteúdo “ideal” de MS depende do tipo de silo e é influenciada pelo método e o nível de compactação. Assim, o nível recomendado de MS para ensilar a planta de milho deve ser entre 30 a 40 % para silo trincheira, 35 a 50 % para silo torre e 40 a 50% para silo “bag” (WATTIAUX, 1999).

Quando se combinam efeitos de proporções de grão e digestibilidade das frações da planta, pode-se obter variações significativas na qualidade da silagem, devido à variabilidade

entre híbridos. Segundo Cabral et al. (2002), o acréscimo de grãos à silagem aumenta linearmente os teores de MS, N e CNF e reduz a MM, FDN, FDA e lignina, sendo muito importante levar em consideração a relação entre o conteúdo de grãos e a qualidade das frações da planta, uma vez que uma queda brusca da digestibilidade pode ocorrer devido à grande lignificação do colmo com a maturidade da planta, mascarando o efeito favorável do acúmulo de grãos na espiga. Deste ponto de vista, a maior proporção de grãos é desejável sempre, compensando a queda da qualidade do restante da planta. O valor nutritivo do material ensilado melhora à medida que aumenta o conteúdo de grãos, até que este represente 30 % da MS total. Logo, com o avanço da maturidade, a maior lignificação do colmo pode reduzir ou contrapor o benefício do maior nível de grãos na planta.

Segundo Ferreira et al. (2006), quando híbridos graníferos são plantados para ensilagem, a maturidade ideal da planta deve ser aquela em que haja maior proporção de grãos, compatível com o teor de matéria seca da planta, para que se obtenha boa compactação e ocorra uma boa fermentação, elevando o valor nutritivo da silagem. Recomenda-se que o processo de ensilagem seja o mais rápido possível, antes que haja aumento do teor de matéria seca nos grãos.

Neumann et al. (2006) e Lopes et al. (2007) descreveram que o estágio de maturidade ideal para a ensilagem do milho depende muito do componente que determina o teor de matéria seca na massa ensilada, ou seja, da espiga. Segundo Hernandez et al. (2005), comparando três estádios de maturidade, o corte com $\frac{1}{4}$ de avance da linha de leite permite melhora significativa da digestibilidade.

A escolha da cultivar a ser ensilada deve considerar, portanto, não apenas a proporção de grãos, mas também as demais frações da planta, pois a qualidade nutricional do colmo possui fortes correlações com a qualidade nutricional da planta inteira (CAETANO, 2001).

O ponto ideal de maturidade, avaliado pela observação da linha do leite no momento de colheita, teor de MS e análise bromatológica são parâmetros que servem de instrumento para a escolha do híbrido a ser produzido.

2.7 Consumo de matéria seca

O consumo da matéria seca, componente mais importante na nutrição animal, determina o nível de nutrientes ingeridos, sendo influenciado por características do animal, alimento e manejo alimentar que conseqüentemente refletirá no desempenho animal. Segundo

o NRC (2001), o consumo de MS depende de forma direta da eficiência do ruminante em processar e utilizar o alimento no ambiente ruminal para produção de energia, sendo dependente diretamente da digestibilidade do alimento.

De acordo com Van Soest (1994), existem três hipóteses associadas ao baixo consumo de silagens: 1) Presença de substâncias tóxicas, como aminas produzidas durante o processo de fermentação; 2) Alto conteúdo de ácidos nas silagens extensivamente fermentadas, causando redução na aceitabilidade e 3) Diminuição na concentração de carboidratos solúveis e, conseqüentemente, na disponibilidade de energia para o crescimento de microrganismos do rúmen. Outro fator de alta relevância é a presença de silagem deteriorada na dieta oferecida aos animais.

Um dos fatores de maior influência sobre a resposta animal em produção é a quantidade total de nutrientes absorvidos da dieta, sendo o consumo e a digestibilidade parâmetros chaves (BERCHIELLI et al., 2005).

Para Wattiaux (1999), a fibra em detergente neutro (FDN), representada pela hemicelulose, celulose, e lignina da parede celular vegetal, está negativamente correlacionada com o consumo de matéria seca, enquanto a fibra em detergente ácido (FDA), correspondendo à celulose e lignina, está negativamente correlacionada com a digestibilidade do alimento. A lignina é o componente indigestível da planta, depositado na parede celular à medida que a planta atinge a maturidade, sendo responsável pela diminuição da digestibilidade dos carboidratos fibrosos.

O consumo de matéria seca correlaciona-se negativamente com o teor de parede celular da planta, quando este se situa acima de 55 a 65 % na MS. Quando a densidade energética da dieta é alta, em relação às exigências do animal, o consumo será limitado pelo efeito de enchimento físico (MERTENS, 1992).

Restle et al. (2006) analisaram diferentes variedades de híbrido de milho com objetivo de avaliar o desempenho e o consumo de bovinos jovens mestiços, e concluíram que as variedades de híbridos de milho apresentaram qualidades nutricionais distintas, superiores energeticamente para os híbridos DK440 e XL344 em relação ao AG9090. No entanto, o desempenho e o consumo foram similares. Moraes et al. (2007) observaram máximo consumo pelo animal e maior produção de MS quando o milho foi colhido no ponto farináceo-duro, sugerindo maior desempenho nestas condições.

Bezerra et al. (2002) e Bach et al. (2006) demonstraram que, em dietas com alta proporção de volumoso, uma redução do tamanho da partícula no momento da ensilagem

pode resultar em aumentos no consumo, já que estas apresentam maior área de superfície por volume de tecido exposta à ação dos microorganismos ruminais, sendo digeridas mais rapidamente. No experimento de Allen et al. (2000) a resposta no consumo de forragens com maior digestibilidade da FDN dependeu tanto de fatores da dieta como do animal, sendo a resposta mais evidente em animais com altas exigências de energia e alimentados com dietas com menor teor de energia.

Dentre os fatores causais determinantes do consumo voluntário está a qualidade da fibra e, conseqüentemente, sua digestibilidade e eficiência com a qual os nutrientes digeridos são utilizados pelo animal. Tais fatores resultam, no entanto, da interação entre características do próprio animal, como sua capacidade gastrointestinal em acomodar fibra insolúvel, por exemplo, bem como de aspectos cinéticos da própria fibra insolúvel contida nos alimentos, quando submetidas às ações de digestão e retenção da matéria fibrosa no rúmen (VIERA et al., 2006).

Segundo Dias (2002), a concentração elevada da fração fibrosa no alimento reduz o consumo voluntário e, conseqüentemente, a disponibilidade de energia no rúmen por efeito de enchimento ruminal e escape dos nutrientes antes que sejam digeridos, como também pela saturação da capacidade de ruminação, o que refletirá na limitação do desempenho animal. Desta forma, uma quantidade mínima de fibra é essencial para manter um balanço adequado da fermentação ruminal, prevenir depressão no teor de gordura do leite e queda do pH ruminal. Portanto, o que se espera de um alimento é a otimização da qualidade da fibra quanto à sua digestibilidade, para uma melhora no consumo alimentar, já que esta representa uma variável importante na dieta dos ruminantes.

Couto et al. (2008) estudaram o consumo, digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose e hemicelulose e concluíram que animais submetidos à restrição alimentar consumiram maior quantidade de frações fibrosas, já que para atender suas exigências nutricionais, ingeriram o máximo de alimento possível, o que não aconteceu com os animais que não foram submetidos a tal restrição.

Cavalcante et al. (2004) avaliaram diferentes níveis de silagem de milho e/ou feno de capim-Tifton 85 em dietas para bovinos, com relação volumoso:concentrado de 60:40 e registraram valores de consumo de matéria seca de 9,2 kg/dia. A substituição do feno de capim-Tifton 85 pela silagem de milho não influenciou o consumo, mas devido à qualidade da fibra da silagem, foi observada melhora na eficiência de utilização dos nutrientes, possibilitando melhores ganhos de peso e produção de leite.

Nascimento et al. (2008) compararam o consumo voluntário, produção e composição química do leite, e digestibilidade dos nutrientes, de duas variedades de sorgo em relação a uma variedade de milho e concluíram que não houve diferença no consumo, no entanto, as duas variedades de sorgo apresentaram menor potencial de produção de MS em relação ao milho. O grupo alimentado com silagem de milho mostrou maior produção de leite, com 28,81; 24,69 e 24,14kg/dia, em relação ao alimentado com silagem de sorgo, pois a silagem de milho mostrou-se mais digestível e com menores teores de fibra.

Kung et al. (2008), compararam duas alturas de corte, 10–15cm e 40–45cm, e não observaram influência no consumo, porém o corte em uma altura maior proporcionou melhor eficiência alimentar. Foi observada maior produção de leite / ha no grupo em que o milho foi cortado com menor altura de corte, com valores de 25,01kg para corte com 10 – 15cm de altura e 20,9kg para corte com 40 – 45cm (20,9) de altura, pois a elevação na altura de corte resulta em menor quantidade de material a ser ensilado e, conseqüentemente, menos alimento e menos kg/lt /ha.

Neumann et al. (2007) avaliaram o efeito do tamanho de partícula e altura de corte do milho para ensilagem sobre o consumo de MS e o desempenho de novilhos confinados, e concluíram que as variações no tamanho de partícula não afetaram as características relacionadas ao consumo de MS, ganho de peso diário e a digestibilidade da MS. Silagens feitas a partir da utilização de maior altura de corte produziram melhor conversão alimentar em comparação às silagens feitas a partir da utilização de menor altura de corte.

2.8 Digestibilidade

A digestibilidade do alimento, basicamente, é a sua capacidade de permitir que o animal utilize os seus nutrientes em maior ou menor escala. Essa capacidade é expressa pelo coeficiente de digestibilidade do nutriente, sendo uma característica do alimento, e não do animal.

Segundo Owens (2005) a digestibilidade representa a fração do alimento degradada no trato digestivo e a fração indigestível, excretada principalmente sob a forma de fezes. Pode-se determinar a digestibilidade da dieta total (digestibilidade da matéria seca) e de frações da dieta ou nutrientes isolados (digestibilidade da matéria orgânica, FDA, FDN, proteína,

minerais, aminoácidos), através de métodos como digestibilidade *in vivo*, digestibilidade *in vitro* e digestibilidade *in situ*. A digestibilidade *in vivo* é determinada diretamente nos animais fornecendo-se uma dieta conhecida, pesando ou estimando os dejetos e calculando a porcentagem digerida por diferença entre o ingerido e o excretado pelo animal. Já a digestibilidade *in vitro* simula, em condições laboratoriais, a digestibilidade *in vivo*. A digestibilidade *in situ* é estimada em animais canulados, incubando-se amostras do alimento em pequenos sacos de poliéster, diretamente no rúmen do animal.

Segundo Cabral et al. (2002) uma maior participação de grãos de milho na silagem resulta em maior digestibilidade da mesma, compensando a menor digestibilidade da fração fibrosa. Johnson et al. (2002), avaliando 2 híbridos de milho, concluíram que a maturidade afeta a digestibilidade da planta e, conseqüentemente, diminui o desempenho animal, confirmando que o ponto ótimo de colheita é quando se observa a linha do leite em dois terços do grão.

Segundo Silva (1997), a digestibilidade da matéria seca da planta sofre, normalmente, pequenas alterações com a maturação fisiológica. Isto pode ser explicado pelas diferenças nos componentes da planta em diferentes estádios de maturação, sendo que nos estádios iniciais existe maior participação do colmo na qualidade da planta. Posteriormente, em estádios mais avançados, a maior proporção da fração colmo é substituída pela fração grãos, a qual é caracterizada por maior densidade energética e maior teor matéria seca. Em contrapartida, simultaneamente, o colmo perde qualidade pelo espessamento e lignificação da parede celular.

Lopes et al. (2007) não observaram correlação entre a porcentagem de grãos e a digestibilidade da porção volumosa da silagem do milho e enfatizaram que grande parte dos trabalhos de seleção de variedades de milho para ensilagem foram conduzidos de forma errônea quando se trata da qualidade do volumoso. Bal et al. (2006) avaliaram duas variedades de milho, cortados na mesma idade e cultivados de forma semelhante, e observaram diferença na composição química e digestibilidade (36 % e 40 %) concluindo que o corte deve ser realizado entre 30 a 35 % de MS pela melhor digestibilidade.

Zeoula et al. (2003) avaliaram 5 híbridos de milho e concluíram que a elevação nos teores de MS na planta de 25 para 40% resultou em melhora na digestibilidade da MS (DIVMS) do colmo + bainha, em torno de 60 % para o híbrido superprecoce P30R21 e diminuição em 36 % para o semiprecoce P30F80. Para os híbridos precoces P30R07, P3041 e

P30F33 não houve diferença e os melhores coeficientes de digestibilidade foram observados para a faixa de 30 a 38 % de MS.

