

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL E DIGESTIBILIDADE
“IN VITRO” DE GENÓTIPOS DE MILHO EM DOIS ANOS
AGRÍCOLAS

Autor: Tamara Tais Tres
Orientador: Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim
Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Scapim

MARINGÁ
Estado do Paraná
Março - 2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL E DIGESTIBILIDADE
“IN VITRO” DE GENÓTIPOS DE MILHO EM DOIS ANOS
AGRÍCOLAS

Autor: Tamara Tais Tres
Orientador: Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim
Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Scapim

“Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – área de concentração Pastagens e Forragicultura”

MARINGÁ
Estado do Paraná
Março - 2012

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

T796c Tres, Tamara Tais
Composição nutricional e digestibilidade "In Vitro" de genótipos de milho em dois anos agrícolas.
/ Tamara Tais Tres. -- Maringá, 2012.
45 f. : il, figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim.
Coorientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Scapim.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2012.

1. Frações de Carboidratos. 2. Genótipos de milho. 3. Silagem. 4. Valor nutricional. I. Jobim, Clóves Cabreira, orient. II. Scapim, Carlos Alberto, coorient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. IV. Título.

CDD 21.ed. 631.5233

AHS-000903



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL E DIGESTIBILIDADE
IN VITRO DE GENÓTIPOS DE MILHO EM
DOIS ANOS AGRÍCOLAS**

Autora: Tamara Tais Tres
Orientador: Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Pastagem e
Forragicultura

APROVADA em 23 de março de 2012.

Prof. Dr. Ronald José Barth Pinto

Prof. Dr. Mikael Neumann

Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim
(Orientador)

*De Tudo Ficaram Três Coisas:
A certeza de estarmos sempre começando
A certeza de que é preciso continuar
E a certeza de que podemos ser
interrompidos antes de terminarmos.*

*Portanto devemos: Fazer da interrupção um caminho novo,
Da queda um passo de dança,
Do medo uma escada,
Do sonho uma ponte,
Da procura um encontro,*

E assim terá valido a pena existir!

Fernando Sabino

Aos meus pais, Elia e Ledovar Tres,
razão de todo o meu esforço e dedicação.
Sem vocês, eu sequer poderia ter tentado!

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença constante em todos os momentos de minha vida.

À Universidade Estadual de Maringá, por ter-me possibilitado desenvolver este trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim, agradeço pela oportunidade concedida, pelos ensinamentos e incentivo durante este período de crescimento profissional e pessoal.

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto Scapim, pelas sugestões, ideias e colaboração neste trabalho.

Aos Professores Mikael Neumann e Ronald José Barth Pinto membros da banca de avaliação por suas correções, críticas e sugestões para a melhoria deste trabalho.

Ao Israel Souza Neto, por ter gentilmente cedido as amostras para realização deste trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da UEM, sempre pacientes e atenciosos para ajudar a sanar minhas dúvidas no decorrer do curso.

Aos meus queridos professores da Udesc, Antonio Waldmir Leopoldino da Silva, Deolinda Carneiro, Elinton Carneiro, Leila de Genova Gaya, Maria Luiza Appendino Nunes, Mayra Eichemberg e Karen Brustolin, pelo incentivo na realização do mestrado.

Agradeço aos colegas de grupo Mabio Silvan, Bruno Lala, Marcos Oliveira, Tatiana Oliveira, Julienne Moro, Ana Kruger, Germano Palaro, Arthur Vieira, Ivan, Marco, Vinicius Colombeli e, em especial, a Michele Simili, por ter sido sempre tão atenciosa e disposta a ajudar na execução dos trabalhos.

Aos funcionários do LANA (Laboratório de Nutrição Animal - UEM), Cleuza Volpato, Creuza Azevedo e Augusto, pelo auxílio na realização das análises.

Aos funcionários da FEI (Fazenda Experimental de Iguatemi – UEM), pela ajuda na realização do experimento.

Às minhas amigas e companheiras de lar: Mayra Diaz Vargas e Tatiana Garcia Diaz, obrigada por tornarem minha vida mais alegre!

Aos meus amigos do PPZ, pela ajuda nos trabalhos, laboratório, fazenda, e também nos momentos de descontração.

À minha família e aos meus amigos de Santa Catarina, os quais, mesmo distantes, estão sempre presentes em todas as etapas da minha vida.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DA AUTORA

TAMARA TAIS TRES, filha de Elia Gasparetto Tres e Ledovar José Tres, nasceu em Xanxerê, Santa Catarina, no dia 15 de dezembro de 1987.

Em julho de 2009, concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

Em 2010, foi bolsista de apoio técnico do CNPq, sob orientação do Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim.

Em março de 2011, ingressou no Programa de Pós-graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de concentração: Pastagens e Forragicultura, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de Conservação de Forragens.

No dia 23 de março de 2012, submeteu-se à banca para defesa da Dissertação.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
I – INTRODUÇÃO	10
1. A cultura do milho	10
2. Produção de silagem de milho	11
3. Híbridos de milho	12
4. Interação genótipo x ambiente	14
5. Composição em carboidratos	15
6. Digestibilidade da forragem	17
7. Referências bibliográficas	18
II – COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL E DIGESTIBILIDADE “IN VITRO” DE GENÓTIPOS DE MILHO EM DOIS ANOS AGRÍCOLAS	22
RESUMO	22
ABSTRACT	22
Introdução	23
Material e métodos	24
Resultados e discussão	27
Conclusões	42
Referências bibliográficas	42

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Características dos híbridos de milho utilizados nos cruzamentos.....	25
Tabela 2. Constituição dos genótipos de milho avaliados.....	25
Tabela 3. Análise de variância para características químico-bromotológicas, fracionamento de carboidratos e digestibilidade “in vitro” de genótipos de milho em dois anos agrícolas.....	28
Tabela 4. Média de matéria mineral (MM) e matéria orgânica (MO) de genótipos de milho em dois anos de avaliação.....	29
Tabela 5. Média de extrato etéreo (EE) e nutrientes digestíveis totais (NDT) de genótipos de milho em dois anos de avaliação.....	31
Tabela 6. Médias de proteína bruta (PB) e nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) de genótipos de milho em dois anos de avaliação.....	33
Tabela 7. Média de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina de genótipos de milho de dois anos de avaliação	35
Tabela 8. Carboidratos totais (CT) e frações dos carboidratos totais em A+B ₁ , B ₂ e C de genótipos de milho em dois anos de avaliação.....	39
Tabela 9. Digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS) e da fibra em detergente neutro (DIVFDN) de genótipos de milho em dois anos de avaliação.....	41

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Médias mensais de precipitação (mm) e temperatura (°C) durante o período experimental.	26

I – INTRODUÇÃO

1. A cultura do milho

O milho (*Zea mays* L.) é um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo em função de seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo.

A estimativa de produção mundial de milho na safra 2011/12 foi de 867,5 milhões de toneladas. A produção brasileira foi estimada em aproximadamente 59,2 milhões de toneladas. Na última safra (2010/11), o Brasil colheu 57,5 milhões de toneladas do cereal, em uma área de aproximadamente 13 mil hectares. No Paraná, a produção de milho ficou em torno de 12 milhões de toneladas em 2010/11. A produtividade média brasileira foi de 4.156 kg/ha, segundo dados da Conab (2011). Esta produtividade é considerada baixa, comparada com rendimentos superiores a 9,5 t/ha obtidos no país (Dourado Neto et al., 2003; Jaremtchuk et al., 2005).

Seguindo a tendência mundial, em que 70% do milho produzido são destinados à alimentação animal, o Brasil destina ao consumo animal cerca de 70% a 80% da demanda interna. No consumo de milho destinado à produção de ração, estima-se que 51% deste total são direcionados ao setor avícola, 33% à suinocultura, 11% à pecuária, principalmente a de leite, e 5% usado em ração para outros animais (Duarte, 2006).

A demanda de consumo e de mercado de milho vem sofrendo contínuo aumento, tanto em níveis nacionais como mundiais. Para enfrentar tal situação com autossuficiência e independência tecnológica é necessário incrementar a produtividade da cultura com a incorporação de novas tecnologias ao processo de produção. Nesse contexto, torna-se fundamental o desenvolvimento de germoplasma mais produtivo e adaptado aos diversos sistemas de cultivo, incluindo a exploração da cultura em

condições edafoclimáticas marginais, sujeitas a inúmeros fatores bióticos e abióticos de estresse (Loguercio et al., 2002).

2. Produção de silagem de milho

Um dos problemas da pecuária no Brasil é a sazonalidade da produção de pastagens ao longo do ano, com períodos de grande produção de matéria verde, seguidos de escassez. De acordo com Siqueira et al. (2008), observam-se oscilações na oferta e qualidade do pasto durante o ano, bem como variação na demanda dos animais. Muitas vezes, essa relação é conflitante, ocorrendo aumento da demanda do animal com diminuição da oferta de pasto.

Para evitar a falta de alimento volumoso, e atender às exigências nutricionais de animais de alto potencial produtivo são propostos métodos de conservação de alimentos, sendo a ensilagem o mais utilizado.

A planta de milho é o material considerado padrão para a ensilagem, não só por sua composição bromatológica e aceitação na alimentação animal, mas também por preencher os requisitos para a preparação de uma boa silagem, como teor de matéria seca entre 30 a 35%, teores de carboidratos solúveis acima de 3% na matéria original, baixa capacidade tampão e por proporcionar boa fermentação microbiana (Nussio et al., 2001).

A importância da cultura de milho no contexto mundial exigiu o desenvolvimento de importantes avanços tecnológicos para seu cultivo, seja pelo melhoramento genético, seja pelo aprimoramento de técnicas de cultivo e de manejo (Siqueira et al., 2008).

A escolha do híbrido de milho a ser cultivado é fundamental para que se obtenha produtividade e lucros satisfatórios no desenvolvimento da atividade agrícola (Santos et al., 2002). A caracterização agrônômica dos materiais genéticos disponíveis no mercado é de fundamental importância para se obter alta produção de silagem com elevado valor nutritivo (Rosa et al., 2004). Desta forma, deve-se optar por híbridos que apresentem, além de elevada produção de matéria seca e contribuição de grãos na massa ensilada, maior digestibilidade da fração fibrosa da planta (colmo e folhas) (Mello et al., 2005). O tipo de cruzamento também é importante na seleção de híbridos de milho. Híbridos simples são uniformes na altura da planta e da espiga, tamanho da espiga e tolerância a

doenças, enquanto os de duplo cruzamento são os mais variáveis para todas as características (Carter, 1992).

Oliveira et al. (2003) verificaram que, apesar da alta correlação média entre a produtividade de matéria seca de silagem e o potencial de produção de leite dos híbridos (0,84), nem sempre os materiais mais produtivos em matéria seca foram os mais indicados para a produção de silagem, dadas as variações na qualidade da forragem obtida. Na escolha da cultivar a ser utilizada, devem ser considerados todos os componentes da planta, de forma a garantir melhor resposta animal nos diversos sistemas de produção (Nussio et al., 2001).

O uso de genótipos mais adaptados para a produção de silagem pode representar ganho na produção animal, principalmente quando se trabalha com animais de alto potencial genético que demandam dietas à base de concentrado e volumoso de alto valor nutritivo.

3. Híbridos de milho

O milho é um cereal essencialmente americano, pois é neste continente que se encontram os seus parentes selvagens mais próximos: o teosinto e o *Tripsacum*. O milho é a planta cultivada que atingiu o mais elevado estágio de domesticação, uma vez que perdeu a característica de sobrevivência sem a interferência do homem (Paterniani & Campos, 2005).

O atual mercado mostra grande diversidade de materiais, com características específicas para atender exigências regionais, considerando condições ambientais, tipo de solo, expectativa de produtividade, e resistência a pragas e doenças (Zapollatto & Sarturi, 2009).

O milho é uma espécie alógama, ou seja, o modo de reprodução destas espécies caracteriza-se por fecundação cruzada. As espécies alógamas são caracterizadas pela grande heterogeneidade populacional, sendo consideradas mais flexíveis por gradativamente otimizarem sua frequência gênica para o ambiente onde são cultivadas. Na maioria das espécies alógamas, os cruzamentos entre indivíduos aparentados, principalmente a autofecundação, causam diminuição do vigor (depressão endogâmica), pela presença de alelos desfavoráveis em homozigose. No entanto, os cruzamentos entre indivíduos não aparentados causam vigor híbrido (heterose), em virtude da presença de

alelos favoráveis na maioria dos locos que controlam a característica em consideração (Borém & Miranda, 2009).

O uso do vigor de híbrido ou heterose é, sem dúvida, um exemplo marcante de sucesso da genética aplicada, primeiramente desenvolvida com milho e, depois, estendida a muitas outras espécies (Paterniani & Campos, 2005).

As cultivares de milho podem ser subdivididas em dois tipos: híbridos e variedades de polinização aberta, sendo que os híbridos podem ser simples, simples modificado, triplos, triplos modificados ou duplos (EMBRAPA, 2010).

O híbrido simples é o resultado do cruzamento entre duas linhagens, sendo indicado para sistemas de produção que utilizam alta tecnologia, por seu maior potencial produtivo e maior uniformidade para ciclo, altura de plantas e altura de espigas. O híbrido triplo é obtido a partir do cruzamento entre uma linha pura e um híbrido simples, sendo indicado para média e alta tecnologia. O híbrido duplo é o resultado do cruzamento entre dois híbridos simples (quatro linhagens), sendo indicado para média tecnologia. O híbrido duplo tem, geralmente, menor produtividade e maior desuniformidade quando comparado com híbridos simples e triplos, mas nem todos os híbridos simples ou triplos são mais produtivos que os duplos. Exemplificando, híbridos simples ou triplos resultantes de cruzamentos entre linhagens aparentadas não apresentam divergência e não manifestarão heterose, sendo, portanto, menos produtivos que muitos híbridos duplos (Araujo & Paterniani, 1999).

