



Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN: 1981-1160

agrarias.prppg@ufrpe.br

Universidade Federal Rural de

Pernambuco

Brasil

Santos Rossi, Evandrei; Ventura Faria, Marcos; Mendes, Marcelo Cruz; Possatto Junior,
Omar; Neumann, Mikael; Cabreira Jobim, Clóves

Características bromatológicas do grão e forragem de híbridos de milho com diferentes
texturas de grãos

Revista Brasileira de Ciências Agrárias, vol. 11, núm. 2, 2016, pp. 132-141

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Pernambuco, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119046408011>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Características bromatológicas do grão e forragem de híbridos de milho com diferentes texturas de grãos

Evandrei Santos Rossi¹, Marcos Ventura Faria², Marcelo Cruz Mendes²,
Omar Possatto Junior¹, Mikael Neumann², Clóves Cabreira Jobim¹

¹ Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Av. Colombo, 5970, Zona 7, CEP 87020-900, Maringá-PR, Brasil. E-mail: rossi.es@hotmail.com; mfarria@unicentro.br; ccjobim@uem.br

² Universidade Estadual do Centro-Oeste, Departamento de Agronomia, Rua Simeão Camargo Varella de Sá, 03 - Campus CEDETEG, Bairro Cascavel, CEP 85040-080, Guarapuava-PR, Brasil. Caixa Postal 3010. E-mail: mcmendes@unicentro.br; omar.pj@hotmail.com; neumann.mikael@hotmail.com

RESUMO

Foram avaliados doze híbridos comerciais de milho com grãos duros e dentados em dois locais no Centro Sul do Paraná, com o objetivo de estudar o efeito da vitreosidade dos grãos no comportamento agrônomo, valor nutricional e na digestibilidade da massa seca dos grãos e da forragem no ponto de ensilagem. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, e a colheita para análise da qualidade da forragem e dos grãos, foi realizada no estádio de $\frac{3}{4}$ da linha do leite no grão, correspondente ao ponto de ensilagem. Foram avaliadas características produtivas, vitreosidade, digestibilidade dos grãos e da forragem, bem como características bromatológicas dos híbridos avaliados. Houve efeito significativo para locais, híbridos, e para interação híbridos x locais para características de importância para forragem. Por meio da análise da vitreosidade constatou-se genótipos de milho com textura dos grãos, variando de 50,1 a 75,2% demonstrando variabilidade disponível para o caráter em híbridos comerciais. Os híbridos AS 1572PRO e AG 8041PRO de grãos dentados semi dentados, destacaram-se e podem ser recomendados como sendo de elevada produtividade de massa seca digestível.

Palavras-chave: grãos dentados, grãos duros, ponto de ensilagem, vitreosidade, *Zea mays*

Bromatological characteristics of the grain and forage of corn hybrids with different grains textures

ABSTRACT

Were evaluated twelve commercial corn hybrids with hard and dent grains in two locals in South Central of Paraná State, South Region, Brazil, with the objective of study the effect of the vitreousness of the grains in agronomic behavior, nutritional value and digestibility dry mass of grains and forage, at the silage maturity. The experimental design was randomize blocks, and the harvest for forage and gains quality analysis was performed at the $\frac{3}{4}$ of the milk line stage in grain, corresponding at silage maturity. Were evaluated yield characteristics, vitreousness, digestibility of grains and forage, as well as bromatological characteristics of the evaluated hybrids. There was significant effect to locals, hybrids and to interaction hybrids x locals, in important forage quality characteristic. The vitreousness analyses possibly to verify corn genotypes with grains textures ranging from 50.1 to 75.2%, showing variability available for the character in commercial hybrids. The hybrids AS 1572PRO and AG 8041PRO, with dent and semi dent grains, stood out and can be recommended as high productivity of digestible dry matter.

Key words: dent grains, hard grains, silage maturity, vitreousness, *Zea mays*

Introdução

A silagem de milho é um dos principais alimentos utilizados na pecuária de leite e de corte (Mendes et al., 2008; Pereira et al., 2012), em virtude da possibilidade de programar a oferta regular de alimento de qualidade durante o ano todo, de forma a não ocorrer quedas na produtividade animal em decorrência da sazonalidade forrageira.

A qualidade e o rendimento da silagem constituem importantes focos de estudo do milho destinado à ensilagem, pois grande parte das cultivares comercializadas não foram desenvolvidas especificamente para esta finalidade, além de possuírem grãos do tipo duro, com menor digestibilidade ruminal (Correa et al., 2002; Vieira et al., 2011). É importante considerar os diferentes ambientes de cultivo, pois a interação genótipos x ambientes altera a expressão de algumas características, conforme as variações ambientais, demonstrando a importância de avaliações regionalizadas (Maje et al., 2008; Pereira et al., 2012; Gralak et al., 2014).