Segundo Pereira (2008), a silagem não é fonte de proteínas, minerais e lipídeos (aproximadamente 15% da MS), mas sim de fibras, carboidratos (amido) e açúcares (85 % da MS). Deste modo, se quisermos desenvolver híbridos mais específicos para ensilagem no futuro, devemos selecionar melhor a digestibilidade da fração fibrosa (<%FDN) e do amido dos grãos, atuando em quantidade e textura de grãos mais dentados.

Silva (1999) relatou que pesquisas feitas pela Pioneer dos Estados Unidos encontraram dois híbridos com a mesma produção de silagem, diferindo 15% quanto à digestibilidade da fração volumosa. Quando essas silagens foram oferecidas a bovinos em crescimento, compondo 65 % da dieta, o híbrido mais digestível resultou em uma melhora de 11% na eficiência alimentar e 7 % no ganho de peso médio diário.

Vasconcelos et al. (2005) avaliaram treze cultivares de milho em três safras agrícolas, submetidos a duas alturas de corte (0,1 m a 0,8 m). Os resultados obtidos permitiram concluir que a elevação da altura de corte, embora tenha contribuído para a diminuição da produção de MS, proporcionou uma melhoria na digestibilidade e qualidade da forragem, em decorrência da parte mais fibrosa e menos digestível da planta de milho não ter sido colhida. Já Caetano (2001) verificou redução de 25,6 % na produtividade de MS quando a altura média de corte aumentou de 0,5 m para aproximadamente 0,8 m, aumentando, conseqüentemente, a digestibilidade da planta a ser ensilada.

Rossi Junior et al. (2006) avaliaram a digestibilidade de dois cultivares de milho para ensilagem, um com textura dura e outro com textura farinácea, cortados a 20 e 40cm. Os autores concluíram que o híbrido com textura farinácea, cortado a 40 cm, foi superior e sugeriram cultivares de textura macia e altura de corte mais elevada para uma melhor qualidade de silagem.

Atualmente, o perfil de plantas de milho para ensilagem deve considerar, além da produtividade e da qualidade de colmos e folhas da planta, os efeitos da maturidade, uma vez que, com o avanço da maturidade, ocorre um aumento na porcentagem de grãos na silagem, porém um decréscimo na digestibilidade das outras partes da planta (NUSSIO, 2001). Rosales (2007) verificou correlação negativa entre a DIVMS e as variáveis FDN, FDA, hemicelulose, celulose e lignina, indicando que o aumento destas frações no alimento provoca redução da digestibilidade *in vitro* da matéria seca do colmo, sendo estes resultados um indicativo do valor nutritivo total da planta inteira. Também Johnson et al. (2002), estudando duas

variedades de milho, concluíram que o avanço da maturidade afeta a digestibilidade *in vitro* da FDN.

Diversos autores demonstram que produção e qualidade não são variáveis antagônicas, e afirmam que, considerando-se o retorno econômico da propriedade agrícola, um híbrido de alta qualidade com baixa produção é superior a um híbrido de elevada produção e baixa qualidade (SILVA, 1997).

2.9 Qualidade da fibra

A fibra é uma fonte de carboidratos utilizados como fonte de energia pelos microrganismos do rúmen e tem sido empregada para caracterizar alimentos e estabelecer limites máximos de ingredientes nas rações (VAN SOEST, 1994). No entanto, os nutricionistas não chegaram a um consenso sobre uma definição uniforme de fibra, bem como sobre a concentração de fibra ideal para a otimização do consumo de energia pelos bovinos. A fibra é essencial para a nutrição de ruminantes, já que sua fermentação é que produz os ácidos graxos voláteis, principais fontes de energia para o animal (BIANCHINI et al., 2007).

Mertens (2003) define fibra como o componente estrutural das plantas, ou seja, a parede celular, e a fração menos digerível do alimento, ou seja, aquela que não é digerida por enzimas de mamíferos, além de ser essencial para estimular a mastigação e ruminação.

Os carboidratos são a principal fonte de energia na dieta dos animais e incluem uma grande variedade de compostos orgânicos, que possuem perfis de fermentação e digestão diferentes, atuando de maneira distinta no organismo animal. Estes compostos constituem cerca de 60 a 80% da matéria seca (MS) de forrageiras, sendo a principal fonte de energia para os seres vivos. As características nutricionais dos carboidratos das forrageiras dependem dos açúcares que as compõem, das ligações estabelecidas entre eles e outros fatores físico-químicos. Assim, os carboidratos das plantas podem ser agrupados em duas grandes categorias conforme sua menor ou maior degradação: estruturais e não estruturais, respectivamente. Para os ruminantes, eles tornam-se disponíveis indiretamente na forma de ácidos graxos voláteis (AGV) (HRISTOV et al., 2005).

Bach et al. (2006) descreveram que a ação da fibra nos ruminantes ocorre devido à sua composição química, que regula o ritmo da fermentação, e por sua estrutura física, que altera

os tempos de mastigação e secreção salivar. Torna-se difícil descrever as qualidades físicas da fibra, uma vez que a distribuição da FDN não é homogênea para todos os tamanhos de partícula da ração. No entanto, a maximização da mastigação pode ser alcançada mediante o aumento da FDN na dieta, independente do tamanho da partícula, devido à capacidade de seleção das partículas pequenas por parte dos animais, sobretudo em dietas com alta proporção de carboidratos fermentescíveis. Neste sentido, minimizar o coeficiente de variação da distribuição de partícula da ração minimizaria a capacidade de seleção.

O valor nutritivo da fração fibrosa da planta de milho é inversamente proporcional à produção de grãos e à idade de corte, resultado das alterações morfológicas. A relação entre valor nutritivo e produção de grãos parece ocorrer devido à redução na translocação de carboidratos não estruturais, quando a produção de grãos é reduzida, deixando uma maior concentração de carboidratos não estruturais na porção fibrosa. O valor nutritivo da fração fibrosa, com o avanço da idade de corte, é caracterizado pela redução nas concentrações de proteína bruta e carboidratos não estruturais, e aumento nas concentrações dos constituintes da parede celular (SILVA et al., 1997). Konnofot et al. (2005) e Carvalho et al. (2008) descreveram as características anatômicas que têm impacto sobre o valor nutritivo, destacando a proporção de tecidos e a espessura da parede celular, já que tais características apresentam altas correlações com os teores de fibra, de lignina e de proteína bruta (PB) e com os coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). Os tecidos de baixa digestibilidade correlacionam-se negativamente com a PB e a DIVMS e positivamente com os teores de fibra e de lignina, enquanto aqueles rapidamente digeridos apresentam correlações positivas com a PB e com a DIVMS e negativas com os teores de fibra e lignina.

Segundo Rosales (2007), de modo geral, a menor concentração de fibra (FDN, FDA, celulose e lignina) foi verificada no híbrido com grão semiduro vermelho alaranjado, ciclo precoce e porte médio/alto, em relação ao híbrido com grão semiduro vermelho. Os resultados indicam que com 0,45 m de espaçamento entre linhas, há uma menor concentração de fibra na planta com valores médios de 67,13% (FDN), 40,77% (FDA), 26,36% (hemicelulose), 34,22% (celulose) e 5,17% (lignina).

Segundo Stabile et al. (2007), para selecionar materiais mais nutritivos e que mantenham a qualidade da fibra por mais tempo, é importante avaliar a digestibilidade da FDN. A continuidade das pesquisas neste aspecto é de grande importância para a identificação de outras características químicas e físicas dos alimentos, que influenciam a efetividade em manter a ótima função ruminal e saúde animal.

3 HIPÓTESE

Nossa hipótese é que existe variabilidade genética no efeito da maturidade sobre a qualidade do colmo, e que a maturidade afeta negativamente a qualidade do mesmo.

4 OBJETIVO

Objetivou-se avaliar o efeito da idade de corte sobre a qualidade nutricional do colmo de genótipos de milho, permitindo a seleção de materiais de melhor qualidade, com o intuito de definir critérios de seleção em programas de melhoramento de híbridos de milho para silagem que visam o aumento da digestibilidade da fibra do colmo. Objetivou-se ainda classificação dos cultivares em grupos de acordo com suas características produtivas e de qualidade nutricional.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Descrição do local

O Experimento foi conduzido em área do Instituto Agronômico de Campinas, localizado em Campinas, região sudeste do estado de São Paulo (latitude 22° 54' S e longitude 47° 03' W). A Altitude local é de 600 m e o clima, segundo a classificação do Instituto Nacional de Meteorologia–INMET é do tipo subtropical, com chuvas de verão e inverno relativamente seco. A média anual de precipitação pluviométrica é 1249,4 mm e as temperaturas médias são: máxima 29,26°, mínima: 18,14° e 60-80% de umidade relativa. O estabelecimento da cultura foi realizado em uma área plana de solo latossolo vermelho distroférico.

A condição climática dentro do experimento se manteve dentro do padrão da época, sem ocorrência de falta de água por período prolongado (Tabela 2).

Tabela 2 - Condições climáticas durante o experimento

Período	Temperatura média (°C)	Evapotranspiração potencial (mm/dia)	Precipitação acumulada (mm)
10/11/2005 a 15/01/2005	23,8	15,1	304,7
16/01/2006 a 15/02/2006	25,4	16,9	299,5
16/02/2006 a 19/03/2006	25,1	14,6	139,7

Quinze híbridos de milho foram plantados no dia 09 de novembro de 2005, adubados com 250 kg/ha da fórmula de 8-28-16 (N-P-K) no momento do plantio e realizou-se também uma adubação em cobertura com 100 kg/ha de N na forma de uréia.

Foram avaliados 12 híbridos top crosses, IA 33 X HC 1-2-1; IA 33 X HC 2-6-2; IA 33 X HC 2-8-2; IA 33 X HC 3-2-1; IA 33 X HC 7-12-1; IA 33 X HC 9-14-1; IA 33 X HC 10-3-1; IA 33 X HC 12-3-1; IA 33 X HC 12-6-1; IA 33 X HC 13-1-1; IA 33 X HC 13-28-1; mais o testador IA33 e duas testemunhas comerciais, DKB 350 e IAC 8333, totalizando 15 tratamentos testados sob delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições.

As parcelas experimentais eram formadas por 4 linhas espaçadas de 0,7 m por 15 m de comprimento, em um total de 25 plantas por linha. Os híbridos foram colhidos após 90, 120 e 150 dias de crescimento. A 1ª coleta foi nos dias 16 e 17 de janeiro, a 2ª coleta nos dias 16 e 17 de fevereiro e a 3ª coleta nos dias 20 e 21 de março.

A cada data de corte, 4 plantas inteiras foram cortadas rente ao solo e separadas nas frações folhas, colmos e espigas. O 4º e 5º internódios do colmo foram coletados para determinação da composição química e digestibilidade *in vitro*. As amostras foram secas em estufa com ventilação forçada de ar a 55°C por 72 horas. Após moagem em moinho munido com peneira de 1 mm, as amostras foram acondicionadas em frascos de vidro.

5.2 Análises Laboratoriais

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de bromatologia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP no *Campus* Pirassununga-SP. Os parâmetros analisados foram os teores de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina e digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) e da FDN (DIVFDN). Os teores de FDN, FDA, lignina, DIVMS e DIVFDN foram determinados conformes Goering & Van Soest (1970). Após secagem em estufa a 55°C por 72 h, amostras do 4º e 5º internódio foi moído a 1 mm e incubado, em duplicata, por 30 h a 39°C em solução de MacDougall e líquido ruminal. Apenas a fase fermentativa foi conduzida após 30 h de incubação. O teor de FDN da solução foi determinado segundo metodologia descrita anteriormente. O teor de MS a 105°C foi determinado para cálculo da DIVMS, DIVFDN.

5.3 Análise Estatística

Foi considerado um delineamento de blocos ao acaso com parcela sub-dividida, aonde as idades de corte eram as parcelas e os genótipos as sub-parcelas. A análise estatística foi feita utilizando-se o procedimento "MIXED" do pacote estatístico SAS, considerando-se os

efeitos fixos de genótipo, maturidade, internódio e as interações entre os três, e os efeitos aleatórios de bloco. Foi realizado o teste de Tukey para comparação das médias.