O híbrido só tem alto vigor e produtividade na primeira geração (F1), tornando necessária a aquisição de sementes híbridas todos os anos. Se os grãos colhidos forem semeados, o que corresponde a uma segunda geração (F2), dependendo do tipo do híbrido, haverá redução de 15 a 40% na produtividade com perda de vigor e grande variação entre as plantas (EMBRAPA, 2010).

No Brasil, tem-se observado a predominância dos híbridos simples e triplos. Suas sementes são mais caras que as de híbridos duplos, o que pode inviabilizar sua adoção por grande parte dos agricultores (Cruz et al., 2000). De acordo com Machado et al. (2008), é possível selecionar híbridos duplos com produtividade média comparável aos híbridos simples, os quais podem ser adotados pelos agricultores de menor poder aquisitivo, sem perda expressiva em produtividade.

Emygdio et al. (2007), avaliando comparativamente híbridos simples, triplos e duplos, verificaram que híbridos simples apresentam superioridade média de rendimento de grãos sobre os híbridos triplos e duplos. No entanto, híbridos simples não

apresentam indistintamente potencial produtivo superior aos demais tipos de híbridos, em comparações individuais entre materiais, não sendo possível generalizar inferências acerca do potencial produtivo de híbridos de milho com base no tipo de cruzamento.

Machado et al. (2008) verificaram que a maior heterogeneidade dos híbridos duplos proporciona maior tamponamento populacional. Entretanto, podem ser identificados híbridos simples tão estáveis quanto os duplos. Infere-se que é possível recomendar cultivares que atendam às diferentes necessidades dos agricultores, desde aqueles que empregam altos níveis de tecnologia (exigindo alta uniformidade da lavoura, com a utilização de híbridos simples), como também atender aos agricultores que empregam baixa tecnologia, (utilizando-se híbridos duplos com menor custo de sementes, mas sem perda expressiva na produtividade).

O rendimento de uma lavoura de milho é o resultado do potencial genético da semente, das condições edafoclimáticas e de fatores bióticos do local de plantio além do manejo da lavoura. De modo geral, a cultivar é responsável por 50% do rendimento final. Consequentemente, a escolha correta da semente pode ser a razão de sucesso ou insucesso da lavoura (Cruz et al., 2000).

4. Interação genótipo x ambiente

O potencial produtivo de uma cultivar é um dos primeiros aspectos considerado pelos agricultores na compra de sementes. Entretanto, a sua estabilidade de produção, que é determinada em função do seu comportamento em cultivos em diferentes locais e anos, também deverá ser considerada. Cultivares estáveis são aquelas que, ao longo dos anos e dentro de determinada área geográfica, têm menor oscilação de produção, respondendo à melhoria do ambiente (anos mais favoráveis) e não tendo grandes quedas de produção nos anos desfavoráveis (Cruz et al., 2000; Montalván & Velasco, 1999).

A adaptabilidade e a estabilidade de uma cultivar dependem da sua constituição genética, isto é, do número de genótipos que a constitui e da heterozigose dos genótipos. Adaptabilidade e estabilidade são características das cultivares e lhes permitem responder aos fatores limitantes ao ambiente e usufruir dos fatores favoráveis (Borém & Miranda, 2009). A obtenção de alta produtividade de matéria seca, com alto valor nutritivo, não depende exclusivamente do potencial genético das cultivares, mas resulta

de uma interação destes com as condições do meio, como a disponibilidade de água, a fertilidade dos solos, o fotoperíodo e a temperatura.

Mittelman et al. (2005), avaliando o potencial de vinte e um híbridos comerciais de milho, verificaram variabilidade entre os híbridos indicados para cultivo na região Sul do Brasil, quanto ao potencial de utilização na forma de silagem, indicando a necessidade de uma regionalização da recomendação de cultivo.

5. Composição em carboidratos

Na nutrição dos ruminantes, os carboidratos compreendem entre 70 a 80% da ração e são fundamentais para o atendimento de exigências de energia, síntese de proteína microbiana, de componentes do leite e manutenção da saúde animal. A porção fibrosa representa a fração de carboidratos dos alimentos de digestão lenta ou indigestível e, dependendo da sua concentração e digestibilidade, impõe limitações no consumo de matéria seca e energia. Por outro lado, a saúde dos ruminantes também depende diretamente de concentrações mínimas de FDN e FDA na ração que permitam manter a atividade de mastigação e motilidade do rúmen (Nussio et al., 2006).

A classificação de carboidratos em estruturais (CE) e não-estruturais (CNE) refere-se unicamente à função desempenhada nas plantas e não deve ser confundido com papel dos carboidratos na nutrição animal. Os CE são encontrados na parede celular dos vegetais e fornecem o suporte físico necessário para o crescimento das plantas, sendo composto por celulose, hemicelulose, lignina, compostos fenólicos e proteína. Os CNE estão localizados no conteúdo celular. Encontrados em maior concentração nas sementes, folhas e caule, representam reserva de energia usada para reprodução, crescimento e sobrevivência durante períodos de estresse. Em termos nutricionais, a classificação dos carboidratos em fibrosos e não-fibrosos parece mais apropriada porque é baseada em características nutritivas, ao invés de composição química ou função exercida na planta (Mertens 1996 citado por Nussio et al., 2006).

A lignina é um componente estrutural amorfo, que parece ter função “cimentante” para a ligação dos compostos da parede celular. Aparece impregnada na celulose e hemicelulose formando um complexo ligno-celulósico indisponibilizando aqueles carboidratos à degradação pelos microrganismos no rúmen. A importância que se dá à presença da lignina na forragem está voltada não somente para a questão da sua

digestibilidade quase nula, mas principalmente à sua ligação aos outros componentes fibrosos (Santos et al., 2001).

As forrageiras de clima tropical, quando comparadas às de clima temperado, são caracterizadas com baixos teores de carboidratos solúveis e altos teores de carboidratos estruturais tendo, portanto, maiores proporções de parede celular em razão da sua natureza anatômica com alta proporção de tecido vascular (Van Soest, 1994).

Nos últimos anos tem havido interesse considerável na redução das perdas de nitrogênio pelos ruminantes, a partir de formulações de dietas balanceadas que considerem as múltiplas inter-relações entre os microrganismos ruminais e o hospedeiro. Os microrganismos ruminais dependem de esqueletos de carbono, disponibilidade de energia e de um concomitante fornecimento de amônia e peptídeos para que haja síntese microbiana. As adequações das dietas visando maximizar a sincronização de proteínas e carboidratos no rúmen e conseqüentemente a produção microbiana também teriam como funções a minimização das perdas nitrogenadas pelos animais, e a melhoria no seu desempenho (Pereira et al., 2005).

A porção fibrosa (parede celular) é um dos componentes energéticos principais da dieta dos ruminantes, mas somente cerca de 50% seja digestível e, portanto, utilizável (Hatfield et al., 1999). Em muitas partes do mundo, alimentos fibrosos e coprodutos são o maior, ou talvez o único, alimento disponível na produção de ruminantes. Em razão disso, deve existir preocupação em maximizar a digestão microbiana e utilização do material ingerido (Fahey Jr. et al. 1993). De acordo com o CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System), os alimentos são subdivididos conforme suas características químicas, físicas, de degradação ruminal e digestibilidade pós-rúmen, visando diminuir as perdas de nutrientes, maximizando a eficiência de crescimento microbiano por meio da sincronização da degradação de carboidratos e proteínas, para que ocorra o máximo desempenho teórico dos microrganismos, a fim de reduzir as perdas no rúmen e também estimar o escape de nutrientes (Fox et al., 2003).

Os carboidratos foram classificados em quatro frações de acordo com a taxa de degradação no rúmen: fração A (açúcares solúveis), que é prontamente fermentada no rúmen; B₁ (amido e pectina), que apresenta taxa intermediária de degradação; B₂ (celulose e hemicelulose), fração lenta e potencialmente digerível da parede celular e fração C, representada pela porção indigerível ao longo do trato gastrointestinal (Sniffen et al., 1992).

São utilizados alguns métodos de processamento (físico-mecânico, químico e microbiológico) com a finalidade de melhorar o valor nutritivo e a aceitabilidade de alimentos de alta fibra pelos herbívoros, aumentando desta forma o consumo e a taxa de digestão. No processo de ensilagem, os ácidos da silagem podem contribuir para maior digestibilidade. A redução do pH, pela produção destes ácidos, resulta em hidrólises ácidas. Essas hidrólises propiciam o aumento do tempo de retenção gástrica e ativação das pepsinas, determinando aumento na digestibilidade da silagem (Jones et al., 1974).

6. Digestibilidade da forragem

A composição das frações da planta de milho, em virtude de fatores genotípicos e fenotípicos, tem influência direta na qualidade da massa de forragem. As duas frações mais representativas são a FDN (Fibra em Detergente Neutro) e o amido. Qualquer alteração nesses dois parâmetros resulta em grandes alterações no valor nutricional da planta (Dias, 2002).

Nem sempre as melhores cultivares para a produção de grãos são as de melhor digestibilidade da planta inteira (Mendes et al., 2008). Essa constatação não diminui a importância da fração dos grãos, mas demonstra a importância do estudo da qualidade da fração fibrosa na avaliação da planta de milho. Souza Filho et al. (2011), estudando a degradabilidade de híbridos de milho com diferentes proporções de relação folha/colmo, verificaram que a qualidade da forragem está mais associada à qualidade dos seus componentes, do que na sua proporção na matéria seca.

Diferenças relativamente pequenas na fibra e na digestibilidade da silagem do milho se traduzem em grandes diferenças no desempenho animal predeterminado (Lauer, 1997). Pela variação no teor da porção fibrosa e digestibilidade entre os híbridos, uma silagem com 30% de grãos pode propiciar mais energia do que uma silagem com 50% de grãos (Knowlton, 2003).

A qualidade da forragem tem intrínseca relação com o tipo de fibra necessária para maximizar a função ruminal. A parte lignificada da fibra é indigestível e por essa razão este material não fornecerá substrato para uma adequada ruminação. Além disso, a forragem deve fornecer energia para o crescimento microbiano. O termo “qualidade da forragem” depende do adequado fornecimento de parede celular vegetal, de sua digestibilidade e taxa de digestão. A taxa de digestão é importante em virtude de ser

determinante da quantidade total de energia alimentar disponível por unidade de tempo. Forragens de baixa qualidade tendem a resultar em baixas taxas fermentativas que atendem apenas aos requisitos de manutenção das bactérias ruminais. Esta condição impõe limites severos no aproveitamento desse tipo de forragem pelo animal (Van Soest, 1994).

De acordo com Lascano & Cadernas (2010), uma melhora da nutrição de bovinos por meio da alimentação com forrageiras de alta qualidade pode resultar em bom desempenho dos animais e em redução de perdas por meio da produção de metano. O metano é considerado responsável por 6% a 18% da energia bruta da dieta que é perdida durante o processo fermentativo, pela maior produção de hidrogênio (Pedreira & Primavesi, 2006). A retirada de hidrogênio do meio ruminal depende da atividade das bactérias metanógenas que o utilizam para reduzir CO₂ a metano. Se o substrato for fermentado, preferencialmente na direção da produção de acetato, maior proporção da energia do substrato é disponibilizada para a bactéria, assim como maior proporção é perdida como metano (Kozloski, 2011).

Segundo Dias (2002), a posição de muitos agricultores e pesquisadores em escolher híbridos com alta porcentagem de grãos na matéria seca não está incorreta, porém esta escolha deve estar conciliada à contribuição da parte aérea (haste e folhas), que perfaz cerca de 50% da composição da planta e representa grande parte do seu valor nutritivo.

7. Referências bibliográficas

- ARAÚJO, P.M.; PATERNIANI, E. Uso do vigor híbrido e heterose. In: DESTRO, D.; MONTALVÁN, R. (Ed.). **Melhoramento genético de plantas**. Londrina: UEL, 1999. 820p. p. 331-341.
- BOREM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. 5.ed. Viçosa: Ed. UFV, 2009. 529p.
- CARTER, P.R. **Selecting corn hybrids**, UWEX Bulletin A3265: 8 p., 1992.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Indicadores da Agropecuária**. Brasília: CONAB. 2011.
- CRUZ, C.J.; PEREIRA FILHO, A.I; CORREA, L.A. et al. **Cultivo do Milho**. 2000. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/cultivares.htm>>. Acesso em: 17 Jan. 2012.
- DIAS, F.N. **Avaliação de parâmetros agrônômicos e nutricionais em híbridos de milho (*Zea mays* L.) para silagem**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2002. 114p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, 2002.

- DUARTE, J.O. **Mercado e comercialização**. 2006. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_2ed/mercado.htm>. Acesso em: 15 jan. 2012
- DOURADO NETO, D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P.A. et al. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.3, p.93-77, 2003.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Cultivo do milho – cultivares**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em: 12 jan. 2010.
- EMYGDIO, B.M.; IGNACZAK, J.C.; CARGNELUTTI FILHO, A. Potencial de rendimento de grãos de híbridos comerciais simples, triplos e duplos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.6, n.1, p.95-103, 2007.
- FAHEY, G.C.; BOURQUIN, L.D.; TITGEMEYER, E.C. et al. Postharvest treatment of fibrous feedstuffs to improve their nutritive value. In: JUNG, H.G.; BUXTON, D.R.; HATFIELD, R.D.; RALPH, J. (Ed.). **Forage Cell Wall Structure and Digestibility**. Madison: Wisconsin, 1993. p.715-758.
- FOX, D.G.; TYLUTKI, T.P.; TEDESCHI, L.O. et al. **The net carbohydrate and protein system for evaluating herd nutrition and nutrient excretion**. (CNCPS version 5.0). Model documentation. Animal Science Mimeo 213, Department of Animal Science, Ithaca: Cornell University, 2003.
- HATFIELD, R.D.; RALPH, J.; GRABBER, J.H. Cell wall Structural foundations: molecular basis for improving forage digestibilities. **Crop Science**, v.39, p.27-37, 1999.
- JAREMTCHUK, A.R.; JAREMTCHUK, C.C.; BAGLIOLI, B. et al. Características agronômicas e bromatológicas de vinte genótipos de milho (*Zea mays* L.) para silagem na região leste paranaense. **Acta Scientiarum**, v.27, n.2, p.181-188, 2005.
- JONES, G.M.; MOWAT, D.N.; ELLIOT, J.I. et al. Organic acid preservation of high moisture corn and other grains and the nutritional value a review. **Journal of Animal Science**, n.54, v.4, p.499-517, 1974.
- KNOWLTON, K. Corn silage hybrids with enhanced fiber digestibility. 2003. Disponível em: <<http://www.dasc.vt.edu/nutritioncc/kfk99a.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2012.
- KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos Ruminantes**. 3.ed. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2011. 216p.
- LASCANO, C.E.; CÁRDENAS, E. Alternatives for methane emission mitigation in livestock systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.175-182, 2010. (Supl)
- LAUER, J. **More mileage from corn silage: Selecting hybrids**. Field Crops 28.31-15. Jun, 1997. Disponível em: <<http://corn.agronomy.wisc.edu/AA/A015.aspx>>. Acesso em: 15 Jan. 2012.
- LOGUERCIO, L.L.; CARNEIRO, N.P.; CARNEIRO, A.A. Milho Bt Alternativa biotecnológica para controle biológico de insetos-praga. **Biotecnologia Ciência e desenvolvimento**, n.24, 2002.
- MACHADO, J.C.; SOUZA, J.C.; RAMALHO, M.A.P. et al. Estabilidade de produção de híbridos simples e duplos de milho oriundos de um mesmo conjunto gênico. **Bragantia**, v.67, n.3, p.627-631, 2008.
- MELLO, R.; NÖRNBERG, J.L.; ROCHA, G.R. et al. Características produtivas e qualitativas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.1, p.79-94, 2005.

- MENDES, M.C.; PINHO, R.G.V.; PEREIRA, M.N. et al. Avaliação de híbridos de milho obtidos do cruzamento entre linhagens com diferentes níveis de degradabilidade da matéria seca. **Bragantia**, v.67, n.2, p.285-297, 2008.
- MITTELMANN, A.; SOBRINHO, F.S.; OLIVEIRA, J.S. et al. Avaliação de híbridos comerciais de milho para utilização como silagem na região Sul do Brasil. **Ciência Rural**, v.35, n.3, p.684-690, 2005.
- MONTALVÁN, R.; VELASCO, J.C.M. Interação genótipo x ambiente. In: DESTRO, D.; MONTALVÁN, R. (Ed.). **Melhoramento genético de plantas**. Londrina: UEL, 1999. 820p. p. 131-140.
- NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; DIAS, F.N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2001. p.127-145.
- NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; LIMA, M.L.M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.). **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p.183-228.
- OLIVEIRA, J.S.; SOBRINHO, F.S.; PEREIRA, R.C. et al. Potencial de utilização de híbridos comerciais de milho para silagem, na região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.1, p.62-71, 2003.
- PATERNIANI, E.; CAMPOS, M.S. Melhoramento do milho. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2.ed. Viçosa: E. UFV, 2005. 969p. p.491-552.
- PEDREIRA, M.S.; PRIMAVESI, O. Impacto da produção animal sobre o ambiente. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.). **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. 583 p. p. 497-511.
- PEREIRA, E.S.; ARRUDA, A.M.V.; MIRANDA, L.F. et al. Importância da inter-relação carboidrato e proteína em dietas de ruminantes. **Ciências Agrárias**, v.26, n.1, p.125-134, 2005.
- ROSA, J.R.P.; SILVA, J.H.S.; RESTLE, J. et al. Avaliação do comportamento agrônomico da planta e valor nutritivo da silagem de diferentes híbridos de milho (*Zea mays*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.302-312, 2004.
- SANTOS, E.A.; SILVA, D.S.; QUEIROZ FILHO, J.L. Composição química do campim-elefante cv. roxo cortado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.18-23, 2001.
- SANTOS, P.G.; JULIATTI, F.C.; BUIATTI, A.L. et al. Avaliação do desempenho agrônomico de híbridos de milho em Uberlândia, MG⁽¹⁾. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.5, p.597-602, 2002.
- SIQUEIRA, G.R.; RESENDE, F.D.; ROMAN, J. et al. Uso estratégico de forragens conservadas em sistemas de produção de carne. In: III SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2008, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2008. p.41-87.
- SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70 n.11 p.3562-3577, 1992.
- SOUZA FILHO, A.X.; PINHO, R.G.V.; PEREIRA, J.L.A.R. et al. Influence of stage of maturity on bromatological quality of corn forage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.9, p.1894-1901, 2011.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2. ed. Ithaca: Comstock Publ. Assoc., 1994. 476p.

ZAPOLLATTO, M.; SARTURI, J.O. Optimization of the animal production system based on the selection of corn cultivars for silage. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, 2009, São Pedro. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2009. p.73-90.

II – Composição nutricional e digestibilidade “in vitro” de genótipos de milho em dois anos agrícolas

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho avaliar as características químico-bromatológicas e caracterizar quantitativamente de forma comparativa as frações de carboidratos de híbridos comerciais de milho e de materiais provenientes de cruzamento entre híbridos para a produção de silagem. Para tanto, foram avaliados 14 híbridos múltiplos, sete híbridos comerciais, sete progênies autofecundadas de híbridos comerciais e dois testemunhas em dois anos agrícolas. O híbrido 2B710 apresentou alta digestibilidade “in vitro” da matéria seca no primeiro ano e da fração fibrosa nos dois anos de avaliação. A progênie P30P34 x P30P34 destacou-se pelos altos valores de digestibilidade da matéria seca e da fração fibrosa nos dois anos. A maior fração de carboidratos não-fibrosos foi encontrada para os cruzamentos IMPACTO x CD308 e P30R50 x CD308 para o primeiro e segundo ano, respectivamente, indicando, maior eficiência em fornecer energia prontamente disponível no ambiente ruminal. As interações significativas entre híbridos de milho e anos agrícolas para a composição químico-bromatológica evidenciaram que o ambiente de cultivo tem grande influência sobre a composição nutricional, levando à necessidade de avaliação em vários ambientes para fins de seleção de milho visando à produção de silagem.

Palavras-chave: frações de carboidratos, genótipos de milho, silagem, valor nutricional

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the chemical-bromatological composition, quantitatively characterize, in a comparative way, the carbohydrate fractions of commercial corn hybrids and of materials from crossing between hybrids for silage production. Therefore, 14 multiple hybrids, 7 commercial hybrids, 7 self-fertilized from commercial hybrids progenies and 2 controls were evaluated in two agricultural years. The 2B710 hybrid showed high dry matter in vitro digestibility in the first year and fiber fraction in the two years of evaluation. The progeny P30P34 x P30P34 showed high dry matter digestibility and fiber fraction in two years. The highest fraction of non-fibrous carbohydrates ($A+B_1$) was found for the crosses IMPACTO x CD308 and P30R50 x CD308 for the first and second year respectively, indicating a greater efficiency in providing readily available energy in the rumen. The significant interactions between corn hybrids and agricultural years for chemical-bromatological

composition showed that the growing environment has great influence on the nutritional composition, leading to the necessity of evaluating multiple environments in order to select corn for silage production.

Key Words: carbohydrate fractions, corn genotypes, silage, nutritive value

Introdução

A planta de milho é o material considerado padrão para a ensilagem, não só pela sua composição bromatológica e pela sua aceitação na alimentação animal, mas também por preencher os requisitos para a produção de uma boa silagem como teor de matéria seca entre 30 a 35%, teores de carboidratos solúveis acima de 3% na matéria original, baixa capacidade tampão e por proporcionar boa fermentação microbiana (Nussio et al., 2001).

A estimativa do valor nutritivo das forrageiras é importante, seja para permitir um adequado manejo alimentar de dietas à base de volumosos, seja para orientar no melhoramento e na seleção de forrageiras (Magalhães et al., 2010). Em se tratando de milho, deve-se optar por híbridos que apresentem, além de elevada produção de matéria seca e boa participação de grãos na massa ensilada, maior digestibilidade da fração fibrosa da planta (Mello et al., 2005).

O tipo de cruzamento também é importante na seleção de híbridos de milho. Híbridos simples são mais uniformes em altura da planta e de espiga, tamanho de espiga e tolerância a doenças que os híbridos duplos (Carter, 1992). Entretanto, a obtenção simultânea de alta produtividade e alto valor nutritivo resulta da interação entre potencial genético e condições do ambiente.

Na nutrição dos ruminantes, os carboidratos compreendem entre 70 a 80% da ração e são fundamentais para o atendimento de exigências de energia, síntese de proteína microbiana síntese de componentes do leite e manutenção da saúde animal. A fibra representa a fração de carboidratos dos alimentos de digestão lenta ou indigestível e, dependendo da sua concentração e digestibilidade, impõe limitações no consumo de matéria seca e de energia (Nussio et al., 2006). Segundo Souza Filho et al. (2011), a qualidade da forragem está mais associada à qualidade dos seus componentes do que à sua proporção na matéria seca.

De acordo com o CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System), os alimentos são subdivididos conforme suas características químicas, físicas, de degradação ruminal e digestibilidade pós-rúmen. Isso visa diminuir as perdas de nutrientes, maximizando a eficiência de crescimento microbiano por meio da sincronização da degradação de carboidratos e proteínas, para que ocorra o máximo desempenho teórico dos microrganismos, a fim de reduzir as perdas no rúmen e também estimar o escape de nutrientes (Fox et al., 2003).

O objetivo do trabalho foi avaliar as características químico-bromatológicas e caracterizar quantitativamente de forma comparativa, as frações de carboidratos de híbridos comerciais de milho e de materiais provenientes de cruzamento entre híbridos para produção de silagem em dois anos agrícolas.

Material e métodos

O experimento de campo foi conduzido na Fazenda Experimental de Iguatemi da Universidade Estadual de Maringá, situada na região Noroeste do Paraná (23°21'13''S - 52°04'27''O; 550 m de altitude). O clima é classificado como Cfa (subtropical úmido), conforme critérios definidos por W. Köppen. Os híbridos de milho foram estabelecidos em Latossolo vermelho distroférico textura arenosa (Embrapa, 2006). A adubação utilizada no preparo do solo foi o equivalente a 350 kg.ha⁻¹ da fórmula 4-14-8 (N, P₂O₅, K₂O) + zinco. A adubação nitrogenada foi realizada em duas etapas, utilizando-se sulfato de amônio em cobertura. A primeira aplicação foi feita quando as plantas de milho apresentavam entre quatro e cinco folhas completamente desenvolvidas, utilizando 80 kg.ha⁻¹, e a segunda aplicação quando as plantas apresentavam entre oito e nove folhas completamente desenvolvidas.

Os tratamentos foram constituídos por 14 híbridos múltiplos, sete híbridos comerciais, sete progênies resultantes da autofecundação de híbridos comerciais e dois testemunhas, totalizando 30 genótipos de milho (Tabela 2), avaliadas nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Para os cruzamentos foram utilizados nove genótipos de milho, descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Características dos híbridos de milho utilizados nos cruzamentos.

Cultivar	Tipo	Ciclo	Época de semeadura	Uso	Textura do grão	Empresa
Impacto	HS	P	C/N/T/S	G/SPI	DURO	SYNGENTA
Cargo	HD	P	C/N/T/S	G/SPI	DURO	SYNGENTA
P30B39	HS	P	N	G/SPI	SEMIDURO	DU PONT DO BRASIL
P30P34	HT	P	N	G/SPI	SEMIDURO	DU PONT DO BRASIL
P30R50	HS	P	N	Grãos	SEMIDURO	DU PONT DO BRASIL
CD 304	HT	SP	N/S	G/SGU	DURO	COODETEC
CD 308	HD	P	N/S	G/SPI	SEMIDURO	COODETEC
2B710	HS	P	C/N/T/S	Grãos	SEMIDURO	DOW AGROSCIENCES
DKB 390	HS	P	C/N/T/S	Grãos	SEMIDURO	Dekalb

Tipo: HD - Híbrido duplo; HT - Híbrido triplo; HS - Híbrido simples.

Ciclo: SP - superprecoce; P - Precoce.

Época de Semeadura: C - Cedo; N - Normal; T - Tarde; S - Safrinha

Uso: G - Grãos; SPI - Silagem da planta inteira; SGU - Silagem de grãos úmidos.

Fonte: José Carlos Cruz e Israel Alexandre Pereira Filho (Embrapa Milho e Sorgo).

Os tratamentos foram estabelecidos em plantio direto, segundo o delineamento em blocos completos com tratamentos ao acaso, com três repetições. As parcelas foram constituídas de quatro linhas de 5 m, espaçadas de 0,9 m e com densidade de 60.000 plantas.ha⁻¹ após o desbaste. A colheita da forragem foi realizada quando as plantas apresentavam cerca de 34% de matéria seca (MS).