Foi feita ainda uma análise de agrupamento dos genótipos segundo o método de Tocher, utilizando a matriz de distâncias euclidiana média, permitindo o estabelecimento de dois grupos de híbridos de milho (CRUZ et al., 1997).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Produção de Massa, Teor de matéria seca e proporções da planta de milho

O ponto de maturidade à colheita é um fator de grande impacto sobre o valor nutritivo da silagem (JOHNSON et al., 1999). Durante o desenvolvimento dos híbridos de milho, houve aumento quadrático na produção de MS, % de espigas e teor de MS da planta toda (Tabela 3). De maneira inversa, houve um decréscimo quadrático na proporção de hastes e folhas (Tabela 3).

Tabela 3 - Produção de massa, composição e teor de matéria seca de 15 híbridos de milho colhidos em três estágios de maturidade

Variável	Idade, dias			EPM ¹	Nível de significância	
	90	120	150		linear	quadrático
PMS ² , t/ha	5,9	16,5	21,0	352	**	**
Espiga, %MS	4,6	47,2	58,4	0,6	**	**
Colmo, %MS	50,1	33,5	27,0	0,6	**	**
Folha, %MS	45,3	19,3	14,6	0,5	**	**
MS, %	14,7	25,2	44,7	0,3	**	**

¹Erro padrão da média. ²Produção total de matéria seca. **Significativo a 1% de probabilidade.

Conforme o modelo quadrático encontrado ($\%MS = 36,7 - 0,7*Idade + 0,005*Idade^2$, $R^2=0,94\%$), os híbridos atingiram o teor de umidade recomendado para corte (32% de MS, COX; CHERNEY, 2005) com 132 dias após o plantio, sendo que após este ponto houve uma perda de 0,7% de umidade a cada dia. Isto significa que a janela para corte na umidade recomendada (32-35% de MS, COX; CHERNEY, 2005) foi de apenas seis dias. Estudando quatro híbridos durante quatro anos, Ma et al. (2006) relatam uma janela de corte de 8 dias para colheita dos híbridos entre 30 e 38% de MS.

De acordo com o modelo quadrático encontrado ($PMS\text{ kg/ha} = -62913 + 1073*Idade - 3,4*Idade^2$, $R^2=77,7\%$), houve um acréscimo de 110 kg de MS/ha por dia entre os teores de 32 e 45% de MS; ou seja, colhendo-se as plantas com 32% ao invés de 45% de MS, haveria uma perda de produtividade de 1900 kg MS/ha, o que corresponde a 90% da produção máxima. Este resultado está de acordo com as recomendações de ponto ótimo de colheita com produtividade $\geq 85\%$ da produtividade máxima (COX; CHERNEY, 2005).

Houve diferença entre os genótipos quanto à % de MS da planta e produção total (PMS) quando colhidos com 90, 120 e 150 dias (Tabela 4). O teor de MS com 120 dias de crescimento variou de 23,1 a 27,5%, e a PMS de 12,0 a 17,2 t/ha (Tabela 4).

Os dados obtidos por Beleze et al. (2003b), que avaliaram cinco híbridos de milho na região sul do Estado do Paraná, foram muito próximos aos resultados deste trabalho para a PMS, obtendo uma variação de 17,24 a 15,14 t/ha. Melo (1999) avaliou 30 cultivares de milho na região de Lavras–MG e obteve resultados que tiveram variação máxima e mínima, respectivamente, em relação à produção de matéria seca de 20,59 e 12,49 t/ha aos 110 dias.

Rossi Junior et al. (2006) testaram dois cultivares de milho cortados em diferentes alturas e colhidos com 120 dias e obtiveram valores mais elevados de MS, que variaram de 27,3 a 35%. Zopollatto (2007), no estado de São Paulo, avaliou seis híbridos de milho para silagem e também verificou valores maiores de teor de MS aos 120 dias, que variaram de 42,7 a 29,8%. Mittelman et al. (2005) confirmaram a existência de diferenças entre genótipos de milho quanto a produção e qualidade da silagem. Estes autores avaliaram 21 híbridos de milho e as médias para produção de matéria seca variou de 8,69 a 19,22 t/ha aos 120 dias.

Oliveira et al. (2007) avaliaram 8 variedades de milho e três de sorgo na região de Patos de Minas–MG e obtiveram variabilidade na PMS de 15,5 a 22,7 t/ha, e concluíram que o aumento da PMS resulta na redução do custo de produção da silagem de milho.

Tabela 4 - Teor de MS e produção total de matéria seca de 15 genótipos de milho colhidos em três idades de corte

Genótipos	MS 65°C, %			PMS ¹ , t/ha		
	90 d	120 d	150 d	90 d	120 d	150 d
IA33 X HC1-2-1	13,2 ^c	24,6 ^{defg}	44,2 ^{abcde}	5,6 ^{bcdef}	15,5 ^b	22,1 ^{bcd}
IA33 X HC2-6-2	14,2 ^{bc}	25,7 ^{bcde}	45,0 ^{abcd}	5,3 ^{cdef}	16,6 ^b	19,6 ^{de}
IA33 X HC2-8-2	14,3 ^{bc}	23,8 ^{fgh}	45,4 ^{abc}	6,0 ^{abcd}	16,1 ^b	15,0 ^f
IA33 X HC3-2-1	14,6 ^{bc}	25,8 ^{abcde}	39,4 ^e	6,1 ^{abc}	20,8 ^a	22,1 ^{bcd}
IA33 X HC4-9-1	13,9 ^{bc}	26,9 ^{abc}	46,8 ^{abc}	5,2 ^{def}	16,2 ^b	20,9 ^{cde}
IA33 X HC7-12-1	15,1 ^b	26,3 ^{abcd}	49,5 ^a	6,4 ^{ab}	16,9 ^b	29,4 ^a
IA33 X HC9-14-1	14,3 ^{bc}	27,5 ^a	44,5 ^{abcd}	6,0 ^{abcd}	20,6 ^a	22,0 ^{bcd}
IA33 X HC10-3-1	14,6 ^{bc}	24,2 ^{efgh}	45,7 ^{abc}	6,1 ^{abc}	15,8 ^b	17,6 ^{ef}
IA33 X HC12-3-1	14,9 ^b	25,3 ^{bcdef}	42,3 ^{cde}	4,8 ^f	14,4 ^{bc}	18,4 ^{def}
IA33 X HC12-6-1	14,0 ^{bc}	22,7 ^h	40,5 ^{de}	5,9 ^{abcd}	17,2 ^b	24,2 ^{bc}
IA33 X HC13-1-1	14,3 ^{bc}	27,0 ^{ab}	45,1 ^{abcd}	5,9 ^{abcde}	16,8 ^b	18,5 ^{def}
IA33 X HC13-28-1	15,1 ^b	25,2 ^{cdef}	43,4 ^{bcde}	6,6 ^a	15,3 ^{bc}	25,3 ^{ab}
IAC 8333	15,0 ^b	23,1 ^{gh}	46,1 ^{abc}	6,8 ^a	16,0 ^b	17,5 ^{ef}
IA 33	14,5 ^{bc}	24,1 ^{efgh}	45,8 ^{abc}	5,0 ^{ef}	12,0 ^c	19,6 ^{de}
DKB 350	18,0 ^a	25,7 ^{bcde}	47,8 ^{ab}	6,4 ^{ab}	16,6 ^b	23,8 ^{bc}
Média	14,7 ^A	25,2 ^B	44,8 ^C	5,9 ^A	16,5 ^B	21,0 ^C
EPM ²	0,9	1,0	2,3	0,6	1,2	1,8
Significância Genótipo ³	**	**	*	**	**	**

¹Produção de matéria seca verde, em t/ha. ²EPM: Erro padrão da média. ³Probabilidade de efeito significativo de genótipo. Esses são classificados como: ns: não significativo; *P<0,05; **P<0,01. ^{abcde} Médias na mesma coluna seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (P<0,05) pelo teste-t protegido por Fisher. ^{ABC} Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (P<0,05) pelo teste-t protegido por Fisher.

Observa-se que com o avanço da maturidade há aumento na proporção de espiga passando na idade de 90 dias 4,6% para 58,5% aos 150 dias, ao contrario das proporções de folha e colmo, tiveram queda ao longo do tempo, passando de 45,3% a 14,5% e 50,1% para 27% na idade de 90 e 150 dias respectivamente (Tabela 5). Zopollato (2007) obteve médias semelhantes para as frações de espiga (47%), folha (18%) e colmo (34%) aos 120 dias de idade, em relação aquelas obtidas no presente trabalho.

Tabela 5 - Proporção de espigas, folhas e colmos de 15 genótipos de milho colhidos em três idades de corte

Genótipos	Espigas, %MS			Folhas, %MS			Colmo, %MS		
	90 d	120 d	150 d	90 d	120 d	150 d	90 d	120 d	150 d
IA33 X HC1-2-1	3,1 ^{efg}	43,7 ^{def}	60,2 ^{abc}	39,6 ^{efg}	19,2 ^{bcd}	13,2 ^{def}	57,3 ^{ab}	37,1 ^b	26,6 ^{bcd}
IA33 X HC2-6-2	0,8 ^g	48,7 ^{bc}	56,6 ^{bcd}	46,3 ^{abc}	19,7 ^{bcd}	17,7 ^a	52,9 ^{abc}	31,6 ^{cde}	25,7 ^{bcd}
IA33 X HC2-8-2	6,0 ^{bcde}	43,4 ^{def}	57,4 ^{bcd}	48,8 ^{abc}	22,3 ^a	17,4 ^{ab}	45,2 ^e	34,2 ^{bcd}	25,2 ^{cde}
IA33 X HC3-2-1	3,6 ^{cdefg}	49,6 ^{ab}	52,9 ^d	50,4 ^{ab}	19,7 ^{bcd}	16,5 ^{abc}	45,9 ^{de}	30,7 ^{de}	30,6 ^{ab}
IA33 X HC4-9-1	6,8 ^{bc}	48,8 ^{bc}	62,8 ^{ab}	40,5 ^{defg}	20,3 ^{abc}	13,3 ^{def}	52,6 ^{bc}	30,9 ^{cde}	23,9 ^{de}
IA33 X HC7-12-1	3,4 ^{defg}	48,3 ^{bc}	65,2 ^a	38,6 ^{fg}	18,6 ^{cd}	11,4 ^f	58,0 ^a	33,1 ^{bcd}	23,5 ^{de}
IA33 X HC9-14-1	6,5 ^{bcd}	53,8 ^a	60,4 ^{abc}	35,9 ^g	15,7 ^e	12,1 ^f	57,6 ^{ab}	30,5 ^{de}	27,4 ^{bcd}
IA33 X HC10-3-1	4,9 ^{bcdef}	50,9 ^{ab}	57,8 ^{abcd}	45,1 ^{bcde}	20,2 ^{abcd}	16,7 ^{abc}	50,0 ^{cde}	28,9 ^e	25,6 ^{cde}
IA33 X HC12-3-1	5,0 ^{bcdef}	47,1 ^{bcd}	58,0 ^{abcd}	45,5 ^{bcd}	18,0 ^{de}	12,7 ^{ef}	49,5 ^{cde}	35,0 ^{bc}	29,3 ^{abc}
IA33 X HC12-6-1	1,3 ^g	45,0 ^{cde}	57,8 ^{abcd}	51,5 ^a	19,0 ^{cd}	14,8 ^{bcd}	47,1 ^{de}	36,0 ^b	27,4 ^{bcd}
IA33 X HC13-1-1	2,8 ^{efg}	48,5 ^{bc}	55,5 ^{cd}	46,4 ^{abc}	18,6 ^{cd}	14,4 ^{cdef}	50,7 ^{cd}	32,9 ^{bcd}	30,1 ^{abc}
IA33 X HC13-28-1	3,8 ^{cdefg}	40,4 ^f	52,6 ^d	43,5 ^{cdef}	18,2 ^{cd}	14,9 ^{bcd}	52,6 ^{bc}	41,4 ^a	32,5 ^a
IAC 8333	7,9 ^{ab}	47,2 ^{bcd}	56,4 ^{bcd}	47,2 ^{abc}	18,9 ^{cd}	14,4 ^{cdef}	45,0 ^e	33,9 ^{bcd}	29,2 ^{abc}
IA 33	2,4 ^{fg}	42,1 ^{ef}	63,0 ^{ab}	49,5 ^{ab}	21,4 ^{ab}	15,5 ^{abcd}	48,1 ^{cde}	36,5 ^b	21,4 ^e
DKB 350	11,0 ^a	50,4 ^{ab}	61,0 ^{abc}	50,6 ^{ab}	19,1 ^{bcd}	12,6 ^{ef}	38,4 ^f	30,4 ^{de}	26,4 ^{bcd}
Média	4,6 ^A	47,2 ^B	58,5 ^C	45,3 ^A	19,2 ^B	14,5 ^C	50,1 ^A	33,5 ^B	27,0 ^C
EPM ²	1,7	1,7	3,2	2,0	0,9	1,2	2,2	1,6	2,5
Significância Genótipo ³	*	**	*	**	**	**	**	**	**

¹Produção de matéria seca verde, em t/ha. ²EPM: Erro padrão da média. ³Probabilidade de efeito significativo de genótipo. Esses são classificados como: ns: não significativo; *P<0,05; **P<0,01. ^{abcde}Médias na mesma coluna seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (P<0,05) pelo teste-t protegido por Fisher. ^{ABC}Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (P<0,05) pelo teste-t protegido por Fisher.