Tabela 2. Constituição dos genótipos de milho avaliados.

Tratamento	Genótipo 1	Genótipo 2	Descrição	Tratamento	Genótipo 1	Genótipo 2	Descrição
1	IMPACTO	CARGO	HM	16	P30B39	****	HS
2	IMPACTO	CD308	HM	17	P30P34	****	HT
3	IMPACTO	DKB390	HM	18	P30R50	****	HS
4	CARGO	P30P34	HM	19	CD308	****	HD
5	CARGO	CD304	HM	20	2B710	****	HS
6	P30B39	2B710	HM	21	DKB390	****	HS
7	P30P34	P30R50	HM	22	IMPACTO	IMPACTO	S ₁
8	P30P34	CD308	HM	23	P30B39	P30B39	S ₁
9	P30P34	DKB390	HM	24	P30P34	P30P34	S ₁
10	P30R50	CD304	HM	25	CD304	CD304	S ₁
11	P30R50	CD308	HM	26	CD308	CD308	S ₁
12	P30R50	2B710	HM	27	2B710	2B710	S ₁
13	P30R50	DKB390	HM	28	DKB390	DKB390	S ₁
14	CD304	CD308	HM	29	P30F53	****	T
15	CARGO	****	HD	30	AG5011	****	T

HM = híbrido múltiplo; HD = híbrido duplo comercial; HT = híbrido triplo comercial; HS = híbrido simples comercial; S₁ = progênie autofecundada de híbrido comercial; T = testemunha

A apresentação gráfica das condições climáticas observadas durante o período experimental nos dois anos de avaliações encontra-se na Figura 1.

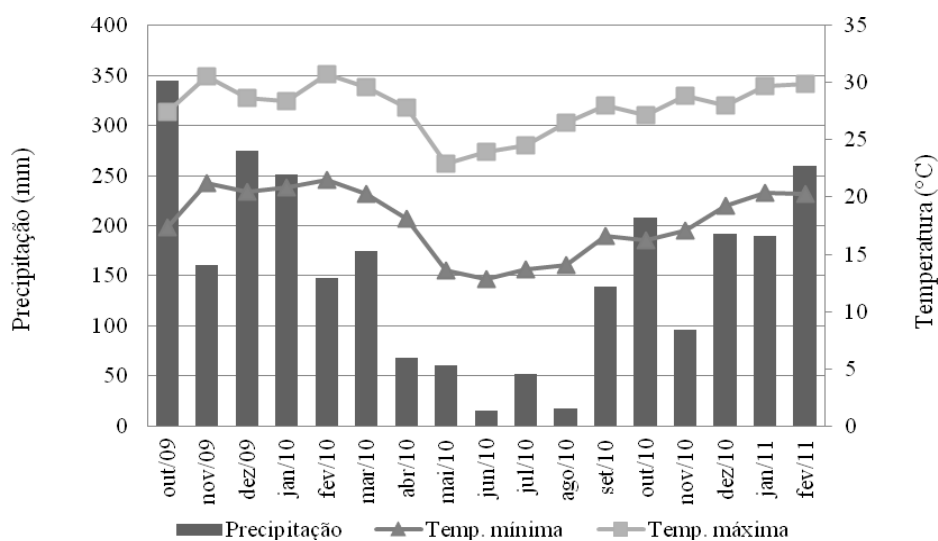


Figura 1. Médias mensais de precipitação (mm) e temperatura (°C) durante o período experimental.

As plantas foram cortadas manualmente a 20 cm do nível do solo. Após o corte foram coletadas amostras, em todas as parcelas, correspondentes aos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011 de cada um dos 30 híbridos de milho avaliados. Estas amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 60°C por 72h, moídas em moinho tipo faca em peneiras com crivos de 1 mm para determinação de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), e extrato etéreo (EE) conforme os métodos descritos por Silva & Queiroz (2002). A determinação da fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e lignina foram obtidos de acordo com Van Soest et al. (1991). Os valores de PIDN foram calculados multiplicando-se os valores de NIDN por 6,25.

Os valores de carboidratos totais (CT) foram calculados pela equação; $CT = MO - (EE + PB)$. Foi determinado o fracionamento dos carboidratos segundo Sniffen et al. (1992). A fração C foi determinada pela fórmula $C = (100 \times FDN (\%MS) \times 0,01 \times LIGNINA (\%FDN) \times 2,4 / CT (\%MS))$, sendo CT, carboidratos totais. A fração B₂ foi obtida pela equação $B_2 = 100 \times ((FDN(\%MS) - PIDN(\%PB) \times 0,01 \times PB(\%MS)) - FDN(\%MS) \times 0,01 \times LIGNINA(\%FDN) \times 2,4) / CT(\%MS)$, em que PIDN é proteína insolúvel em detergente neutro. A fração A + B₁ foi determinada pela diferença $100 - (C + B_2)$.

O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) na forragem foi estimado segundo a equação $NDT = 74,49 - 0,5635 * FDA$ ($r^2 = 0,84$), descrita por Cappelle et al. (2001) para volumosos.

A digestibilidade “in vitro” dos híbridos de milho foi determinada de acordo com o método de Tilley e Terry (1963) adaptada para o uso do rúmen artificial, desenvolvido por Ankon[®], conforme descrito por Holden (1999). Foi realizada a incubação com 0,5 g de amostra em sacos F57-Filter Bags, incubados com líquido ruminal na Daisy^{II} (Ankon Technology, Fairport, NY), em ambiente anaeróbico, com temperatura de 39°C, pH 6,9. O líquido ruminal (inóculo) foi coletado de uma vaca da raça Holandesa com cânula ruminal e com alimentação adaptada durante dez dias antes da coleta. A dieta foi composta de silagem de milho, com adição de concentrado à base de milho e farelo de soja.

As amostras foram incubadas por 48h para a avaliação da digestibilidade “in vitro” da matéria seca. Após este tempo, foram adicionados pepsina e HCl 6N e mantidos por mais 24h, com o intuito de interromper a atividade microbiana. Na determinação da digestibilidade da parede celular foi realizada uma incubação de 48h. Após este período, o resíduo foi tratado com solução de detergente neutro, de acordo com o método utilizado para análise de FDN.

Antes da realização das análises estatísticas, os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk. O teste evidenciou que todas as variáveis apresentaram distribuição normal. Avaliou-se também a homogeneidade das variâncias residuais, constatando-se que os erros foram homogêneos. Os dados foram então submetidos à análise de variância conjunta, utilizando-se o programa estatístico SISVAR (Sistema de análise de variância para dados balanceados) (Ferreira, 2000), e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott, em nível de 10% de probabilidade.

Resultados e discussão

Os resultados da análise de variância para as características avaliadas estão apresentados na Tabela 3. Para a maioria das variáveis analisadas encontrou-se diferença estatística ($P < 0,10$) entre genótipos de milho, evidenciando a existência de variabilidade entre os materiais avaliados. Houve significância ($P < 0,10$) também para a maioria das variáveis na interação genótipos x ano agrícola, o que indica que os híbridos respondem de forma diferenciada às condições de ambiente.

Tabela 3. Análise de variância para características químico-bromatológicas, fracionamento de carboidratos e digestibilidade “in vitro” de genótipos de milho em dois anos agrícolas.

Parâmetro	Fonte de variação (Quadrado médio)						
	Bloco/Ano	Genótipos	Anos	GxA	Resíduo médio	Média geral (%)	CV (%)
GL	4	29	1	29	116		
MM	2,1851	1,2175*	223,5005*	1,0876*	0,4811	5,42	12,78
MO	2,1851	1,2175*	223,5005*	1,0876*	0,4811	94,57	0,73
EE	0,0663	0,4913*	1,6673*	0,5225*	0,2707	2,19	23,73
PB	1,7757	1,5374*	68,8512*	0,9352*	0,5646	7,78	9,66
NIDN	24,6004	17,5085*	9,5903	8,1235	8,121	29,66	9,61
FDN	13,1763	25,2658*	988,1643*	33,0412*	8,3074	49,04	5,88
FDA	5,4252	19,4832*	290,0100*	16,2350*	9,3326	30,4	10,05
Lignina	1,3888	3,4651*	20,1948*	3,0052*	1,1702	7,08	15,26
NDT	3,4665	7,1402*	179,9398*	5,9558	4,7338	57,07	3,81
DIVMS	49,8234	41,0358*	976,5767*	20,8792*	14,0318	70,33	5,33
DIVFDN	63,4286	61,4171*	1136,8899*	17,2331	14,3535	44,49	8,51
CT	15,0923	4,6861*	912,2556*	2,8534	2,8218	84,17	2
A+B ₁	9,7062	32,1172*	3832,6971*	39,7737*	15,7484	42,84	9,26
B ₂	6,685	19,1477*	3486,1953*	23,6991*	9,079	46,66	6,46
C	2,1574	11,3952*	44,4367*	10,3368*	4,52	10,27	20,69

*Significativo, a 10% de probabilidade.

A média encontrada para MM no primeiro ano foi de 4,31%, sem diferença ($P < 0,10$) entre os híbridos avaliados (Tabela 4). Estes valores estão próximos aos encontrados por Jaremtchuk et al. (2005), com variação de 3,94 a 4,71%. No segundo ano de avaliação, o teor médio de MM foi de 6,54%. O híbrido IMPACTO x CARGO apresentou o maior valor (8,74%), e o híbrido testemunha AG5011, o menor valor (5,47%).

Houve diferença para MM entre os anos avaliados para todos os híbridos exceto para o cruzamento P30B39 x 2B710. De acordo com Van Soest (1994), o conteúdo mineral das forragens varia por causa da disponibilidade de nutrientes no solo e da capacidade do sistema radicular em absorver esses nutrientes em função do clima em cada ano agrícola.

O teor de MO apresentou o mesmo comportamento observado para a MM. Não houve efeito ($P < 0,10$) entre os genótipos na safra 2009/10, com média de 95,68% de MO. Já na safra 2010/2011, o teor médio de MO foi de 93,45%, variando de 91,25% a 94,52% para os híbridos IMPACTO x CARGO e AG5011, respectivamente.

Tabela 4. Média de matéria mineral (MM) e matéria orgânica (MO) de genótipos de milho em dois anos de avaliação.

Tratamentos		MM (%)		Média	MO (%)		Média
		2009/10	2010/11		2009/10	2010/11	
IMPACTO	CARGO	3,53 B	8,74 aA	6,13 a	96,46 A	91,25 cB	93,86 b
IMPACTO	CD308	3,53 B	6,74 cA	5,13 b	96,46 A	93,25 aB	94,86 a
IMPACTO	DKB390	4,14 B	6,21 cA	5,18 b	95,85 A	93,78 aB	94,81 a
CARGO	P30P34	4,42 B	6,91 bA	5,67 b	95,57 A	93,08 bB	94,32 a
CARGO	CD304	4,50 B	7,49 bA	5,99 a	95,49 A	92,50 bB	94,00 b
P30B39	2B710	4,72 A	5,50 cA	5,11 b	95,27 A	94,49 aA	94,88 a
P30P34	P30R50	4,62 B	6,42 cA	5,52 b	95,37 A	93,57 aB	94,47 a
P30P34	CD308	5,11 B	7,54 bA	6,32 a	94,88 A	92,45 bB	93,67 b
P30P34	DKB390	5,11 B	7,10 bA	6,11 a	94,88 A	92,89 bB	93,88 b
P30R50	CD304	4,38 B	5,67 cA	5,03 b	95,61 A	94,32 aB	94,96 a
P30R50	CD308	4,35 B	6,26 cA	5,31 b	95,64 A	93,73 aB	94,68 a
P30R50	2B710	5,83 B	7,26 bA	6,55 a	94,16 A	92,73 bB	93,44 b
P30R50	DKB390	4,32 B	6,83 bA	5,58 b	95,67 A	93,16 bB	94,41 a
CD304	CD308	3,54 B	6,22 cA	4,88 b	96,45 A	93,77 aB	95,11 a
CARGO	****	3,96 B	7,28 bA	5,62 b	96,03 A	92,71 bB	94,37 a
P30B39	****	3,83 B	6,60 cA	5,22 b	96,16 A	93,39 aB	94,77 a
P30P34	****	4,35 B	6,40 cA	5,37 b	95,64 A	93,59 aB	94,62 a
P30R50	****	4,79 B	5,84 cA	5,32 b	95,20 A	94,15 aB	94,67 a
CD308	****	4,30 B	6,62 cA	5,46 b	95,69 A	93,37 aB	94,53 a
2B710	****	4,38 B	6,56 cA	5,47 b	95,61 A	93,43 aB	94,52 a
DKB390	****	3,57 B	6,41 cA	4,99 b	96,42 A	93,58 aB	95,00 a
IMPACTO	IMPACTO	4,51 B	5,91 cA	5,21 b	95,48 A	94,08 aB	94,78 a
P30B39	P30B39	4,11 B	6,19 cA	5,15 b	95,88 A	93,80 aB	94,84 a
P30P34	P30P34	4,65 B	7,31 bA	5,98 a	95,34 A	92,68 bB	94,01 b
CD304	CD304	3,93 B	6,54 cA	5,24 b	96,06 A	93,45 aB	94,75 a
CD308	CD308	4,47 B	6,00 cA	5,23 b	95,52 A	93,99 aB	94,76 a
2B710	2B710	3,58 B	5,89 cA	4,73 b	96,41 A	94,10 aB	95,26 a
DKB390	DKB390	4,46 B	6,15 cA	5,31 b	95,53 A	93,84 aB	94,68 a
P30F53	****	4,01 B	6,08 cA	5,05 b	95,98 A	93,91 aB	94,94 a
AG5011	****	4,29 B	5,47 cA	4,88 b	95,70 A	94,52 aB	95,11 a
Média		4,31	6,54	5,42	95,68	93,45	94,57

Médias seguidas por diferentes letras minúsculas na coluna e maiúscula na linha diferem entre si, a 10% de erro pelo teste de Scott-Knott.

Os teores médios de MO observados neste estudo são equivalentes aos registrados por outros autores na avaliação de híbridos de milho. Em silagem de milho, Kuehn et al. (1999) encontraram teores de MO em torno de 91%, enquanto Velho (2005) registrou valor para MO de 95,97%.

Na avaliação do teor de EE verificou-se diferença ($P < 0,10$) entre os genótipos avaliados nos dois anos agrícolas (Tabela 5). Na safra 2009/10, o teor de EE variou de 2,95 a 1,64% para os híbridos DKB390 e CD308 x CD308, respectivamente, com média

de 2,09%. Souza Neto (2010) realizou o fracionamento da planta destes materiais e verificou que a participação da espiga na composição da planta do híbrido DKB390 (37,47%) com maior teor de EE foi menor que a do híbrido CD308 x CD308 (42,28%). O teor de EE na massa de forragem é influenciado pela participação de grãos e também pelo teor de lipídeos nos grãos.

Na safra 2010/11, verificou-se menor teor de EE para o cruzamento P30P34 x DKB390 (1,40%) e maior para o híbrido testemunha AG5011(3,23%), com média dos híbridos de 2,28%. Estes valores estão próximos aos encontrados por Jaremtchuk et al. (2005), avaliando 20 híbridos de milho, com teores de 1,45 a 3,96% de EE, e também por Pinto et al. (2010), na avaliação de 12 cultivares de milho, com valores entre 1,9 e 2,5% de EE.

Quanto aos teores de NDT, constatou-se que na safra 2009/10 não houve diferença ($P < 0,10$) entre os híbridos avaliados, com valor médio de 58,07%.

No segundo ano de avaliação, o teor médio de NDT foi de 56,63%, ocorrendo diferenças significativas entre os genótipos, com variação de 6,88 pontos percentuais entre o menor e o maior valor encontrados para os híbridos CD308 (52,51%) e P30R50 x 2B710 (59,39%). Os teores de NDT observados nesse estudo estão próximos aos encontrados por Pimentel et al. (1998), de 55,47 a 62,33% e abaixo dos verificados por Rosa et al. (2004), para a silagem de milho do híbrido AG5011, com teor de NDT de 68,62%. Os valores do presente trabalho estão abaixo também dos resultados encontrados por Jaremtchuk et al. (2005), que encontraram valores de 63,26 a 68,87% na avaliação de 20 híbridos de milho. As variações na concentração de NDT no milho podem ser atribuídas às diferentes condições experimentais. No estudo realizado por Jaremtchuk et al. (2005), o corte foi realizado acima das folhas senescentes entre 20 e 60 cm, o que ocasionou menor teor de FDN e FDA e maior participação de grãos, além de diferenças pela equação utilizada para as estimativas do NDT e ao próprio híbrido de milho avaliado.

As médias de NDT para os híbridos múltiplos, híbridos comerciais e para as progênies autofecundadas foram similares, com valores de 58,11; 58,05 e 58,07%, respectivamente, para o primeiro ano. No segundo ano, as médias foram menores, mas também próximas entre si com valores de 56,96; 55,27 e 56,87%, respectivamente, o que pode ser atribuído à menor participação de grãos no segundo ano de avaliações.

Tabela 5. Média de extrato etéreo (EE) e nutrientes digestíveis totais (NDT) de genótipos de milho em dois anos de avaliação.

Tratamentos		EE (%)		Média	NDT (%)		Média
		2009/10	2010/11		2009/10	2010/11	
IMPACTO	CARGO	2,45 aA	1,75 bA	2,10 b	59,67 A	55,62 bB	57,64
IMPACTO	CD308	2,67 aA	2,34 aA	2,51 a	60,22 A	56,14 aB	58,18
IMPACTO	DKB390	1,86 bA	2,38 aA	2,12 b	57,98 A	56,76 aA	57,37
CARGO	P30P34	1,76 bA	2,18 bA	1,97 b	57,38 A	58,35 aA	57,86
CARGO	CD304	1,71 bA	1,93 bA	1,82 b	57,40 A	55,37 bA	56,38
P30B39	2B710	2,24 bA	2,01 bA	2,12 b	58,38 A	57,78 aA	58,08
P30P34	P30R50	1,86 bA	1,86 bA	1,86 b	57,97 A	58,85 aA	58,41
P30P34	CD308	2,53 aA	2,68 aA	2,60 a	57,23 A	57,49 aA	57,36
P30P34	DKB390	1,91 bA	1,40 bA	1,66 b	56,94 A	54,89 bA	55,91
P30R50	CD304	2,83 aA	2,01 bB	2,42 a	58,17 A	56,88 aA	57,52
P30R50	CD308	2,09 bA	2,46 aA	2,28 a	57,95 A	58,39 aA	58,17
P30R50	2B710	2,50 aA	2,78 aA	2,64 a	58,10 A	59,39 aA	58,74
P30R50	DKB390	1,69 bA	2,38 aA	2,03 b	57,13 A	57,77 aA	57,45
CD304	CD308	1,90 bA	2,01 bA	1,95 b	59,03 A	53,79 bB	56,41
CARGO	****	1,75 bB	3,00 aA	2,38 a	56,12 A	54,96 bA	55,54
P30B39	****	1,85 bA	2,14 bA	2,00 b	57,73 A	57,25 aA	57,49
P30P34	****	1,98 bA	2,11 bA	2,04 b	59,54 A	55,31 bB	57,43
P30R50	****	2,44 aA	2,68 aA	2,56 a	57,80 A	55,43 bA	56,62
CD308	****	1,77 bA	1,76 bA	1,77 b	56,71 A	52,51 bB	54,61
2B710	****	2,77 aA	2,05 bA	2,41 a	59,80 A	55,38 bB	57,59
DKB390	****	2,95 aA	2,45 aA	2,70 a	58,68 A	56,07 aA	57,37
IMPACTO	IMPACTO	1,93 bB	2,72 aA	2,32 a	58,50 A	57,82 aA	58,16
P30B39	P30B39	2,13 bA	1,92 bA	2,03 b	58,46 A	57,34 aA	57,90
P30P34	P30P34	2,09 bA	2,32 aA	2,20 a	58,99 A	57,31 aA	58,15
CD304	CD304	2,19 bA	2,24 bA	2,22 a	58,39 A	56,42 aA	57,41
CD308	CD308	1,64 bB	2,49 aA	2,06 b	57,55 A	57,28 aA	57,41
2B710	2B710	1,82 bB	2,63 aA	2,23 a	59,41 A	56,85 aA	58,13
DKB390	DKB390	1,86 bA	1,55 bA	1,71 b	55,19 A	55,11 bA	55,15
P30F53	****	1,83 bB	3,05 aA	2,44 a	58,46 A	59,22 aA	58,84
AG5011	****	1,73 bB	3,23 aA	2,48 a	57,16 A	57,41 aA	57,28
Média		2,09	2,28	2,19	58,07	56,63	57,35

Médias seguidas por diferentes letras minúsculas na coluna e maiúscula na linha diferem entre si a 10% de erro pelo teste de Scott-Knott.

Observou-se diferença ($P < 0,10$) para as estimativas de NDT entre anos de produção para os híbridos IMPACTO x CARGO, IMPACTO x CD308, CD304 x CD308, P30P34, CD308 e 2B710.

Na média dos dois anos de avaliação, os valores estimados de NDT variaram de 58,84% (híbrido P30F53) a 54,61% (CD 308). Estes valores considerados baixos podem ser pela equação empregada para a estimativa de NDT, a qual foi baseada no teor de FDA da massa de forragem, que foi em média de 30,4%. Sabe-se que a composição em

NDT é um indicativo do conteúdo energético dos alimentos e que sua determinação é importante para o balanceamento e a otimização de dietas (Cappelle et al, 2001). Numerosos fatores como espécie botânica, temperatura, intensidade de luz, disponibilidade de água, maturidade, tipo de colheita, processamento e armazenamento afetam a composição química e, conseqüentemente, a disponibilidade de energia dos alimentos (Van Soest, 1994).

O teor médio de PB na safra 2009/10 foi de 7,16%, com maior valor para o híbrido P30P34 x P30P34 (8,93%), valor próximo ao observado para o híbrido testemunha AG5011, com 8,36%. Estes resultados são equivalentes aos observados por Antunes et al. (2006) para o híbrido AG5011, com teor de PB de 8,7%. O menor valor de PB verificou-se para o híbrido P30B39 (6,05%). Os híbridos CD308, 2B710, DKB390 e as progênies resultantes de autofecundação não apresentaram diferença ($P < 0,10$) para o teor de PB. Os valores relativos ao teor de PB encontrados neste estudo estão de acordo com os dados de Melo et al. (1999), que registraram teores entre 5,9 e 8,5% na avaliação de 30 híbridos de milho.

No segundo ano de avaliações foram observados valores de PB maiores em relação à safra 2009/2010, com média de 8,39% (Tabela 6). As condições climáticas durante o período de condução dos experimentos influenciaram o crescimento das plantas e, em consequência, a composição proteica. Resultado semelhante também foi encontrado por Alvarez et al. (2006), com variação do teor de proteína de híbridos de milho entre dois anos de cultivo.

Entre os híbridos avaliados, o maior teor de PB (10%) foi observado na progênie do cruzamento P30B39 x P30B39, um valor próximo ao do híbrido testemunha AG5011 (PB de 9,04%). O menor teor de PB observou-se para os híbridos P30B39 x 2B710 e CD304 x CD 308, ambos com 7,50%.

Os teores de PB estão dentro dos valores frequentemente encontrados para híbridos de milho, variando de 6,5% a 8,4% (Mendes et al. 2008; Ferreira et al., 2011; Jaremtchuk et al., 2005). Observa-se variação numérica para os teores de PB com menor valor médio para os híbridos do primeiro ano agrícola com teores de 6,84%; 7,18% e 7,59% para os grupos de híbridos múltiplos; comerciais e progênies de autofecundação, respectivamente. No segundo ano de avaliação, as médias foram de 8,08%; 8,45% e 8,89% de PB, respectivamente.

Tabela 6. Médias de proteína bruta (PB) e nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) de genótipos de milho em dois anos de avaliação.

Tratamentos		PB (%)		Média	NIDN (% da PB)		Média
		2009/10	2010/11		2009/10	2010/11	
IMPACTO	CARGO	6,65 bA	7,54 bA	7,10 b	31,88 aA	32,21 A	32,04 a
IMPACTO	CD308	7,05 bB	8,19 bA	7,62 b	30,52 aA	28,85 A	29,68 a
IMPACTO	DKB390	6,43 bB	7,76 bA	7,09 b	31,00 aA	30,55 A	30,78 a
CARGO	P30P34	6,73 bB	8,65 aA	7,69 b	31,74 aA	30,49 A	31,11 a
CARGO	CD304	7,58 aA	8,42 aA	8,00 a	29,96 aA	29,06 A	29,51 a
P30B39	2B710	6,85 bA	7,50 bA	7,17 b	31,29 aA	28,70 A	29,99 a
P30P34	P30R50	7,10 bA	7,64 bA	7,37 b	26,50 bA	28,35 A	27,42 b
P30P34	CD308	6,88 bB	8,24 bA	7,56 b	27,42 bA	28,29 A	27,86 b
P30P34	DKB390	6,69 bB	8,76 aA	7,73 b	30,99 aA	30,25 A	30,62 a
P30R50	CD304	6,85 bB	7,94 bA	7,40 b	29,12 aA	29,73 A	29,42 a
P30R50	CD308	6,97 bA	7,99 bA	7,48 b	26,90 bA	25,70 A	26,30 b
P30R50	2B710	6,42 bB	8,85 aA	7,64 b	29,45 aA	29,58 A	29,52 a
P30R50	DKB390	7,31 aA	8,27 bA	7,79 b	26,20 bA	29,67 A	27,94 b
CD304	CD308	6,35 bB	7,50 bA	6,93 b	24,25 bB	31,32 A	27,78 b
CARGO	****	6,79 bB	8,97 aA	7,88 b	31,34 aA	29,66 A	30,50 a
P30B39	****	6,05 bB	8,51 aA	7,28 b	32,45 aA	31,15 A	31,80 a
P30P34	****	7,15 bA	8,20 bA	7,68 b	27,82 bA	27,71 A	27,77 b
P30R50	****	7,44 aA	8,50 aA	7,97 a	28,30 bA	28,19 A	28,24 b
CD308	****	7,32 aA	7,64 bA	7,48 b	31,58 aA	29,62 A	30,60 a
2B710	****	7,94 aA	8,85 aA	8,40 a	31,63 aA	28,55 A	30,09 a
DKB390	****	7,57 aA	8,51 aA	8,04 a	29,66 aA	28,44 A	29,05 a
IMPACTO	IMPACTO	6,14 bB	9,28 aA	7,71 b	32,93 aA	30,14 A	31,54 a
P30B39	P30B39	7,57 aB	10,00 aA	8,79 a	33,49 aA	29,93 A	31,71 a
P30P34	P30P34	8,93 aA	9,02 aA	8,97 a	30,12 aA	30,69 A	30,40 a
CD304	CD304	7,26 aB	8,91 aA	8,08 a	33,86 aA	31,05 A	32,46 a
CD308	CD308	8,13 aA	8,14 bA	8,13 a	31,46 aA	31,94 A	31,70 a
2B710	2B710	7,46 aB	9,39 aA	8,43 a	28,28 bA	30,45 A	29,37 a
DKB390	DKB390	7,65 aA	7,54 bA	7,59 b	31,22 aA	28,13 A	29,68 a
P30F53	****	7,09 bA	8,10 bA	7,59 b	30,98 aA	27,37 A	29,18 a
AG5011	****	8,36 aA	9,04 aA	8,70 a	24,37 bA	27,07 A	25,72 b
Média		7,16	8,39	7,78	29,89	29,43	29,66

Médias seguidas por diferentes letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si a 10% de erro pelo teste de Scott-Knott.