Caetano (2001) estudou 11 genótipos de milho colhido a duas alturas de corte, baixa e alta. Os cultivares pertencentes ao grupo de corte baixo obtiveram médias superiores às proporções de espiga (70%), inferiores na proporção de folha (11%) e semelhantes na proporção de colmo (19%), comparado à idade de 120 dias.

Observou-se variação significativa entre os genótipos de milho em relação ao percentual de participação das frações espiga, folha e colmo nas três idades de corte (Tabela 5). Entre as diferenças mais expressivas, na idade de 120 dias, pode-se notar que o genótipo IA33 X HC13-28-1 apresentou a maior proporção de colmo e folha e a menor proporção de espiga. No extremo oposto, o genótipo IA33 X HC9-14-1 apresentou menores proporções de colmo, folha e maior proporção de espiga. Provavelmente, o fator responsável pelas maiores proporções das frações foi pela idade da planta de milho. Já a característica desejável para uma silagem superior teria que ter maior proporção de folha e colmo com alta qualidade (ROMERO & ARONNA., 2007).

6.2 Efeito de maturidade sobre a composição do 4º e 5º internódios do colmo

Não houve efeito de maturidade ou interação internódio x maturidade sobre o comprimento ou diâmetro dos dois internódios colhidos (Tabela 6). Estes dados corroboram com resultados anteriores que apontam que a elongação e espessamento da haste do milho se completa no final do estágio vegetativo, com aproximadamente 80 dias após emergência (JUNG, 2003). O 5º internódio apresentou maior comprimento médio (16,5 versus 14,7 cm) e menor diâmetro médio (2,2 versus 2,3 cm) do que o 4º internódio (Tabela 6).

Quanto ao teor de parede celular, houve efeito significativo da maturidade e do internódio sobre o valor de FDN da haste de híbridos de milho, porém não houve interação significativa maturidade x internódio (Tabela 6). Houve queda no teor de FDN em ambos os internódios com o avanço da maturidade, passando de 70,6% da MS com 90 dias para 63,0 % da MS com 150 dias de desenvolvimento (Tabela 6). O teor de FDN médio foi maior no 5º do que no 4º internódio (68,1 versus 66,8 %, Tabela 6).

Tabela 6 - Morfologia, composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* do 4º e 5º internódios do colmo de 15 híbridos de milho colhidos em três estágios de maturidade – Efeito geral de maturidade, internódio e interação

Variável	Idade, dias						EPM ¹	Probabilidade ²		
	90		120		150			M	I	M*I
	4ºInt	5ºInt	4ºInt	5ºInt	4ºInt	5ºInt				
Comprimento, cm	14,8	17,0	14,5	16,2	14,7	16,3	0,26	ns	**	ns
Diâmetro, cm	2,33	2,19	2,32	2,21	2,25	2,16	0,04	ns	**	ns
FDN, %MS	69,0	72,2	68,5	69,1	63,0	63,0	0,69	*	*	ns
FDA, %MS	41,8	42,4	44,0	44,0	41,5	40,4	0,64	**	ns	ns
Lignina, %MS	4,8	4,6	6,5	7,0	7,8	7,9	0,16	**	ns	ns
Lignina, %FDN	6,9	6,4	9,4	10,1	12,3	12,6	0,20	**	ns	*
DIVMS ³ , %MS	52	47	50	49	52	54	1,1	ns	ns	*
DIVFDN ⁴ , %FDN	31	26	28	26	24	27	1,4	ns	ns	*

¹Erro padrão da média. ²Probabilidades estatísticas para efeito de maturidade (M), internódio (I) e interação entre maturidade e internódio (MxI). ³Digestibilidade *in vitro* da MS. ⁴ Digestibilidade *in vitro* da FDN. ^{ns}Não-significativo. * e **Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente.

Como demonstrado acima, a maturidade afeta diferentemente a qualidade do 4º e do 5º internódio. Da mesma maneira é importante determinar se existe variação entre os genótipos quanto aos efeitos da maturidade sobre a qualidade do 4º e 5º internódio do colmo. Para todas as variáveis analisadas, houve efeito significativo da interação Internódio x Genótipo em pelo menos uma idade de corte, o que demonstra que os dados dos dois internódios não podem ser apresentados como média de 4º+5º internódio, mas sim analisados separadamente (Tabela 7).

Diferentemente das demais forragens, normalmente não há aumento do teor de FDN da planta toda de milho com o avanço da maturidade, podendo inclusive ocorrer redução no teor total de FDN (JOHNSON et al., 2002). Esta queda no valor total de FDN com o avanço da maturidade pode ser explicada pela translocação de nutrientes da parte aérea para os grãos (FERREIRA, 2001), o que acarretaria em aumento do teor de FDN, FDA e lignina da haste com o avanço da maturidade, como observado por Estrada-Flores et al. (2006) e Masoero et al. (2006). No entanto, no presente estudo, o teor de FDN do 4º e 5º internódios foi reduzido com o avanço da maturidade, possivelmente devido ao armazenamento de sucrose e amido (JUNG; CASLER, 2006). Estudando o 4º internódio da haste de três híbridos de milho, Jung e Casler (2006) relatam que houve aumento no teor de parede celular do 4º internódio até 66 dias após o plantio, sendo que após este ponto houve redução no teor de parede celular com o avanço da maturidade. Zeoula et al. (2003) relatam que não houve mudança nos teores de FDN, FDA e lignina da haste de híbridos de milho com o avanço da maturidade.

Não houve diferença entre os internódios quanto ao teor de FDA (Tabela 6), sendo observado um comportamento quadrático do teor de FDA dos internódios com o avanço da maturidade, com valores médios de 42,1, 44 e 40,9% da MS para 90, 120 e 150 dias de crescimento, respectivamente (Tabela 6).

Não houve diferença entre os internódios quanto ao teor de lignina na MS (Tabela 6). A lignina apresentou um aumento quadrático com o avanço da maturidade, com valores médios de 4,7, 6,7 e 7,8% da MS para 90, 120 e 150 dias de crescimento, respectivamente (Tabela 6). No entanto, quando o teor de lignina foi expresso como porcentagem do FDN, houve uma interação significativa internódio x idade (Tabela 6).

Com relação à haste do milho, os componentes da parede celular são depositados na direção acrópeta, mais fortemente nos internódios mais velhos e mais baixos (MORRISON; BUXTON, 1993). Assim, seria de se esperar maiores concentrações de FDN e de lignina no 4º do que no 5º internódio. Porém não houve diferença entre os teores médios de lignina entre os internódios (Tabela 6). O 5º internódio apresentou maior concentração de lignina no FDN, quando colhido com 120 dias de crescimento (10,1 versus 9,4% FDN), do que o 4º internódio, sendo que com 90 ou 150 dias o teor de lignina foi igual entre os dois internódios (Tabela 6). Morrison et al. (1998) e Jung (2003) demonstraram que além de haver diferença na deposição de lignina entre os internódios da haste do milho, existe grande diferença também na síntese de ácido ferúlico e ácido p-cumárico, que são responsáveis pela ligação entre a lignina e os carboidratos da parede celular, prejudicando a digestibilidade dos mesmos.

Houve interação internódio x idade significativa para a DIVMS e DIVFDN da haste do milho. O avanço da maturidade promoveu um aumento linear na DIVMS do 5º internódio, enquanto não exerceu efeito sobre a DIVMS do 4º internódio (Tabela 6).

Tabela 7 - Morfologia, composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* do 4º e 5º internódios do colmo de 15 híbridos de milho colhidos em três estágios de maturidade - Efeito de internódio dentro de maturidade e interação internódio*genótipo

Parâmetro	Dias de crescimento ¹	4º Int	5º Int	EPM ²	Probabilidade ³	
					I(M)	I*G
Comprimento, cm	90	14,8 ^b	17,0 ^a	0,2	**	**
	120	14,5 ^b	16,2 ^a	0,2	**	**
	150	14,6 ^b	16,2 ^a	0,2	**	**
Diâmetro, cm	90	2,33 ^a	2,19 ^b	0,04	*	ns
	120	2,32	2,21	0,04	ns	ns
	150	2,25	2,17	0,05	ns	**
FDN, %MS	90	69,0	72,2	1,2	ns	ns
	120	68,5	69,1	1,2	ns	**
	150	63,2	63,2	1,2	ns	**
FDA, %MS	90	41,8	42,4	0,6	ns	ns
	120	44,0	44,0	0,6	ns	ns
	150	41,6	40,6	0,6	ns	**
Lignina, %FDN	90	6,9	6,4	0,3	ns	ns
	120	9,4	10,1	0,3	ns	*
	150	12,3	12,6	0,3	ns	**
DIVMS ¹ , %MS	90	51,7	46,8	2,6	ns	**
	120	50,4	49,2	2,6	ns	*
	150	51,8	53,7	2,6	ns	*
DIVFDN ² , %FDN	90	30,5	26,2	3,8	ns	**
	120	27,7	26,5	3,8	ns	ns
	150	23,7	26,7	3,8	ns	ns

¹Dias de crescimento: São os dias de crescimento da forrageira a contar a partir de um corte de nivelamento em 29/12/2005. ²EPM: Erro padrão da média. ³Probabilidades estatísticas para efeito de internódio dentro de cada idade I(M), e interação entre internódio e genótipo dentro de cada estágio de maturidade (I*G). ¹DIVMS: Digestibilidade *in vitro* da matéria seca. ²DIVFDN: Digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro.

^{ab}Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre si.

Com 90 dias de crescimento, o 4º internódio apresentava maior DIVMS do que o 5º internódio, sendo que com 120 e 150 dias de crescimento não houve diferença (Tabela 7).

Para a DIVFDN o efeito foi inverso, o aumento da maturidade promoveu queda linear na DIVFDN do 4º internódio, enquanto não exerceu efeito sobre a DIVFDN do 5º internódio. Com 90 dias de crescimento, o 4º internódio apresentava maior DIVFDN do que o 5º internódio, sendo que com 120 e 150 dias de crescimento não houve diferença (Tabela 7).

Estudando o efeito da maturidade sobre a digestibilidade da haste do milho, Masoero et al (2006) observaram queda nos valores de DIVMS e DIVFDN da haste, o mesmo reportado por Estrada-Flores et al. (2006).

6.3 Efeito de genótipos sobre a composição do 4º e 5º internódios do colmo

Analisando-se a composição bromatológica do 4º internódio do colmo, o valor médio deferiu entre os genótipos, nas três idades de corte, quanto à % de FDN (Tabela 8). O maior teor de FDN foi verificado com o genótipo DKB 350 (74,3%), na idade de 120 dias, ao contrario do genótipo IAC 8333 (63,9%) que apresento menores valores. O teor de Lignina, %FDN, na idade de 150 dias foi mais elevado no genótipo DKB 350 (12,8%) quando comparado ao genótipo IA 33 (11,8%). Não foi encontrada diferença significativa, ao longo das três idades de corte, no teor de FDA (Tabela 8), confirmando assim que o uso da FDA para cálculo de digestibilidade dos alimentos, não possui base teórica sólida, mas somente associação estatística (VAN SOEST, 1994).

Zeoula et al. (2003a) estudando 5 híbridos de milho em diferentes estádios de maturação na região sul do Estado do Paraná, não obteve variabilidade no teor de FDN, FDA e lignina da fração colmo + bainha.

Silva et al. (1999), avaliando a concentração de FDN na haste + folha, encontraram valores que variaram entre 55,03 a 67,42%, para híbridos de milho no ano de 1995/96 e entre 61,05 a 71,18% de FDN, no ano de 1996/97.

Tabela 8 - Composição bromatológica do 4º Internódio do colmo de 15 genótipos de milho colhidos em três idades de corte

Genótipos	FDN ¹ , % MS			FDA ² , %MS			Lignina, %FDN		
	90 d	120 d	150 d	90 d	120 d	150 d	90 d	120 d	150 d
IA33 X HC1-2-1	71,5 ^{abc}	71,9 ^{ab}	61,8 ^{bcde}	42,6	47,1	36,9	6,3	8,4	10,3 ^{bcde}
IA33 X HC2-6-2	73,6 ^a	72,2 ^{ab}	68,5 ^{abc}	45,5	46,8	47,4	6,7	9,8	13,4 ^{abcd}
IA33 X HC2-8-2	67,3 ^{cde}	72,3 ^{ab}	69,7 ^{ab}	41,0	44,4	44,5	5,9	9,5	10,8 ^{de}
IA33 X HC3-2-1	71,2 ^{abcd}	70,0 ^{abc}	58,9 ^{de}	35,9	44,5	40,1	7,8	9,3	13,9 ^{ab}
IA33 X HC4-9-1	72,5 ^{ab}	65,6 ^{cd}	65,8 ^{abcd}	45,8	43,5	42,0	7,0	10,2	12,9 ^{abc}
IA33 X HC7-12-1	68,9 ^{bcd}	64,7 ^{cd}	73,3 ^a	43,0	42,5	49,7	6,9	9,1	11,9 ^{abc}
IA33 X HC9-14-1	69,3 ^{abcd}	70,0 ^{abc}	62,1 ^{bcde}	41,8	44,4	41,3	7,6	9,7	13,7 ^{abc}
IA33 X HC10-3-1	70,0 ^{abcd}	68,7 ^{abcd}	61,0 ^{cde}	43,8	44,7	39,0	6,6	9,6	12,3 ^{abcd}
IA33 X HC12-3-1	63,1 ^e	64,2 ^{cd}	65,7 ^{abcd}	39,6	41,7	44,3	8,6	9,7	12,7 ^a
IA33 X HC12-6-1	69,2 ^{abcd}	69,3 ^{abcd}	61,2 ^{cde}	42,3	42,8	43,7	6,1	9,2	12,9 ^{cde}
IA33 X HC13-1-1	67,5 ^{cde}	67,9 ^{bcd}	60,6 ^{cde}	39,1	43,4	39,7	6,2	8,8	12,8 ^{cde}
IA33 X HC13-28-1	66,7 ^{de}	67,8 ^{bcd}	61,0 ^{cde}	40,3	44,0	39,9	6,4	9,1	11,5 ^{abcde}
IAC 8333	66,7 ^{de}	63,9 ^d	59,7 ^{de}	40,1	40,2	38,6	6,8	9,0	11,1 ^{abc}
IA 33	67,5 ^{cde}	65,2 ^{cd}	62,2 ^{bcde}	41,5	41,2	40,6	5,8	10,2	11,8 ^e
DKB 350	70,5 ^{abcd}	74,3 ^a	56,8 ^e	44,6	48,2	36,9	8,5	9,7	12,8 ^a
Média	69,0 ^A	68,5 ^B	63,2 ^C	41,8 ^A	44,0 ^A	41,6 ^A	6,9 ^A	9,4 ^B	12,3 ^C
EPM ³	1,7	2,2	3,8	3,4	1,9	3,8	0,8	0,4	0,8
Significância Genótipo ⁴	*	*	**	ns	ns	ns	ns	ns	**

¹Fibra em detergente neutro. ²Fibra em detergente ácido. ³Erro padrão da média. ⁴Probabilidade de efeito significativo de genótipo. ^{ns} não significativo; *P<0,05; **P<0,01. ^{abcde} Médias na mesma coluna seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (P<0,05) pelo teste-t protegido por Fisher. ^{ABC} Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (P<0,05) pelo teste-t protegido por Fisher.

Analisando-se a composição bromatológica do 5º internódio do colmo, observou-se diferença significativa nos valores médios dos genótipos nas três idades de corte, no % de FDN, % de FDA e lignina (Tabela 9). Sendo assim, observa-se diferença significativa entre os genótipos, nas três idades de corte. O genótipo DKB 350 (75,2%) apresentou maior % de FDN, na idade de 120 dias, ao contrario do genótipo IAC 8333 (65,4%). A % de FDA e a Lignina, %FDN só diferiram entre os genótipos quando colhidos com 150 dias de crescimento (Tabela 9). Valores estes são superiores aos encontrados na literatura para avaliação de amostras de planta inteira (FOROUZMAND et al., 2005; NEUMANN et al., 2007; ZOPOLLATO, 2007).

A digestibilidade da parede celular é um dos principais limitadores do desempenho de animais ruminantes em países tropicais (ZEOULA et al., 2003a). Assim, é importante a seleção de novas forrageiras que possuam maior digestibilidade da FDN e que mantenham alta digestibilidade da FDN mesmo em estágios avançados de maturidade.

Na tabela 10 observa-se efeito significativo na media dos genótipos da digestibilidade *in vitro* do teor de FDN (DIVFDN) do 4º internódio, já que com o aumento da maturidade promoveu queda na digestibilidade, que passo de 30,5% a 23,7% nos 90 e 150 dias, respectivamente. Não se observando diferença nos valores médios, na digestibilidade *in vitro* do teor de matéria seca (DIVMS).

Tabela 9 - Composição bromatológica do 5º Internódio do colmo de 15 genótipos de milho colhidos em três idades de corte

Genótipos	FDN ¹ , % MS			FDA ² , %MS			Lignina, %FDN		
	90 d	120 d	150 d	90 d	120 d	150 d	90 d	120 d	150 d
IA33 X HC1-2-1	74,6 ^{ab}	70,5 ^{abc}	60,5 ^{def}	46,2	43,8	39,2 ^{cde}	6,1	7,2	11,1 ^{ef}
IA33 X HC2-6-2	75,8 ^a	73,6 ^{ab}	68,3 ^{abcd}	43,1	47,8	44,2 ^{abc}	6,2	11,3	13,7 ^{abc}
IA33 X HC2-8-2	68,8 ^{cd}	70,4 ^{abc}	69,4 ^{ab}	38,9	44,5	45,5 ^{ab}	5,4	10,7	12,5 ^{bcde}
IA33 X HC3-2-1	74,3 ^{ab}	70,5 ^{abc}	58,8 ^{ef}	45,5	45,3	38,9 ^{cde}	7,0	11,5	15,4 ^a
IA33 X HC4-9-1	74,4 ^{ab}	66,9 ^c	69,1 ^{abc}	44,3	44,4	43,1 ^{abcd}	6,2	10,9	12,3 ^{bcde}
IA33 X HC7-12-1	71,1 ^{abcd}	66,8 ^c	74,0 ^a	42,3	42,0	49,8 ^a	6,7	10,4	12,9 ^{bcde}
IA33 X HC9-14-1	71,9 ^{abcd}	69,9 ^{abc}	63,9 ^{bcdef}	43,6	45,9	40,0 ^{bcde}	6,6	9,6	12,2 ^{cde}
IA33 X HC10-3-1	72,3 ^{abcd}	69,3 ^{bc}	59,5 ^{ef}	41,6	44,3	39,3 ^{cde}	6,8	11,0	12,9 ^{bcde}
IA33 X HC12-3-1	68,4 ^{cd}	65,4 ^c	64,4 ^{bcde}	38,5	41,4	42,8 ^{bcd}	6,2	8,8	12,5 ^{bcde}
IA33 X HC12-6-1	72,1 ^{abcd}	69,4 ^{bc}	60,9 ^{cdef}	42,0	43,8	38,1 ^{de}	6,2	10,4	14,4 ^{ab}
IA33 X HC13-1-1	72,0 ^{abcd}	68,3 ^{bc}	60,4 ^{def}	43,1	43,4	39,9 ^{bcde}	6,3	10,2	11,6 ^{cdef}
IA33 X HC13-28-1	70,3 ^{bcd}	67,4 ^c	60,6 ^{def}	40,6	42,9	38,9 ^{cde}	5,6	10,0	12,8 ^{bcde}
IAC 8333	68,1 ^d	65,4 ^c	60,7 ^{cdef}	38,8	41,0	35,8 ^e	6,8	9,7	10,0 ^f
IA 33	73,1 ^{abc}	67,2 ^c	62,1 ^{bcdef}	43,5	42,2	38,8 ^{cde}	6,8	9,9	11,4 ^{def}
DKB 350	75,1 ^{ab}	75,2 ^a	55,6 ^f	44,2	47,8	34,6 ^e	6,9	10,5	13,2 ^{bcd}
Média	72,1 ^A	69,1 ^B	63,2 ^C	42,4 ^A	44,0 ^B	40,6 ^C	6,4 ^A	10,1 ^B	12,6 ^C
EPM ³	1,9	1,9	3,1	1,9	1,5	2,6	0,7	1,0	1,0
Significância Genótipo ⁴	*	*	*	ns	ns	**	ns	ns	**

¹Fibra em detergente neutro. ²Fibra em detergente ácido. ³Erro padrão da média. ⁴Probabilidade de efeito significativo de genótipo. ^{ns} não significativo; *P<0,05; **P<0,01.
^{abcde} Médias na mesma coluna seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (P<0,05) pelo teste-t protegido por Fisher. ^{ABC} Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (P<0,05) pelo teste-t protegido por Fisher.

Tabela 10 Digestibilidade *in vitro* do 4º internódio do colmo de 15 genótipos de milho colhidos em três idades

Genótipos	DIVMS ¹ , %MS			DIVFDN ² , %FDN		
	90 d	120 d	150 d	90 d	120 d	150 d
IA33 X HC1-2-1	43,2 ^d	43,7 ^f	56,3 ^{ab}	20,7	21,8 ^d	29,3 ^d
IA33 X HC2-6-2	44,2 ^{cd}	45,7 ^{def}	45,7 ^{de}	24,1	24,7 ^{cd}	20,4 ^{bcd}
IA33 X HC2-8-2	64,1 ^a	51,0 ^{abcd}	48,8 ^{cd}	47,3	32,3 ^a	26,1 ^a
IA33 X HC3-2-1	43,2 ^d	46,9 ^{cdef}	52,1 ^{abcd}	20,1	23,9 ^{cd}	18,6 ^{bcd}
IA33 X HC4-9-1	46,2 ^{bcd}	50,9 ^{abcd}	48,9 ^{bcd}	25,8	25,1 ^{bcd}	22,3 ^{bcd}
IA33 X HC7-12-1	53,9 ^{abcd}	54,7 ^{ab}	39,0 ^e	33,1	30,1 ^{abc}	16,4 ^{ab}
IA33 X HC9-14-1	56,0 ^{abcd}	46,6 ^{cdef}	52,0 ^{abcd}	36,5	23,9 ^{cd}	22,7 ^{cd}
IA33 X HC10-3-1	44,5 ^{cd}	50,7 ^{abcde}	51,6 ^{abcd}	20,8	28,3 ^{abc}	20,7 ^{abc}
IA33 X HC12-3-1	58,9 ^{ab}	56,0 ^a	51,4 ^{abcd}	38,0	31,5 ^{ab}	26,1 ^{ab}
IA33 X HC12-6-1	58,0 ^{ab}	50,2 ^{bcd}	54,0 ^{abc}	39,3	28,3 ^{abc}	24,6 ^{abc}
IA33 X HC13-1-1	57,1 ^{abc}	53,3 ^{ab}	55,5 ^{abc}	36,5	31,2 ^{ab}	26,5 ^{ab}
IA33 X HC13-28-1	52,8 ^{abcd}	51,7 ^{abc}	55,2 ^{abc}	29,7	28,8 ^{abc}	26,6 ^{ab}
IAC 8333	51,8 ^{abcd}	56,4 ^a	56,4 ^a	27,5	31,8 ^a	26,9 ^{ab}
IA 33	53,3 ^{abcd}	52,8 ^{ab}	53,1 ^{abcd}	32,6	27,4 ^{abcd}	24,7 ^{abcd}
DKB 350	47,7 ^{bcd}	44,9 ^{ef}	56,4 ^a	26,0	26,0 ^{abcd}	23,1 ^{abcd}
Média	51,7 ^A	50,4 ^A	51,8 ^A	30,5 ^A	27,7 ^{AB}	23,7 ^B
EPM ³	5,0	2,6	3,1	6,9	2,6	3,3
Significância Genótipo ⁴	*	**	*	ns	*	*

¹Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (30h). ²Digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro (30h). ³EPM: Erro padrão da média. ⁴Probabilidade de efeito significativo de genótipo. ns não significativo; *P<0,05; **P<0,01. ^{abcde} Médias na mesma coluna seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (P<0,05) pelo teste-t protegido por Fisher. ^{ABC} Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (P<0,05) pelo teste-t protegido por Fisher.