A concentração de NIDN resultou em valores médios de 29,89% e 29,43% para o primeiro e segundo ano de cultivo, respectivamente. Comparando-se os anos de cultivo, houve diferença ($P < 0,10$) para NIDN apenas para o híbrido CD304 x CD308, com teores de 24,25 e 31,32% para o primeiro e segundo ano agrícola, respectivamente. Na safra 2009/10, o menor valor de NIDN foi para o cruzamento CD304 x CD308 (24,25%), próximo ao valor encontrado para o híbrido testemunha AG5011 que foi de 24,37%. Já o maior teor de NIDN foi encontrado para o cruzamento S1 CD304 x

CD304 (33,86%), mostrando uma variação de 9,61 pontos percentuais entre os materiais avaliados.

Na colheita 2010/11 não houve efeito ($P < 0,10$) entre os híbridos para a concentração de NIDN. As concentrações de NIDN observadas nas duas safras avaliadas estão próximas aos valores encontrados por Velho (2005), com teores de 36,02 e 24,48% para plantas de milho em estágio de grão leitoso e de grão $\frac{1}{2}$ leitoso $\frac{1}{2}$ farináceo, respectivamente.

Quanto à avaliação da concentração de FDN, na safra 2009/10, houve diferença ($P < 0,10$) entre os híbridos, com valor médio de 46,7% e teores que variam de 49,91 a 42,17% para os cruzamentos P30P34 x DKB390 e P30B39 x 2B710, respectivamente. Os valores observados para os híbridos comerciais não apresentaram diferença dos valores obtidos para as respectivas gerações S1 (Tabela 7). Esta variação nos teores de FDN pode estar associada à proporção dos componentes da planta, como foi verificado por Souza Neto (2010). Assim, o cruzamento P30P34 x DKB390 apresentou menor participação de espigas (37,73%) nas frações da planta e maior participação de colmo (48,00%), com aumento na porcentagem de fibra quando comparado com o híbrido P30B39 x 2B710.

Na safra 2010/11 observaram-se maiores valores de FDN, com média de 51,39%, e variação de até 15,1 pontos percentuais entre os híbridos com maior teor (IMPACTO x CARGO = 58,78%) e menor teor de FDN (AG5011 = 43,41%). Os híbridos P30B39, P30P34, CD308, 2B710 e DKB390, nas duas safras avaliadas, não apresentaram diferença ($P < 0,10$) entre suas progênes S1 para a concentração de FDN. A maior participação de espiga nas frações da planta verificada no primeiro ano de avaliações pode ter ocasionado uma diluição do FDN pelo aumento na proporção de amido. Os valores de FDN encontrados corroboram com os observados por Mendes et al. (2008). Avaliando 23 híbridos de milho, estes autores encontraram valores para a FDN de 38,3 a 53,4%, ou seja, uma amplitude de 15,1% entre os materiais avaliados. Os valores apresentados neste trabalho para a concentração de FDN também estão de acordo com outros autores que registram variação para híbridos de milho de 44 a 58% (Fernandes et al., 2009; Jaremtchuk et al., 2005; Melo et al., 1999).

Na formulação de dietas para ruminantes, a preocupação com a porção fibrosa concentra-se na FDN, visto que se exige um nível mínimo necessário, uma vez que a fibra estimula a manutenção do ambiente ruminal propício à atividade das bactérias responsáveis pela digestão e degradação dos alimentos. Entretanto, a FDN tem relação

direta com o consumo de alimentos, uma vez que atua como principal limitante de consumo por enchimento do rúmen (Allen, 2000). De acordo com Buxton et al. (1996), a FDN está negativamente relacionado com o consumo e a FDA negativamente relacionada com digestibilidade das forragens.

Tabela 7. Média de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina de genótipos de milho de dois anos de avaliação.

Tratamentos	FDN (%)			FDA (%)			Lignina (%)		
	2009/10	2010/11	Média	2009/10	2010/11	Média	2009/10	2010/11	Média
IMPACTO CARGO	44,85 bB	58,78 aA	51,81 a	26,28 B	33,47 aA	29,87 b	5,17 bB	8,00 aA	6,58 b
IMPACTO CD308	43,17 bB	53,11 aA	48,14 b	25,32 B	32,55 aA	28,94 b	5,69 bB	7,85 aA	6,77 b
IMPACTO DKB390	47,16 aB	52,79 aA	49,98 a	29,28 A	31,44 bA	30,36 b	5,71 bA	6,51 bA	6,11 b
CARGO P30P34	49,53 aA	45,43 bA	47,48 b	30,35 A	28,64 bA	29,50 b	8,76 aA	6,48 bB	7,62 a
CARGO CD304	48,06 aB	54,85 aA	51,45 a	30,32 A	33,91 aA	32,12 a	8,95 aA	7,30 aB	8,12 a
P30B39 2B710	42,17 bB	52,46 aA	47,31 b	28,57 A	29,64 bA	29,10 b	6,77 bA	5,87 bA	6,32 b
P30P34 P30R50	45,15 bA	48,63 bA	46,89 b	29,31 A	27,75 bA	28,53 b	6,87 bA	6,22 bA	6,55 b
P30P34 CD308	47,71 aA	47,35 bA	47,53 b	30,62 A	30,16 bA	30,39 b	6,98 bA	6,18 bA	6,58 b
P30P34 DKB390	49,91 aA	52,50 aA	51,21 a	31,14 A	34,77 aA	32,95 a	9,49 aA	6,76 bB	8,13 a
P30R50 CD304	45,75 bB	53,21 aA	49,48 a	28,95 A	31,24 bA	30,10 b	6,84 bA	7,09 aA	6,97 b
P30R50 CD308	45,93 bA	48,10 bA	47,01 b	29,33 A	28,57 bA	28,95 b	6,60 bA	5,66 bA	6,13 b
P30R50 2B710	45,92 bA	47,23 bA	46,57 b	29,07 A	26,78 bA	27,92 b	7,28 bA	5,55 bB	6,42 b
P30R50 DKB390	47,33 aA	45,70 bA	46,51 b	30,79 A	29,67 bA	30,23 b	7,56 bA	6,77 bA	7,17 b
CD304 CD308	44,18 bB	55,87 aA	50,02 a	27,42 B	36,72 aA	32,07 a	6,47 bB	8,14 aA	7,30 b
CARGO ****	46,91 aB	51,67 aA	49,29 a	32,58 A	34,64 aA	33,61 a	7,67 bA	7,68 aA	7,68 a
P30B39 ****	49,13 aA	45,73 bA	47,43 b	29,73 A	30,58 bA	30,16 b	7,52 bA	8,13 aA	7,82 a
P30P34 ****	46,67 aB	55,28 aA	50,97 a	26,51 B	34,03 aA	30,27 b	7,06 bA	6,84 bA	6,95 b
P30R50 ****	49,02 aA	49,72 bA	49,37 a	29,60 A	33,81 aA	31,70 a	7,32 bA	8,22 aA	7,77 a
CD308 ****	47,95 aB	53,53 aA	50,74 a	31,54 B	38,99 aA	35,27 a	8,71 aA	8,40 aA	8,55 a
2B710 ****	45,07 bB	56,58 aA	50,83 a	26,05 B	33,90 aA	29,97 b	7,19 bA	6,79 bA	6,99 b
DKB390 ****	46,91 aA	50,97 aA	48,94 a	28,05 B	32,67 aA	30,36 b	7,37 bA	5,58 bB	6,47 b
IMPACTO IMPACTO	47,35 aB	52,03 aA	49,69 a	28,36 A	29,56 bA	28,96 b	6,86 bA	6,06 bA	6,46 b
P30B39 P30B39	47,72 aA	48,02 bA	47,87 b	28,43 A	30,42 bA	29,42 b	7,19 bA	5,97 bA	6,58 b
P30P34 P30P34	46,90 aB	54,80 aA	50,85 a	27,50 A	30,47 bA	28,98 b	7,97 aA	5,16 bB	6,57 b
CD304 CD304	47,03 aB	53,74 aA	50,38 a	28,55 A	32,05 bA	30,30 b	7,91 aA	6,30 bB	7,11 b
CD308 CD308	49,27 aB	53,70 aA	51,48 a	30,05 A	30,54 bA	30,29 b	8,27 aA	6,31 bB	7,29 b
2B710 2B710	44,26 bB	55,42 aA	49,84 a	26,74 B	31,29 bA	29,02 b	6,38 bA	6,20 bA	6,29 b
DKB390 DKB390	49,67 aB	54,31 aA	51,99 a	34,23 A	34,38 aA	34,31 a	9,38 aA	8,70 aA	9,04 a
P30F53 ****	46,92 aA	46,87 bA	46,90 b	28,44 A	27,08 bA	27,76 b	7,40 bA	5,29 bB	6,34 b
AG5011 ****	43,41 bA	43,21 bA	43,31 b	30,75 A	30,30 bA	30,53 b	9,21 aA	6,47 bB	7,84 a
Média	46,7	51,39	49,04	29,13	31,67	30,4	7,42	6,75	7,08

Médias seguidas por diferentes letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si a 10% de erro pelo teste de Scott-Knott.

A fração FDA não apresentou diferença ($P < 0,10$) entre os híbridos para o primeiro ano de avaliação, com média de 29,13%. Entretanto, apresentou amplitude de 8,91%

entre o maior e menor valor para esta característica. Estes valores estão próximos aos encontrados por Pinto et al. (2010) que avaliaram 12 genótipos de milho e verificaram valores de FDA de 24,2 a 29,4%.

O teor médio de FDA encontrado para os híbridos no segundo ano de avaliação foi de 31,67%, com diferença entre os híbridos ($P < 0,10$) variando de 26,78 a 38,99 para os híbridos P30R50 x 2B710 e CD308, respectivamente. Para a maior parte dos híbridos não houve efeito ($P < 0,10$) para a concentração de FDA entre os anos avaliados. Os resultados deste trabalho estão próximos aos encontrados na literatura com variação de 28 a 35% (Fernandes et al., 2009; Jaremtchuk et al.; 2005; Melo et al., 1999).

Quanto à avaliação dos teores de lignina, a média encontrada para a safra 2009/10 foi de 7,42%. Os valores obtidos variaram de 5,17% para o híbrido IMPACTO x CARGO a 9,49% para o híbrido P30P34 x DKB390, próximo ao valor encontrado para o testemunha AG5011 de 9,21%. O valor médio encontrado para lignina está de acordo com Pinto et al. (2010), que verificaram teores de lignina de 5,0 a 7,4% na avaliação de 12 cultivares de milho.

Na safra 2010/11, os teores de lignina variaram de 5,16 a 8,70% para os híbridos P30P34 x P30P34 e DKB390 x DKB390, respectivamente. O teor médio foi de 6,75%. Esta variação nos teores de lignina, entre híbridos de milho e entre safras, também foi observada por Pedroso et al. (2006) que encontraram valores de lignina em oito híbridos comerciais variando de 5,58 a 6,2%. Já Silva et al. (1999), na avaliação de híbridos de milho, verificaram teores de lignina de 3,03 a 7,44%.

Os valores de lignina observados em plantas de milho são bastante variáveis em função das proporções dos componentes da planta, como se pode observar nos materiais do primeiro ano. Souza Neto (2010) verificou proporções de 16,84; 43,45 e 39,71% para as frações folha, colmo e espiga, respectivamente, para o híbrido IMPACTO x CARGO, e proporções de 14,27; 48,00 e 37,73% para as frações folha, colmo e espiga, respectivamente, para o híbrido P30P34 x DKB390. Os resultados demonstram maior participação da fração fibrosa da planta e menor proporção de espiga para o híbrido de maior teor de lignina (P30P34 x DKB390).

De forma geral, no primeiro ano de avaliação, os híbridos apresentaram os maiores teores de lignina, o que pode ser em decorrência das condições ambientais, neste período verificou-se que a temperatura foi levemente maior que no segundo ano de avaliação. De acordo com Van Soest (1994), com o aumento da temperatura, ocorre

aumento da lignificação da parede celular. Os produtos fotossintéticos são assim mais rapidamente convertidos em componentes estruturais.

A lignina é um importante fator limitante da digestibilidade da parede celular (Wolf et al., 1993). Entretanto, a composição químico-bromatológica e a disposição tridimensional da lignina ligada aos demais componentes da parede celular explicam melhor a qualidade da haste e/ou da planta do que propriamente a percentagem da lignina na haste (Nussio et al., 2001).

Na avaliação dos carboidratos totais foram observados valores médios de 86,42 e 81,92% para as safras 2009/10 e 2010/11, respectivamente. Essa variação foi devida às variações nos teores de PB, EE e MM ocorrida nos anos de avaliação. No segundo ano, houve diferenças ($P < 0,10$) para o teor de CT entre os híbridos, com valores que variam entre 79,39% (Cargo) e 84,98% (P30B39 x 2B710) (Tabela 8). Estes valores estão próximos aos encontrados por Mello & Nornberg (2004), na avaliação dos híbridos de milho DKB215 e DKB344, ao detectarem valores de carboidratos totais de 86 e 85%, respectivamente.

Para a fração $A+B_1$, o valor médio foi de 47,45% para a safra 2009/10. Foram verificadas diferenças significativas entre os genótipos avaliados, com menor valor de 43,77% (P30R50 x DKB390), e o maior valor de 52,71% (IMPACTO x CD308). Nas avaliações realizadas por Souza Neto (2010), o híbrido IMPACTO x CD308 foi o que apresentou a maior proporção de espiga na planta, com valores de 44,29%. Esta maior participação de espigas e de grãos pode ter resultado em maior teor da fração $A+B_1$ de CT para este híbrido.

Na safra 2010/11, a média para a fração de carboidratos $A+B_1$ foi de 38,22%, com variação de 27,50 a 44,68% para os híbridos IMPACTO x CARGO e P30R50 x CD308, respectivamente.

Para a fração B_2 dos carboidratos totais a média do primeiro ano de avaliação foi de 42,26%, não houve diferença entre os híbridos ($P < 0,10$). Já no segundo ano, a fração B_2 dos CT variou significativamente entre os genótipos ($P < 0,10$), com teor médio de 51,06% e variação entre 57,85% para o genótipo IMPACTO x CARGO e 45,04% para o testemunha AG5011, valor próximo ao do híbrido CARGO x P30P34 (45,90%). A fração B_2 diferiu significativamente ($P < 0,10$) entre os anos avaliados, exceto para os genótipos CARGO x P30P34; P30P34 x CD308; P30R50 x DKB390 e P30R50. O maior valor estimado para a fração B_2 no segundo ocorreu devido a maior participação

da fração fibrosa nos materiais avaliados, demonstrada nos maiores teores de FDN e FDA.

Para a fração C dos carboidratos totais, representada pela porção indigerível ao longo do trato gastrointestinal (Sniffen et al., 1992), observou-se média de 9,77% para a safra 2009/10, com variações de 6,37 a 13,18% para os genótipos IMPACTO x CARGO e P30P34 x DKB390, respectivamente. Esta amplitude de variação demonstra a diversidade entre híbridos e a importância de avaliar os mesmos para um adequado balanceamento das dietas.

Para a safra 2010/11, verificou-se média de 10,77% para a fração C dos CT, com o maior valor para o genótipo DKB390 x DKB390 (15,35%) e o menor para o testemunha P30F53 (7,41%), próximo ao híbrido P30R50 x CD308 (7,85%).

A fração C dos carboidratos totais para os genótipos IMPACTO x CARGO; IMPACTO x CD308; CD304 x CD308 e CD308 variou significativamente ao longo dos anos. O híbrido com maior fração C dos CT para o primeiro ano de avaliação (P30P34 x DKB390) também apresentou os maiores teores de FDN e lignina. O genótipo DKB390 x DKB390 de maior fração C dos CT para o segundo ano também foi o híbrido que apresentou maiores teores de lignina e altos teores de FDN. Os maiores teores da fração C podem ocorrer pelo aumento dos constituintes da parede celular, bem como de seu espessamento e da deposição de lignina, o que tende a aumentar a fração indigerível e, conseqüentemente, reduzir a fração potencialmente digestível.

Os valores médios das frações de CT encontrados neste estudo estão próximos aos verificados por Velho et al. (2006), avaliando o híbrido AG5011 com valores de 31,31% para fração A, 11,70% para a fração B₁, 50,35% para a fração B₂ e 6,64% para fração C. Mello & Nornberg (2004), na avaliação das frações de carboidratos para os híbridos de milho DKB215 e DKB344, encontraram valores de 33 e 39% para fração A+B₁, 41 e 34% para fração B₂ e 10 e 12% para fração C dos híbridos avaliados.

Na avaliação da digestibilidade “in vitro” da matéria seca, a média encontrada no primeiro ano de avaliação foi de 68%, não havendo significância para o efeito ($P < 0,10$) de genótipos. Entretanto, a variação numérica entre os híbridos foi de até 10,36 pontos percentuais, com valores de 72,99% (2B710) e 62,63% (P30P34 x DKB390). O híbrido de menor digestibilidade (P30P34 x DKB390) teve os maiores teores de FDN, lignina e maior teor da fração C dos carboidratos totais.

Tabela 8. Carboidratos totais (CT) e frações dos carboidratos totais em A+B₁, B₂ e C de genótipos de milho em dois anos de avaliação.

		CT (%)		Média	A+B ₁ (%)		Média	B ₂ (%)		Média	C (%)		Média
		2009/10	2010/11		2009/10	2010/11		2009/10	2010/11		2009/10	2009/11	
IMPACTO	CARGO	87,34 A	81,95 aB	84,65 a	51,08 aA	27,50 bB	39,29 b	42,54 B	57,85 aA	50,20 a	6,37 bB	14,63 aA	10,50 b
IMPACTO	CD308	86,72 A	80,71 bB	83,72 b	52,71 aA	39,43 aB	46,07 a	40,47 B	50,36 bA	45,41 b	6,81 bB	13,53 aA	10,17 b
IMPACTO	DKB390	87,55 A	83,64 aB	85,59 a	48,40 aA	39,73 aB	44,06 a	44,15 B	50,36 bA	47,26 a	7,44 bA	9,89 bA	8,67 b
CARGO	P30P34	87,07 A	82,24 aB	84,66 a	45,57 bA	44,40 aA	44,98 a	42,47 A	45,90 bA	44,19 b	11,95 aA	9,68 bA	10,81 b
CARGO	CD304	86,19 A	82,14 aB	84,17 a	46,85 bA	36,19 bB	41,52 b	41,08 B	52,04 aA	46,56 b	12,05 aA	11,75 aA	11,90 a
P30B39	2B710	86,17 A	84,98 aA	85,57 a	46,35 bA	40,78 aA	43,57 a	43,77 B	50,40 bA	47,08 a	9,86 bA	8,80 bA	8,86 b
P30P34	P30R50	86,40 A	83,39 aB	84,90 a	46,53 bA	40,60 aB	43,57 a	41,44 B	48,95 bA	45,20 b	8,68 bA	9,43 bA	9,05 b
P30P34	CD308	85,46 A	81,19 bB	83,33 b	46,39 bA	40,51 aB	43,45 a	44,24 A	47,47 bA	45,86 b	9,35 bA	9,34 bA	9,35 b
P30P34	DKB390	86,27 A	81,37 bB	83,82 b	44,54 bA	37,93 aB	41,24 b	42,26 B	51,93 aA	47,09 a	13,18 aA	11,13 bA	12,15 a
P30R50	CD304	85,92 A	83,36 aB	84,64 a	45,75 bA	38,72 aB	42,23 b	42,15 B	50,37 bA	46,26 b	8,76 bA	10,90 bA	9,83 b
P30R50	CD308	86,57 A	83,27 aB	84,92 a	49,09 aA	44,68 aA	46,88 a	42,47 B	47,45 bA	44,96 b	8,43 bA	7,85 bA	8,14 b
P30R50	2B710	85,23 A	80,75 bB	82,99 b	48,33 aA	41,62 aB	44,97 a	42,24 B	50,06 bA	46,15 b	9,42 bA	8,31 bA	8,86 b
P30R50	DKB390	86,67 A	82,17 aB	84,42 a	43,77 bA	43,48 aA	43,63 a	45,48 A	46,07 bA	45,78 b	10,73 aA	10,43 bA	10,58 b
CD304	CD308	88,19 A	83,24 aB	85,72 a	51,65 aA	35,33 bB	43,49 a	40,52 B	51,48 aA	46,00 b	7,82 bB	13,17 aA	10,50 b
CARGO	****	87,48 A	79,39 bB	83,44 b	45,45 bA	38,40 aB	41,93 b	43,30 B	48,37 bA	45,84 b	9,90 bA	11,88 aA	10,89 b
P30B39	****	88,25 A	82,72 aB	85,49 a	46,55 bA	39,94 aB	43,25 a	43,39 B	47,69 bA	45,54 b	10,04 bA	12,36 aA	11,20 b
P30P34	****	86,50 A	82,26 aB	84,38 a	50,18 aA	35,54 bB	42,86 a	40,89 B	53,32 aA	47,10 a	8,58 bA	11,13 bA	9,85 b
P30R50	****	85,30 A	80,96 bB	83,13 b	45,01 bA	41,11 aA	43,06 a	44,89 A	46,77 bA	45,83 b	10,08 bA	12,11 aA	11,09 b
CD308	****	86,58 A	81,97 aB	84,27 a	43,92 bA	30,62 bB	37,27 b	44,38 B	54,09 aA	49,23 a	11,69 aB	15,28 aA	13,49 a
2B710	****	84,88 A	81,51 bB	83,20 b	49,83 aA	33,65 bB	41,74 b	40,91 B	54,99 aA	47,95 a	9,25 bA	11,34 bA	10,30 b
DKB390	****	85,88 A	81,27 bB	83,58 b	46,31 bA	36,29 bB	41,30 b	42,27 B	54,67 aA	48,47 a	9,74 bA	9,02 bA	9,38 b
IMPACTO	IMPACTO	87,39 A	82,07 aB	84,73 a	45,46 bA	37,57 aB	41,51 b	42,86 B	52,78 aA	47,82 a	9,01 bA	9,63 bA	9,32 b
P30B39	P30B39	86,16 A	79,87 bB	83,01 b	47,64 bA	39,38 aB	43,51 a	42,78 B	54,97 aA	48,88 a	9,56 bA	9,30 bA	9,43 b
P30P34	P30P34	84,32 A	81,00 bB	82,66 b	46,89 bA	34,70 bB	40,80 b	41,78 B	56,74 aA	49,26 a	10,65 aA	8,54 bA	9,60 b
CD304	CD304	86,59 A	81,63 bB	84,11 a	48,52 aA	35,50 bB	42,01 b	41,16 B	54,19 aA	47,67 a	10,30 aA	10,30 bA	10,30 b
CD308	CD308	85,74 A	82,69 aB	84,22 a	43,85 bA	38,16 aB	41,01 b	42,54 B	51,93 aA	47,24 a	11,93 aA	9,89 bA	10,91 b
2B710	2B710	87,12 A	80,40 bB	83,76 b	51,62 aA	34,48 bB	43,05 a	40,57 B	55,24 aA	47,91 a	7,79 bA	10,27 bA	9,03 b
DKB390	DKB390	86,01 A	83,07 aB	84,54 a	45,11 bA	32,59 bB	38,85 b	41,87 B	52,05 aA	46,96 a	13,00 aA	15,35 aA	14,18 a
P30F53	****	87,05 A	82,75 aB	84,90 a	48,61 aA	44,32 aA	46,47 a	41,77 B	48,25 bA	45,01 b	9,61 bA	7,41 bA	8,51 b
AG5011	****	85,59 A	79,57 bB	82,58 b	51,65 aA	43,58 aB	47,61 a	37,11 B	45,04 bA	41,07 b	11,23 aA	10,37 bA	10,80 b
	Média	86,42	81,92	84,17	47,45	38,22	42,84	42,26	51,06	46,66	9,77	10,77	10,27

Médias seguidas por diferentes letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si a 10% de erro pelo teste de Scott-Knott.

No segundo ano de avaliações, houve diferenças entre os híbridos para a DIVMS com média de 72,66%. A menor DIVMS foi de 64,58% para o genótipo DKB390 x DKB390, que também apresentou maior teor de lignina e maior fração C dos CT. A maior DIVMS encontrada foi de 80,75% para o híbrido P30R50 x 2B710, que apresentou o menor FDA e baixos teores de lignina.

Os valores de DIVMS observados nos dois anos de avaliação estão de acordo com aqueles encontrados na literatura, com variação da DIVMS de 51 a 73% para diferentes híbridos de milho (Ferreira et al., 2011; Oliveira et al., 2011b; Pinto et al., 2010; Paziani et al., 2009; Pedroso et al., 2006; Melo et al., 1999).

Os grupos de híbridos múltiplos, híbridos comerciais e progênies S1 apresentaram valor para DIVMS médio de 67,28; 68,79 e 68,40%, respectivamente, para o primeiro ano. No segundo ano, as médias foram de 72,17; 73,68 e 72,16%, respectivamente. Assim, a maior digestibilidade foi encontrada no grupo de híbridos comerciais em ambos os anos de avaliação.

Na maioria dos híbridos, houve diferenças ($P < 0,10$) para DIVMS entre os anos avaliados. Isto pode estar relacionado com as alterações na composição química dos híbridos, possivelmente, pelo efeito das condições ambientais. No primeiro ano de forma geral são verificados maiores teores de lignina. Também Silva et al. (1999), no estudo de híbridos de milho em dois anos agrícolas, observaram que a digestibilidade "in situ" da MS após 48h de incubação variou de 62,3 a 73,7% no primeiro ano, e de 49,5 a 62,5% no segundo ano, verificando grande efeito ambiental sobre os parâmetros de qualidade dos híbridos de milho.