Observou-se variabilidade entre os 15 genótipos na DIVMS e DIVFDN, sendo o genótipo IAC 8333 (56,4%) aos 120 dias atingiu o maior valor, ao contrario do genótipo IA33 X HC1-2-1(31,85%) que teve menor DIVMS. Enquanto que o genótipo IA33 X HC2-8-2 (32,3%) foi mais expressivo na DIVFDN, aos 120 dias, ao contrário do genótipo IA33 X HC1-2-1(21,8%) (Tabela 10).

Estes valores são inferiores aos encontrados por Souza et al., (2000) e Silva et al., (2005) avaliando amostras de planta inteira, variando de 66,43%, 69% 71,57% para silagens de milho com 31,04% e 29,63 % de matéria seca.

O resultado observado na tabela 10 para os híbridos colhidos na idade de 150 dias com 44% de MS demonstrou maiores teores de DIVMS do colmo do 4º internódio (51,95%) quando comparados aos obtidos por Zeoula et al., (2003b) que avaliaram cinco híbridos na região sul do Paraná e encontraram resultados de 35% para DIVMS do colmo.

Tabela 11 - Digestibilidade *in vitro* do 5º internódio do colmo de 15 genótipos de milho colhidos em três idades

Genótipos	DIVMS ¹ , %MS			DIVFDN ² , %FDN		
	90 d	120 d	150 d	90 d	120 d	150 d
IA33 X HC1-2-1	35,9 ^d	51,4 ^{abcd}	58,0 ^{ab}	14,0	30,9 ^a	30,5
IA33 X HC2-6-2	43,2 ^{bcd}	47,0 ^{cdef}	51,0 ^{bcd}	24,8	28,1 ^{abc}	28,2
IA33 X HC2-8-2	51,4 ^{abc}	48,6 ^{bcd}	51,0 ^{bcd}	28,9	26,6 ^{abc}	29,3
IA33 X HC3-2-1	36,4 ^d	41,7 ^{ef}	54,8 ^{bc}	14,3	17,8 ^{cd}	23,2
IA33 X HC4-9-1	40,9 ^{cd}	45,1 ^{cdef}	45,6 ^d	20,0	17,8 ^{bcd}	21,0
IA33 X HC7-12-1	53,2 ^{abc}	52,7 ^{abc}	45,8 ^{cd}	34,2	29,3 ^{ab}	27,2
IA33 X HC9-14-1	45,3 ^{abcd}	40,1 ^f	51,5 ^{bcd}	23,8	14,2 ^d	24,0
IA33 X HC10-3-1	41,2 ^{cd}	50,8 ^{abcde}	52,9 ^{bcd}	18,7	29,0 ^{abc}	21,2
IA33 X HC12-3-1	49,0 ^{abcd}	58,0 ^a	54,4 ^{bc}	25,7	35,9 ^a	29,3
IA33 X HC12-6-1	57,1 ^a	47,6 ^{cdef}	54,5 ^{bc}	40,2	24,6 ^{abcd}	24,8
IA33 X HC13-1-1	44,6 ^{abcd}	48,6 ^{bcd}	55,2 ^{bc}	23,1	24,6 ^{abcd}	26,0
IA33 X HC13-28-1	47,6 ^{abcd}	51,9 ^{abcd}	56,3 ^b	24,9	28,7 ^{abc}	27,8
IAC 8333	55,2 ^{ab}	56,9 ^{ab}	57,2 ^{ab}	34,3	34,0 ^a	29,2
IA 33	50,6 ^{abc}	53,7 ^{abc}	50,0 ^{bcd}	32,1	31,1 ^a	19,3
DKB 350	51,1 ^{abc}	43,2 ^{def}	65,9 ^a	34,6	24,6 ^{abcd}	38,6
Média	46,8 ^A	49,2 ^B	53,7 ^C	26,2	26,5	26,8
EPM ³	6,1	3,6	3,8	9,0	4,8	5,3
Significância Genótipo ⁴	*	*	*	ns	*	Ns

¹Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (30h). ²Digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro (30h).

³EPM: Erro padrão da média. ⁴Probabilidade de efeito significativo de genótipo. ns não significativo; *P<0,05; **P<0,01. ^{abcde} Médias na mesma coluna seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (P<0,05) pelo teste-t protegido por Fisher. ^{ABC} Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (P<0,05) pelo teste-t protegido por Fisher.

Os valores das médias da DIVMS foram observados diferença significativa enquanto a DIVFDN não foi observada diferença significativa no 5º internódio do colmo de 15 genótipos de milho colhidos em três idades de corte (Tabela 11).

Os resultados na tabela 11 mostraram diferenças significativas entre os 15 genótipos nas três idades de corte, sendo que o genótipo IA33 X HC12-3-1 (58%) apresentou maior valor para DIVMS e o genótipo IA33 X HC9-14-1 (40,1%) foi menos digestível na idade de 120 dias. Entretanto, o genótipo IAC 8333 (34%) foi maior que o genótipo IA33 X HC9-14-1 (14%) na DIVFDN aos 120 dias.

6.4 Coeficientes de correlação do 4º e 5º internódios do colmo de milho

A DIVMS do 4º internódio do colmo dos híbridos de milho foi negativamente correlacionada com os teores de FDN, FDA e lignina ($P < 0,01$, Figura 1), enquanto a DIVFDN do 4º internódio foi negativamente correlacionada somente com os teores de lignina expresso com base na MS ou no FDN ($P < 0,01$, Figura 1). Estes resultados demonstram que a DIVMS é fortemente influenciada pelos teores de açúcares solúveis, enquanto que a digestibilidade da fibra depende somente dos teores de lignina.

Figura 1 - Correlação entre a digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) e da FDN (DIVFDN) do 4º internódio do colmo de 15 variedades de milho com parâmetros de desenvolvimento e composição bromatológica. COMP=comprimento do internódio, DIA=diâmetro do internódio, FDN=fibra em detergente neutro, FDA=fibra em detergente ácido, LIG=lignina (%MS), LIG/FDN=lignina (%FDN). * e **Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente

O teor de FDN explicou boa parte da variação da DIVMS do 4º internódio existente entre os diferentes híbridos testados, no entanto não elucidou o efeito da maturidade, uma vez que com o avanço da maturidade ocorreu queda nos teores de FDN do 4º internódio, porém não houve mudança na DIVMS (Tabela 6). Provavelmente, a queda na DIVFDN com o avanço da maturidade compensou o aumento no teor de açúcares solúveis do 4º internódio, acarretando em manutenção da DIVMS com o avanço da maturidade.

A relação existente entre lignificação e DIVFDN já foi demonstrada anteriormente (JUNG; ALLEN, 1995). Como a lignina é um componente da parede celular, o efeito da lignina sobre a digestibilidade da forragem é tido como sendo um efeito direto na digestibilidade da fibra, e não da matéria orgânica total da forragem (VAN SOEST, 1993). A falta de correlação entre lignina expressa como % da FDN e DIVMS sugere que a DIVMS, apesar de fortemente correlacionada com o teor de lignina expressa como % da MS, não seria diretamente influenciada por ela, mas sim pelo FDN. Como o teor de FDN e de lignina estão normalmente correlacionados, pode ocorrer uma correlação indireta entre % de lignina na MS e DIVMS. Mesmo com o aumento dos teores de lignina com o avanço da maturidade, não houve mudança na DIVMS (Tabela 6).

Para o 5º internódio, houve novamente forte correlação negativa entre os teores de FDN e de FDA e a DIVMS (Figura 2). No entanto não houve correlação entre os teores de lignina e DIVFDN (Figura 2). Houve correlação positiva entre o teor de lignina na FDN e DIVMS. O que pode explicar esta inusitada correlação seria a queda no teor de FDN do 5º internódio com o avanço da maturidade, promovendo aumento da DIVMS, e aumento nos teores de lignina. Assim, o avanço da maturidade aumentou os teores de açúcares solúveis do 5º internódio sem reduzir a DIVFDN, mesmo ocorrendo um aumento nos teores de lignina na fibra.

Figura 2 - Correlação entre a digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) e da FDN (DIVFDN) do 5º internódio do colmo de 15 variedades de milho com parâmetros de desenvolvimento e composição bromatológica. COMP=comprimento do internódio, DIA=diâmetro do internódio, FDN=fibra em detergente neutro, FDA=fibra em detergente ácido, LIG=lignina (%MS), LIG/FDN=lignina (%FDN). * e **Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente.

A falta de correlação entre lignina e digestibilidade da fibra foi reportada por outros autores (JUNG; VOGEL, 1992; JUNG et al., 1994). Segundo Jung e Allen (1995), o teor de lignina seria um marcador de maturidade, porém não está suficientemente relacionado com digestibilidade da fibra para ser utilizado como critério de seleção em programas de melhoramento.

Devido ao acúmulo de açúcares solúveis na haste do milho, houve redução do FDN e aumento da lignina com o avanço da maturidade. Esta parece ser uma característica quase que exclusiva da haste de milho e de cana-de-açúcar, sendo que nas outras gramíneas ocorre um aumento rápido no teor de FDN com o avanço da maturidade (PALHANO; HADDAD, 1992).

Os resultados aqui apresentados corroboram com a hipótese de que a concentração de lignina não é suficiente para explicar as diferenças de digestibilidade da MS ou FDN de diferentes frações ou forragens (JUNG; ALLEN, 1995), e que a mensuração direta da digestibilidade da fibra deve ser utilizada como critério de seleção.

6.5 Classificação por grupos de genótipos de milho

Diversos autores têm utilizado técnicas de análise multivariada para avaliação de forrageiras e diversidade nutricional para silagem ao longo do tempo. Strapasson et al., (2000) utilizaram essa técnica para caracterizar acessos das espécies *Paspalum guenoarum* e *Paspalum plicatulum*. Já Azevêdo et al., (2003) utilizaram para avaliar as divergências nutricionais de variedades de cana-de-açúcar. De acordo com Cruz e Regazzi, (1997) a aplicação da técnica de análise de agrupamento tem sido intensamente utilizada em áreas como ciências biológicas, medicina, geologia, ciências sociais, entre outras.

O presente estudo baseou-se na aplicação de agrupamento por otimização de Tocher utilizando a matriz de distâncias euclidiana média baseados nas variáveis PMS-120d (t/ha), Espiga-120d (% MS), DIVFDN do colmo 120d (%FDN) e DIVFDN do colmo 150d (%FDN) e permitiu o estabelecimento de 4 grupos para assim mostrar o efeito da variabilidade genética nos genótipos de milho para silagem (Tabela 12).

Tabela 12 - Grupos de genótipos de milho e média das variáveis em cada grupo

Itens	Grupos			
	I	II	III	IV
	IA33 X HC1-2-1 IA 33	IA33 X HC2-8-2 IA33 X HC12-3-1 IA33 X HC12-6-1 IA33 X HC13-1-1 IA33 X HC13-28-1 IAC 8333	IA33 X HC2-6-2 IA33 X HC4-9-1 IA33 X HC7-12-1 IA33 X HC10-3-1 DKB 350	IA33 X HC3-2-1 IA33 X HC9-14-1
Distância média intragrupo	-	1,2476	1,3029	1,9913
PMS-120d ¹ (t/ha)	13,8 ^c	16,0 ^b	16,4 ^b	20,7 ^a
Espiga-120d ² (% MS)	42,9 ^b	45,3 ^b	49,4 ^a	51,7 ^a
DIVFDN ³ do colmo 120d (%FDN)	24,6 ^b	30,6 ^a	26,8 ^b	23,9 ^b
DIVFDN ⁴ do colmo 150d (%FDN)	27,0 ^a	26,1 ^a	20,6 ^b	20,7 ^b
Coeficiente linear para DIVFDN do colmo ⁵	0,08 ^a	-0,15 ^b	-0,21 ^b	-0,11 ^{ab}

¹Produção de matéria seca com 120 dias. ²Porcentagem de espigas na MS total com 120 dias. ³Digestibilidade *in vitro* (30h) da fibra em detergente neutro do 4º internódio do colmo com 120 dias. ⁴Digestibilidade *in vitro* (30h) da fibra em detergente neutro do 4º internódio do colmo com 150 dias. ⁵Coeficiente de regressão linear de decréscimo na DIVFDN do 4º internódio do colmo de acordo com idade. ^{abc}Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre si.

Levando em consideração que todos os genótipos de milho foram cultivados no mesmo tipo de solo e sob condições agronômicas idênticas os resultados apresentados na tabela 12 demonstram diferença significativa nos grupo I, III e IV na variável de PMS, sem diferença entre os grupos II e III. Os valores mais elevados de PMS foram observados no grupo IV com 20,7 t/ha, o menor para o grupo I (13,8 t/ha), na idade de 120 dias, respectivamente.

Foi observada diferença significativa ($P>0,05$) nos grupos I e II em relação a grupo III e IV para a variável de proporção de espiga. O grupo IV apresentou maior proporções de espiga com 51,7% em relação a grupo I (42,9% de MS), na idade de 120 dias.