Na digestibilidade "in vitro" da FDN observou-se valor médio para a safra 2009/10 de 41,98%, com variação de 37,48 a 48,15% para os híbridos DKB390 x DKB390 e 2B710, respectivamente (Tabela 9). O híbrido 2B710 também apresentou o maior valor para digestibilidade da MS. Nas avaliações de frações da planta realizada por Souza Neto (2010), o híbrido 2B710 apresentou, 13,12; 43,73 e 43,15% para as frações folha, colmo e espiga, respectivamente, mostrando menor participação da fração fibrosa quando comparado com o híbrido de menor digestibilidade (DKB390 x DKB390), que apresentou 14,49; 46,72 e 38,80% das frações folha, colmo e espiga, respectivamente. No entanto, nas avaliações de Souza Neto (2010), o genótipo P30P34 x P30P34 foi o de menor participação da espiga (34,42%) com 16,58 e 49% das frações folha e colmo, respectivamente. Assim, observa-se que menor participação da espiga, na planta, não necessariamente reduz a sua digestibilidade, que, para matéria seca, foi de

70,21% e da FDN de 45,43%, evidenciando a qualidade da fração fibrosa deste material.

Tabela 9. Digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS) e da fibra em detergente neutro (DIVFDN) de genótipos de milho em dois anos de avaliação.

Tratamento	DIVMS (%)		Média	DIVFDN (%)		Média	
	2009/10	2010/11		2009/10	2010/11		
IMPACTO	CARGO	69,80 A	67,86 bA	68,83 b	46,55 aA	44,99 cA	45,77 a
IMPACTO	CD308	71,00 A	69,71 bA	70,36 a	41,47 bA	41,74 cA	41,61 b
IMPACTO	DKB390	65,14 B	71,05 bA	68,10 b	39,93 bB	45,61 cA	42,77 b
CARGO	P30P34	65,88 A	70,91 bA	68,40 b	38,92 bB	45,22 cA	42,07 b
CARGO	CD304	65,40 A	69,14 bA	67,27 b	39,00 bA	44,15 cA	41,58 b
P30B39	2B710	67,88 A	73,07 bA	70,48 a	41,87 bB	53,68 aA	47,78 a
P30P34	P30R50	68,76 B	75,03 aA	71,89 a	40,33 bA	44,50 cA	42,41 b
P30P34	CD308	67,15 B	76,01 aA	71,58 a	40,00 bB	48,06 bA	44,03 b
P30P34	DKB390	62,63 B	68,67 bA	65,65 b	38,44 bB	47,67 bA	43,06 b
P30R50	CD304	69,76 A	70,35 bA	70,05 a	42,66 bA	44,52 cA	43,59 b
P30R50	CD308	65,94 B	77,06 aA	71,50 a	42,22 bB	47,92 bA	45,07 a
P30R50	2B710	68,80 B	80,75 aA	74,78 a	40,72 bB	52,18 aA	46,45 a
P30R50	DKB390	65,48 B	75,47 aA	70,48 a	40,48 bA	43,64 cA	42,06 b
CD304	CD308	68,41 A	65,30 bA	66,86 b	38,74 bA	41,76 cA	40,25 c
CARGO	****	69,03 B	76,16 aA	72,59 a	41,15 bB	50,50 aA	45,82 a
P30B39	****	65,73 A	70,09 bA	67,91 b	37,78 bA	34,62 dA	36,20 c
P30P34	****	71,11 A	71,55 bA	71,33 a	42,09 bA	46,50 bA	44,30 b
P30R50	****	68,70 B	76,82 aA	72,76 a	45,26 aA	47,70 bA	46,48 a
CD308	****	66,02 A	68,28 bA	67,15 b	43,12 aA	47,63 bA	45,38 a
2B710	****	72,99 A	77,77 aA	75,38 a	48,15 aB	55,68 aA	51,92 a
DKB390	****	68,01 B	75,10 aA	71,55 a	42,98 aB	49,45 bA	46,21 a
IMPACTO	IMPACTO	68,28 B	75,16 aA	71,72 a	41,32 bB	46,82 bA	44,07 b
P30B39	P30B39	67,35 B	72,71 bA	70,03 a	39,45 bB	46,25 bA	42,85 b
P30P34	P30P34	70,21 A	75,46 aA	72,83 a	45,43 aB	52,37 aA	48,90 a
CD304	CD304	70,63 A	72,51 bA	71,57 a	47,39 aA	49,21 bA	48,30 a
CD308	CD308	67,03 A	72,01 bA	69,52 b	44,16 aA	47,30 bA	45,73 a
2B710	2B710	71,79 A	72,73 bA	72,26 a	45,96 aA	51,02 aA	48,49 a
DKB390	DKB390	63,56 A	64,58 bA	64,07 b	37,48 bA	40,90 cA	39,19 c
P30F53	****	69,60 B	77,30 aA	73,45 a	44,83 aA	49,41 bA	47,12 a
AG5011	****	67,92 A	71,17 bA	69,55 b	41,39 bB	49,05 bA	45,22 a
	Média	68	72,66	70,33	41,98	47	44,49

Médias seguidas por diferentes letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si a 10% de erro pelo teste de Scott-Knott.

De acordo com Jung et al. (2011), maior digestibilidade da parede celular do volumoso, pode melhorar o desempenho de animais ruminantes e reduzir a perda de nutrientes para o meio ambiente. A digestibilidade de gramíneas é diminuída severamente por lignificação da maioria dos tecidos, que cria uma barreira de acesso ao

material da parede celular potencialmente digestível por bactérias ruminais se as células não forem fisicamente rompidas.

Na safra 2010/11, a DIVFDN média foi de 47%, com variação de 34,62 a 55,68% para os híbridos P30B39 e 2B710, respectivamente. Estes valores estão próximos aos relatados por Oliveira et al. (2011), analisando a DIVFDN com 48h de incubação de silagem de cinco híbridos de milho e relatando digestibilidade média de 46,13%. A variação no comportamento da digestibilidade de plantas de milho pode ser devida às diferenças na concentração e na diluição de nutrientes existente nos híbridos nos momentos da colheita. Bal et al. (2000) verificaram que, com o aumento da digestibilidade da FDN, houve aumento no consumo de matéria seca.

Conclusões

As diferenças entre genótipos de milho e entre anos agrícolas quanto à composição químico-bromatológica foram significativas, evidenciando a grande influência do efeito ambiental sobre a composição nutricional, levando à necessidade de avaliação em vários locais ou anos para fins de seleção de milho visando à produção de silagem.

Os genótipos 2B710 e P30P34 x P30P34 destacam-se pelos altos valores de digestibilidade da matéria seca e da FDN nos dois anos avaliados.

Os híbridos IMPACTO x CD308 e P30R50 x CD308, para o primeiro e segundo ano, respectivamente, apresentaram a maior fração de carboidratos não-fibrosos (A + B₁) em relação aos demais híbridos avaliados, indicando maior eficiência em fornecer energia prontamente disponível no ambiente ruminal.

Os resultados sugerem que a obtenção de gerações avançadas dos híbridos mencionados pode ser promissora à seleção de recombinantes superiores, no melhoramento de milho para uso em silagem.

Nenhum genótipo mostrou-se superior em todos os caracteres de qualidade, sendo recomendável, portanto, a adoção de processos de melhoramento que envolve a busca de recombinações entre os parentais superiores para as características mais importantes.

Referências bibliográficas

ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.7, 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 espaçamento entre linhas. **Ciência Agrotécnica**, v.30, n.3, p.409-414, 2006.
- ANTUNES, R.C.; REIS, R.B.; GONÇALVES, L.C. et al. Modificações na composição química e padrão de fermentação em silagens de seis híbridos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n.3, p.422-430, 2006.
- BAL, M.A.; JOBEILE, H.A.; COORS, J.G. et al. Corn silage hybrid effects on intake, digestion, and milk production by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.12, p.2849-2858, 2000.
- BUXTON, D.R. Quality-related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. **Animal Feed Science and Technology**, v.59, p.37-49, 1996.
- CAPPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1837-1856, 2001.
- CARTER, P.R. **Selecting corn hybrids**, UWEX Bulletin A3265: 8 p., 1992.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA - EMBRAPA . Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- FERNANDES, L.O.; PAES, J.M.V.; REIS, R.A. et al. Cultivares de milho e sorgo para a produção de silagem, - safra 2003/2004. **FAZU em Revista**, n.6, p. 83-86, 2009.
- FERREIRA, D.F. **SISVAR**: Sistema de Análise de Variância. Lavras: UFLA – DEX. 2000.
- FERREIRA, G.D.G.; BARRIÈRE, Y.; EMILE, J.C. et al. Valor nutritivo da silagem de dez híbridos de milho. **Acta Scientiarum**, v.33, n.3, p.255-260, 2011.
- FOX, D.G.; TYLUTKI, T.P.; TEDESCHI, L.O. et al. **The net carbohydrate and protein system for evaluating herd nutrition and nutrient excretion**. (CNCPS version 5.0). Model documentation. Animal Science Mimeo 213, Department of Animal Science, Ithaca: Cornell University, 2003.
- HOLDEN, L.A. Composition of methods of in vitro dry matter digestibility for than feeds. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.8, p.1791-1794, 1999.
- JAREMTCHUK, A.R.; JAREMTCHUK, C.C.; BAGLIOLI, B. et al. Características agrônomicas e bromatológicas de vinte genótipos de milho (*Zea mays* L.) para silagem na região leste paranaense. **Acta Scientiarum**, v.27, n.2, p.181-188, 2005.
- JUNG, H.J.G.; SAMAC, D.A.; SARATH, G. Modifying crops to increase cell wall digestibility. **Plant Science**, v.10, p.1-13, 2011.
- KUEHN, C.S.; LINN, J.G.; JOHNSON, D.G. et al. Effect of feeding silages from corn hybrids selected for leafiness or grain to lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.12, p. 2746-2755, 1999.
- MAGALHÃES, R.T.; GONÇALVES, L.C.; BORGES, I. et al. Produção e composição bromatológica de vinte e cinco genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.3, p.747-751, 2010.
- MELLO, R.; NORNBORG, J.L. Fracionamento de carboidratos e proteínas de milho, sorgo e girassol. **Ciência Rural**, v.34, n.5, p.1537-1542, 2004.
- MELLO, R.; NÖRNBERG, J.L.; ROCHA, G.R. et al. Características produtivas e qualitativas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.1, p.79-94, 2005.

- MELO, W.M.C.; PINHO, R.G.V.; CARVALHO, M.L.M. et al. Avaliação de cultivares de milho para produção de silagem na região de Lavras – MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v.23, n.1, p. 31-39, 1999.
- MENDES, M.C.; PINHO, R.G.V.; PEREIRA, M.N. et al. Avaliação de híbridos de milho obtidos do cruzamento entre linhagens com diferentes níveis de degradabilidade da matéria seca. **Bragantia**, v.67, n.2, p.285-297, 2008.
- NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; DIAS, F.N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2001. p.127-145.
- NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; LIMA, M.L.M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.). **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p.183-228.
- OLIVEIRA, F.C.L.; JOBIM, C.C.; SILVA, M.S. et al. Produtividade e valor nutricional da silagem de híbridos de milho em diferentes alturas de colheita. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.720-727, 2011.
- PAZIANI, S.F.; DUARTE, A.P.; NUSSIO, L.G. et al. Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.411-417, 2009.
- PEDROSO, S.; EZEQUIEL, J.M.B.; OSUNA, J.T.A. et al. Características agronômicas e nutricionais de híbridos de milho e suas silagens (*Zea mays* L.). **ARS Veterinária**, v.22, n.3, p.248-258, 2006.
- PIMENTEL, J.J.O.; SILVA, J.F.C.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Efeitos da suplementação protéica no valor nutritivo de silagens de milho e sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.5, p.1042-1049, 1998.
- PINTO, A.P.; LANÇANOVA, J.A.C.; LUGÃO, S.M.B. et al. Avaliação de doze cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem. **Ciências Agrárias**, v.31, n.4, p.1071-1078, 2010.
- ROSA, J.R.P.; RESTLE, J.; SILVA, J.H.S. et al. Avaliação da silagem de diferentes híbridos de milho (*Zea mays* L.) por meio de desempenho de bezerros confinados em fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.1016-1028, 2004.
- SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. 3. ed., Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SILVA, L.F.P.; MACHADO, P.F.; FRANCISCO JÚNIOR, J.C. et al. Características agronômicas e digestibilidade “in situ” da fração volumosa de híbridos de milho para silagem. **Scientia Agricola**, v.56, n.1, 1999.
- SNIFFEN, C.J., O’CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SOUZA FILHO, A.X.; PINHO, R.G.V.; PEREIRA, J.L.A.R. et al. Influence of stage of maturity on bromatological quality of corn forage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n.9, p.1894-1901, 2011.
- SOUZA NETO, I.L. **Análise dialéctica e depressão por endogamia dos caracteres agronômicos e da qualidade da forragem de milho (*Zea mays* L.)**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2010. 91p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Maringá, 2010.
- TILLEY, J.M.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of British Grassland Society**, v.18, n.2, p.104-111, 1963.

- VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2. ed. Ithaca: Comstock Publ. Assoc., 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.12, p.3583-3597, 1991.
- VELHO, J.P. **Qualidade nutritiva de silagens de milho (*Zea mays* L.) “safrinha” de planta inteira de diferentes maturidades submetidas a distintos procedimentos de ensilagem e “desensilagem”**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005. 147p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.
- VELHO, J.P.; MUHLBACH, P.R.F.; GENRO, T.C.M. et al. Alterações bromatológicas nas frações dos carboidratos de silagens de milho “safrinha” sob diferentes tempos de exposição ao ar antes da ensilagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1621-1628, 2006. (Supl.)
- WOLF, D.P.; COORS, J.G.; ALBRECHT, K.A. et al. Forage quality of maize genotypes selected for extreme fiber concentrations. **Crop Science**, v.33, p.1353-1359, 1993.