Os grupos I, III e IV tiveram diferença significativa ($P>0,05$) na DIVFDN na idade de 120 dias em relação ao grupo II. O grupo II apresentou a mais elevada DIVFDN nos 120 dias de idade com 30,6 %. Por outro lado, o grupo IV apresentou o menor valor dos quatro grupos com 23,9%. Assim, também foi observada diferença significativa ($P>0,05$), na idade de 150 dias, na DIVFDN nos grupos I e II em relação ao grupo III e IV. O grupo I mostrou-se mais digestível com 27% em relação ao grupo IV que foi a menos digestível com 20,7% comparado com os quatro grupos, mostrando assim as divergências nutricionais entre os grupos de genótipos (Tabela 12).

A partir desta análise, as características desejáveis para a seleção de genótipos de milho para silagem se encontram no grupo II que teve produção de matéria seca média e alta digestibilidade da FDN, comparados aos outros grupos. O grupo I teve a menor queda de DIVFDN entre 120 e 150 dias, porém a menor produção de matéria seca. Já o grupo III teve produção de matéria seca média e baixa DIVFDN nos 120 dias enquanto que, o grupo IV teve alta produção de matéria seca e alta % de espigas, porém baixa digestibilidade aos 120 dias (Tabela 12).

A variabilidade encontrada nos grupos pode estar relacionada às suas características genéticas, refletidas em grande variabilidade sobre a composição química bromatológica, digestibilidade e de produção de matéria seca t/ha.

7 CONCLUSÕES

O acúmulo de açúcares no colmo de milho com o avanço da maturidade promove queda nos teores da FDN e aumento nos teores de lignina do 4º e 5º internódios do colmo de plantas de milho.

Ocorreu redução na DIVFDN do 4º internódio com o avanço da maturidade, enquanto que não houve efeito sobre a DIVFDN do 5º internódio, indicando que o 4º internódio do colmo pode ser utilizado como indicador da queda de digestibilidade da fibra do colmo de híbridos de milho que ocorre com o avanço da maturidade.

Com base aos parâmetros estudados, as características desejáveis para seleção de genótipos de milho para silagem se encontram no grupo II que teve produção de matéria seca média e alta digestibilidade da FDN do colmo na idade de 120 dias.

Verificou-se entre os 15 genótipos nas três idades de corte grande variabilidade genética para os parâmetros de qualidade, o que realça a necessidade de seleção criteriosa do material a ser utilizado para silagem e melhoramento genético.

REFERÊNCIAS

- ALFAYA, H.; SANTOS, L. A.; RAUPP, A. A. A.; SILVA, J. B.; LÜDER, W. E. Estudo comparativo de silagens de milho (*Zea mays* L.) utilizadas na região da bacia leiteira da região de Pelotas-RS. I. Qualidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras - MG. **Anais...** 2008.
- ALLEN, M. S. Effect of diet on short-term regulation of feed intake by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 1598-1624, 2000.
- ALVAREZ, C. G. D.; VON PINHO, R. G.; BORGES, I. D. Avaliação de características bromatológicas da forragem de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre linhas. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 409-419, 2006.
- ANUALPEC. ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA.. São Paulo: FNP, 14. ed. 2007. 368 p.
- ARAÚJO, S. A. C.; DEMINICIS, B. B.; CAMPOS, P. R. S. S. Melhoramento genético de plantas forrageiras tropicais no Brasil. **Arquivo Zootécnico**, v. 57 (R), p. 61-76, 2008.
- AZEVEDO, J. A. G.; PEREIRA, J. C.; CARNEIRO, P. C. S.; QUEIROZ, A.C.; BARBOSA, M.H.P.; FERNANDES, A.M. RENNÓ. F.P. Avaliação da divergência nutricional de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1431-1442, 2003.
- BACH, A.; CALSAMIGLIA, S. **La fibra em los rumiantes: química o física?**. Barcelona – España: FEDNA. 2006. p. 99–113. XXII Curso de Especialización.
- BAL, M. A. Effects of hybrid type, stage of maturity, and fermentation length on whole plant corn silage quality, **Turkish Journal of Veterinary and Animal Science**, Ankara, v. 30, p. 331-336, 2006.
- BARRIÈRE, Y.; ÉMILE, J. C. Effets du génotype de maïs ensilage sur les performances zootechniques de vaches laitières. **INRA Production Animale**, v. 8, n. 5, p. 315-320, 1995.
- 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. 1. Produtividade, características morfológicas e correlações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 529-537, 2003a.
- BELEZE, F. R.; 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**, v. 32, n. 3, p. 538-545, 2003b.

- BERCHIELLI, T. T.; OLIVEIRA, S. G.; GARCIA, A. V. Aplicação de técnicas para estudos de ingestão, composição da dieta e digestibilidade. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 2, p. 29-40, 2005.
- BEZERRA, E. S.; QUEIROZ, A. C.; MALDONADO, F.; PEREIRA, J.C; PAULINO. M.F. Efeito do perfil granulométrico das partículas dietéticas sobre parâmetros de desempenho de vacas leiteiras em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1511-1520, 2002.
- BIANCHINI, W.; RODRIGUES, E.; JORGE, A. M.; ANDRIGHETO, C. Importância da fibra na nutrição de bovinos. **REDVET**, v. 8, n. 2, p. 1695-7504, 2007.
- BOREM, A.; GIÚDICE, M. P. Cultivares transgênicos. In: GALVÃO, J. C.; MIRANDA, G. V. (Org.). **Tecnologias de produção de milho. Cultivares transgênicos**. Viçosa: Ed. Viçosa, UFV, 2004. p. 87.
- BRITO, C. J. F. A. de; RODELLA, R. A.; DESCHAMPS, F. C. Perfil químico da parede celular e suas implicações na digestibilidade de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria humidicola*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p.1835-1844, 2003.
- BRONDANI, I. L.; RESTLE, J.; ARBOITTE, M. Z.; MENEZES, L. F.; ALVES FILHO, D. C.; VEDO DO AMARAL, G. A.; PAZDIORA, R. D. Efeito de dietas que contêm cana-de-açúcar ou silagem de milho sobre as características das carcaças de novilhos confinados. **Ciência Rural**, v. 36, n. 1, p. 197 -202 , 2006.
- 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**, v. 31, n. 6, p. 2332-2339, 2002.
- CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; ZERVOUDAKIS, J. T.; SOUZA, A. L.; DETMANN, E. Degradabilidade *in situ* da matéria seca, da proteína bruta e da fibra de alguns alimentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 8, p. 777-781, 2005.
- CAETANO, H. **Avaliação de onze cultivares de milho colhido em duas alturas de corte para produção de silagem**. 2001. 200 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2001.
- CAMPOS, F. P.; BOSE, F. L. V.; BOIN, C.; LANNA, D. P. D.; MORAIS, J. P. G. Comparação do sistema de monitoramento computadorizado de digestão *in vitro* com os métodos *in vivo* e *in situ*. 2. Uso do resíduo da matéria seca de forragens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 2, p. 531-536, 2000.
- CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V. Organização dos tecidos de plantas forrageiras e suas implicações para os ruminantes. **Arquivo Zootécnico**, v. 57. (R), p. 13-28, 2008.
- CAVALCANTE, A. C. R.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C.; RIBEIRO, K. G.; GARCIA, R.; LANA., R. P. Dietas Contendo silagem de milho (*Zea mays L.*) e feno de capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) em diferentes proporções para bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 2394-2402, 2004. Supplement, 3.

CESARINO, R. O. **Milho fertirrigado com dejetos líquidos de suínos para ensilagem. Alfenas:** Universidade José do Rosário Vellano/UNIFENAS. 2006. 51 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade José do Rosário Vellano/ UNIFENAS, Alfenas, 2006.

CHERNEY, D. J. R.; CHERNEY, J. H.; CHASE, L. E.; COX., W.J. Milk production in high producing dairy cows as influenced by corn silage quality. **The Professional Animal Scientist**, v 20, p. 302–311, 2004.

COSTA, P.C.; SANTOS, I.R.; RESTLE, J. NÚSSIO, L.G. PEREIRA. M.N; OLIVEIRA, J.S. Guia de Campo Sementes Agroceres. **Milho e Sorgo**. 22p. 2008. Disponível em: <www.sementesagroceres.com.br> Acesso em: 8 out. 2008

COUTO, J. R. L.; MACEDO JÚNIOR, G. L.; FERREIRA, M. I. C.; BORGES, I.; FARIA, W. G.; BENEVIDES, Y. I. Consumo e digestibilidade das frações fibrosas da dieta de borregas em diferentes fases da gestação submetidas a diferentes manejos nutricionais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008. Lavras - MG. **Anais...** 2008.

COX, W. J.; CHERNEY, J. H. Timing corn forage harvest for bunker silos. **Agronomy Journal**, v. 97, p. 142-146, 2005.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 2. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 390 p.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; CORRÊA, L. A.; PEREIRA, F. T. F.; OLIVEIRA, M. R. de. **Cultivares de milho**. Embrapa Milho e Sorgo. 2003. Disponível em: <www.portaldoagronegocio.com.br>. Acesso em: 3 out. 2008.

DIAS, F. N. **Avaliação de parâmetros agronômicos e nutricionais em híbridos de milho (Zea mays L.) para silagem**. 2002. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

DWYER, L. M.; STEWART, D. W.; GLENN, F. Silage yields of leafy and normal hybrids. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM INDUSTRY RESEARCH CONFERENCE, 53., 1998, Chicago, Il. **Proceedings...** Washington, DC.: American Seed Trade Association, 1998. p. 193-216.

ESTRADA-FLORES, J. G.; GONZÁLEZ-RONQUILLO, M.; MOULD, F. L.; ARRIAGA-JORDÁN, C. 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. *Animal Science*, v. 82, p. 845-852, 2006.

FACTORI, M. A. **Degradabilidade ruminal de híbridos de milho em função do estágio de colheita e processamento na ensilagem**. 2008, 40 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2008.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária. 2000. p. 360.

FERREIRA, J. J.; RUAS, J. R. M.; SILVA, E. A. da; VIANA, M. C. M.; BARCELOS, A. F. Produção de grãos e fração fibrosa por diferentes cultivares de milho nos estágios de silagem e maturação completa. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** 2006.

FERREIRA, J. J. Avaliação do teor de matéria seca do milho e do estágio de maturação adequado para silagem. In: CRUZ, J. C.; RODRIGUES, J. A. S.; FERREIRA, J. J. (Org.). **Produção e utilização da silagem de milho e sorgo**. 1. ed. Sete Lagoas - MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p. 429-444.

FLARESSO, J. A.; GROSS, C. D.; ALMEIDA, E. X. Cultivares de milho (*Zea mays L.*) e sorgo (*Sorghum bicolor (L.) Moench.*) para ensilagem no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1608-1615, 2000.

FONSECA, A. **Como a altura de corte pode influenciar na qualidade da silagem de milho?** Artigo Técnico. REAGRO. Julho 2008. Disponível em: <<http://www.rehagro.com.br/siterehagro/publicacao.do?cdnoticia=1668>>. Acesso em: 2008.

FOROUZMAND, M. A.; GHORBANI, G. R.; ALIKHANI, M. Influence of hybrid and maturity on the nutritional value of corn silage for lactating dairy cows. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 4, n. 6, p. 435-441, 2005.

GOMES, M. S.; PINHO, R. G. V.; RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. V. Variabilidade genética em linhagens de milho nas características relacionadas com a produtividade de silagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 879-885, 2004.

HERNANDEZ, G. N.; CONTRERAS, R. F.; GÓMEZ, M. R. T.; GÓMEZ, A. Z. Híbridos de maíz para la producción de forraje con alta digestibilidad en el norte de Mexico. **Revista Técnica de la Pecuaria de México**, v. 43, n. 1, p.78-88, 2001.

HERNANDEZ, G. N.; CONTRERAS, R. F.; CASTAÑEDA, F. G.; RAMOS, A. P. Madurez de híbridos de maíz a la cosecha para mejorar la producción e calidad del forraje. **Revista Técnica de la Pecuaria de México**, v. 43, n. 1, p. 69-78, 2005.

HRISTOV, A. N.; ROPP, J. K.; GRANDEEN, K. L.; ABEDI, S.; ETTER, R. P.; MELGAR, A.; FOLEY, A. E. Effect of carbohydrate source on ammonia utilization in lactating dairy cows. **Jornal Animal Science**, v. 83, p. 408-421, 2005.

JAREMTCHUK, A. R.; COSTA, C.; BAGLIOLI, B.; MEDRADO, M. T.; MEDEIRA, H. M. F. Características agrônômicas e bromatológicas de vinte genótipos de milho (*Zea mays L.*) para silagem na região leste paranaense. **Acta Scientiarum of Animal Science**, Maringá, v.27,n.2, p.181 – 188, 2005.

JOHNSON, L. M.; HARRISON, J. H.; DAVIDSON, D.; SWIFT, M.; MAHANNA, W. C. SHINNERS, K. Corn silage management II: Effects of hybrid, maturity, and mechanical processing on digestion and energy content. **Jornal Dairy Science**, v. 85, p. 2913–2927, 2002.

- JUNG, H. G.; ALLEN, M. S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 2774-2790, 1995.
- JUNG, H. G.; CASLER, M. D. Maize stem tissues: cell wall concentration and composition during development. **Crop Science**, v. 46, p. 1793-1800, 2006.
- JUNG, H. G.; VOGEL, K. P. Lignification of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) and big bluestem (*Andropogon gerardii* Vitman) plant parts during maturation and its effect on fibre degradability. **Journal of the Science of Food Agriculture**, v. 59, p. 769-776, 1992.
- JUNG, H. G.; SMITH, R. R.; ENDRES, C. S. Cell wall composition and degradability of stem tissue from lucerne divergently selected for lignin and in vitro dry matter disappearance. **Grass Forage Science**, v. 49, p. 295-299, 1994.
- JUNG, H. J. Maize stem tissues: ferulate deposition in developing internode cell walls. **Phytochemistry**, v. 63, p. 543-549, 2003.
- KONONOFF, P. J. Understanding effective fiber in rations for dairy cattle. Institute of Agriculture and Natural Resources. University of Nebraska Lincoln - , 4 p. 2005.
- KUNG JR., J.; MOULDER, B. M.; MULROONEY, C. M.; TELLER, R. S.; SCHMIDT, R. J. The effect of silage cutting height on the nutritive value of a normal corn silage hybrid compared with brown midrib corn silage fed to lactating cows. **Jornal Dairy Science**, v. 91, p. 1451-1457, 2008.
- LAURER, J. Planting corn in june and july! – What can you expect?. Wisconsin, Madison: University of Wisconsin-Extension United States Department of Agriculture Wisconsin, 2008.
- LOPES, S. J.; LÚCIO, A. D.; STORCK, L.; DAMO, H. P.; BRUM, B.; SANTOS, V. J. Relações de causa e efeito em espigas de milho relacionadas aos tipos de híbridos. **Ciência Rural**, v. 37, n. 6, p.1536-1542, 2007.
- MA, B. L.; SUBEDI, K. D.; STEWART, D. W.; DWYER, L. M. Dry matter accumulation and silage moisture changes after silking in leafy and dual-purpose corn hybrids. **Agronomy Journal**, v. 98, p. 922-929, 2006.
- OWENS, F. Corn genetics and animal feeding value. Global nutritional sciences manager. In: MINNESOTA NUTRITION CONFERENCE, 66th., University of Minnesota, 2005.
- 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**, v. 5, p. 215-227, 2006.
- MELO, C. M. Avaliação de cultivares de milho para produção de silagem na região de Lavras – MG. **Ciência e Agrotecnica**. Lavras, v. 23, n. 1, p. 31- 39, 1999.

MENDES, M. C. **Avaliação de híbridos de milho obtidos por meio de cruzamento entre linhagens com diferentes degradabilidades da matéria seca.** 2006. p. 38. Dissertação (Mestrado em Fitotécnica) - Universidade Federal de Lavras-MG. Lavras, 2006.

MENDES, M. C.; VON PINHO, R. G.; PEREIRA, M. N.; FARIA FILHO, E. M. F.; SOUZA FILHO, A. X. Avaliação de híbridos de milho obtidos do cruzamento entre linhagens com diferentes níveis de degradabilidade da matéria seca. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 285-297, 2008.

MERTENS, D. R. Challenges in measuring insoluble dietary fiber. **Jornal Animal Science**, v. 81, p. 3233-3249, 2003.

MIRANDA, J. E. C.; RESENDE, H.; VALENTE, J. O. **Plantio de milho para silagem.** Embrapa gado de leite. 2006. Disponível em: <www.portaldoagronegocio.com.br>. Acesso em: 5 out. 2008.

MITTELMANN, A.; SOBRINHO, F. S.; OLIVEIRA, J. S. Avaliação de híbridos comerciais de milho para utilização como silagem na Região Sul do Brasil, 2005. **Ciência Rural**, v. 35, n. 3, p. 684-690, 2005.

MORAES, J. G. **Produtividade e valor nutritivo das plantas de milho de textura dentada ou dura em três maturidades para silagem.** 2007. 11 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

MORRISON, T. A.; BUXTON, D. R. Activity of phenylalanine ammonia-lyase, tyrosine ammonia-lyase, and cinnamyl alcohol dehydrogenase in the maize stalks. **Crop Science**, v. 33, p. 1264-1268, 1993.

MORRISON, T. A.; JUNG, H. G.; BUXTON, D. R.; HATFIELD, R. D. Cell wall composition of maize internodes of varying maturity. **Crop Science**, v. 38, p. 455-460, 1998.

NASCIMENTO, W. G.; PRADO, I. N.; JOBIM, C. C.; EMILE, J. C.; SURAUULT, F.; HUYGHE, C. Valor alimentício das silagens de milho e de sorgo e sua influência no desempenho de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 5, p. 896-904, 2008.

NEUMANN, M.; OST, P. R.; LUSTOSA, S. B. C.; ANDREY DE RE, D.; DEFAVERI, F. J.; OLIVEIRA, M. R. de; ROMANO, M. A.; PELLEGRINI, L. G. de. Comportamento produtivo de híbridos de milho (*Zea mays*) e sorgo (*Sorghum bicolor*) para produção de silagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** 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**, v. 36, n. 5, p. 1395-1405, 2007.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7th ed. Washington, DC: National Academy of Sciences. 2001. 381 p.

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/CCA/DZO, 2001. 319 p.

OBA, M.; ALLEN, M. S. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 3, p. 589-596, 1999.

OLIVEIRA, D. R.; MENDES, F. C.; FERNANDES, L. O.; PAES, J. M. V. Avaliação de cultivares de milho e sorgo para produção de silagem em patos de minas, In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2007, Jaboticabal, UNESP. [Anais...] 2007.

PALHANO, A. L.; HADDAD, C. M. Exigências nutricionais e valor nutritivo de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. cv. *Coast-Cross* nº1. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, p. 1429-1438, 1992.

PEDÓ, L. F. B.; NÖRNBERG, J. L.; VELHO, J. P.; HENN, J. D.; HENTZ, F.; MARX, F. R.; VELHO, I. M. P. Silagens de milho safrinha colhidas em diferentes alturas avaliadas através da técnica *in vitro* de produção de gases. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras - MG. **Anais...** 2008.

PEREIRA, J. R. A.; TERRA, B. E. Ensilagem de lavoura de milho que sofreu geada. **Comunicado Técnico**, Rio Grande do Sul, 4 p. 2008.

PINTO, A. P.; LANÇANOVA, J. A. C.; LUGÃO, S. M. B. Avaliação de cultivares de milho para silagem no Norte do Estado do Paraná. **PUBVET**, Londrina, v. 2, n. 37, 8 p. 2008.

REIS, W. D. Degradabilidade de grãos secos e ensilados de híbridos de milho submetidos a formas de processamento. 2006. 71 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

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

RESTLE, J.; PACHECO, P. S.; ALVES FILHO, D. C.; FREITAS, A. K.; NEUMANN, M.; BRONDANI, I. L.; PÁDUA, J. T.; ARBOITTE, M. Z. Silagem de diferentes híbridos de milho para produção de novilhos super jovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 2066-2076, 2006.

ROMERO, L.; ARONNA, S. **Siembra de maíz para silaje**. 2007. Disponível em: http://www.engormix.com/S_articles_view.asp?art=616>. Acesso em: out. 2008.

ROQUE, A. P.; LANÇANOVA, J. A. C.; PINTO, A. P. descrever os demais autores. Avaliação de cultivares de milho para silagem no Sudoeste do Estado do Paraná. **PUBVET**, Londrina, v. 2, n. 38, 9 p. 2008.

ROSALES, L. A. Produtividade e valor nutritivo de híbridos de Milho para silagem em função do espaçamento e da densidade de semeadura. 2007. 28 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

ROSSI JUNIOR, P.; FUGISAWA, A. C.; SCHOGOR, A. L. B.; MURARO, G. B. Digestibilidade aparente de dois cultivares de milho, cortados em diferentes alturas, submetidos à ensilagem. **Archives of Veterinary Science**, v. 11, n. 3, p. 58-61, 2006.

SALAZAR, D. R.; PATERNIANI, M. E. Z.; SILVA, L. F. P. Identificação de características nutricionais para seleção de híbridos de milho para silagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 4., 2007, São Lourenço. **Anais...** 2007.

SAWASAKI, E.; PATERNIANI, M. E. A. G. Evolução dos cultivares de milho no Brasil. In: GALVÃO, J. C.; MIRANDA, G. V. (Org.). **Tecnologias de produção de milho. Cultivares transgênicos**. Ed. Viçosa: UFV, 2004. p. 87.

SILVA, L. F. P. **Avaliação de características agronômicas e nutricionais de híbridos de milho para silagem**. 1997. 68 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1997.

SILVA, W. P.; AYALA-OZUNA, T. J.; MORO, R. J.; MARTINS, R. M. Avaliação de híbridos interpopulacionais de milho quanto a características químicas e agronômicas para silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 3, p. 111-120, 2003.

SILVA, L. F. P.; MACHADO, P. F.; FRANCISCO JÚNIOR, J. C.; DONIZETTI, M. Características agronômicas e digestibilidade "in situ" da fração volumosa de híbridos de milho para silagem. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. , 1999 .

SILVA, A. V.; PEREIRA, O. G.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; FERREIRA, C. L.L. Composição bromatológica e digestibilidade *in Vitro* da matéria seca de silagens de milho e sorgo tratadas com inoculantes microbianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 1881-1890, 2005.

STABILE, S. S.; SANCHES, R. V. JANK, L.; SILVA, L. F. P. Caracterização dos genes envolvidos com a lignificação de *panicum maximum*. In: SEMANA CIENTÍFICA DO DEPARTAMENTO DE PATOLOGIA DA FMVZ-USP., 16., 2007, São Paulo. **Anais...** 2007.

STRAPASSON, E.; VENCOVSKY, R.; BATISTA, L. A. R. Seleção de descritores na caracterização de germoplasma de *Paspalum sp.* Por meio de componentes principais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 2, p. 373-381, 2000.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Comstock Publ. Assoc., 1994. 476 p.

VASCONCELOS, R. C.; PINHO, R. G.; REZENDE, R. 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 Agrotecnica**, Lavras, v. 29, n. 6, p. 1139-1145, 2005.

VIEIRA JUNIOR, P. A.; NETO, D. D.; BERNARDES, M. S.; FANCELLI, A. L.; MARTINT, M. Metodologia para estimativa da área foliar de genótipos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, n. 2, p. 182-191, 2006.

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 Zootecnia**, v. 37, n. 7, p. 1192-1199, 2008.

WATTIAUX, M. Introduction to silage-making. Dairy Updates. The Babcock Institute. **Feeding**, n. 502, 1999. Disponível em: <http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/du/du_502.en.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2008.

WILSON, J. R. Organization of forage plant tissues. In: JUNG, H. G.; BUXTON, D. R.; HATFIELD, R. D.; RALPH, J. (Ed.). **Forage cell wall structure and digestibility**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1993. p. 1-32.

ZEOULA, L. M.; BELEZE, J. R. F.; CECATO, U.; JOBIM, C. C.; GERON, L. J. V.; MAEDA, E. M.; FALCÃO, A. J. S. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays*, L.) em diferentes estádios de maturação. 3. Composição químico-bromatológica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 556-566, 2003a.

ZEOULA, L. M.; BELEZE, J. R. F.; CECATO, U.; JOBIM, C.; GERON, V. J.; PRADO, P. P.; FALCÃO, S. J. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays*, L.) em diferentes estádios de maturação. 4. Digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica e fibra em detergente neutro da porção vegetativa e planta inteira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 567-575, 2003b.

ZOPOLLATTO, M. **Produtividade, composição morfológica e valor nutritivo de cultivares de milho (*Zea mays* L.) para produção de silagem sob efeitos da maturidade**. 2007. 105p. Dissertação (Doutor em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba- São Paulo, 2007.