Entre as características da silagem que mais afetam o desempenho animal está a digestibilidade da planta inteira e das frações grãos e colmo-folha. Pesquisas recentes mostram que a maior digestibilidade da massa ensilada resulta em melhor desempenho animal, com economia nos gastos com alimentação e maior lucratividade do sistema (Oliveira et al., 2011; Piovesan et al., 2011; Rabelo et al., 2015).

A textura de grãos pode também influenciar marcadamente a qualidade da silagem e refletir no desempenho animal. Esse fato merece grande atenção no momento da escolha de híbridos para ensilagem, uma vez que os grãos representam de 30 a 45% da massa ensilada (Oliveira et al., 2011; Pereira et al., 2012). Os grãos considerados dentados possuem maior proporção de endosperma farináceo, quando comparado a híbridos de endosperma duro (Ribas et al., 2007; Zilic et al., 2011; Piovesan et al., 2011). A presença de uma matriz proteica compacta na porção vítrea do grão dificulta o ataque enzimático, e pode reduzir a digestibilidade ruminal desta porção (Correa et al., 2002; Maje et al., 2008). Assim é importante conhecer melhor os fatores que controlam a digestibilidade ruminal de grãos de milho, pois representam grande proporção da silagem produzida, bem como a realização de pesquisas determinando a vitreosidade real do germoplasma disponível para ensilagem, relacionando com o melhor desempenho nutricional.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a vitreosidade do grão de híbridos comerciais de milho de endosperma duro e dentado, bem como estudar o efeito dessa característica no comportamento agrônomo e valor nutricional da massa seca dos grãos e da forragem produzida no ponto de ensilagem, em diferentes locais de cultivo.

Material e Métodos

Foram conduzidos dois experimentos na região Centro-Sul do Paraná, sendo o primeiro em Guarapuava, no campo experimental do Departamento de Agronomia, no *Campus Cedeteg* da Universidade Estadual do Centro-Oeste (1100 m de altitude, latitude 25°21'S e longitude 51°30'W Gr- West Greenwich), com temperatura média dos meses de Outubro a Março de 19 °C (Inpe, 2014). O segundo experimento foi instalado em Laranjeiras do Sul, na Fazenda Rio Almoço (700 m de altitude, latitude 25°33'S e longitude 52°24'W Gr), com temperatura média dos meses de Outubro a Março de 21 °C (Inpe, 2014).

Foram avaliados 12 híbridos comerciais de milho, sendo seis com grãos dentados e semi dentados (grupo de endosperma mais dentado) e seis com grãos semi duros (grupo de endosperma mais duro) de acordo com a classificação dos obtentores (Tabela 1).

Na Figura 1, encontram-se os dados das condições climáticas durante a condução dos experimentos.

Os experimentos foram instalados nos dias 12/10/2012 e 20/10/2012 em Guarapuava e Laranjeiras do Sul, respectivamente. Ambas as áreas foram conduzidas em sistema de plantio direto. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas de quatro fileiras de cinco metros, espaçadas de 0,8 m e em média 5,2 plantas por metro linear, correspondendo à densidade de 65.000 plantas ha⁻¹. Os dados das condições químicas do solo antes da instalação dos experimentos estão a seguir: Guarapuava (pH CaCl₂: 5 cmol_c dm⁻³; P: 5,1 mg dm⁻³; K⁺: 0,43 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺: 5,4 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺: 1,7 cmol_c dm⁻³; Al: 0,0 cmol_c dm⁻³; H+Al: 5,0 cmol_c dm⁻³; T: 14,1 cmol_c dm⁻³; V%: 60,1; MO: 41,5 g dm⁻³) e em Laranjeiras do Sul (pH CaCl₂: 5,2 cmol_c dm⁻³; P: 6,3 mg dm⁻³; K⁺: 0,40 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺: 5,7 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺: 2,9 cmol_c dm⁻³; Al: 0,0 cmol_c dm⁻³; H+Al: 5,0 cmol_c dm⁻³; T: 14,1 cmol_c dm⁻³; V%: 64,2; MO: 69,6 g dm⁻³).

Tabela 1. Características dos híbridos comerciais de milho utilizados para avaliar a qualidade de forragem e de grãos em dois locais no Paraná, na safra 2012/2013

Híbrido	Tipo	Grão	Empresa	Cor grão	Ciclo
2B688Hx	HT	Semi duro	Dow Agrosience	AM/AL	P
AG 8025PRO	HS	Semi duro	Agrocere/Monsanto	AM/AL	P
DKB 245PRO	HS	Semi duro	Dekalb/Monsanto	AL	P
32R48H	HS	Semi duro	Pioneer/Dupont	AL	SP
30R50H	HS	Semi duro	Pioneer/Dupont	AL	P
SW3949 TL	HS	Semi duro	Syngenta	-	HP
DKB 240PRO	HS	Dentado	Dekalb/Monsanto	AM	P
AG 8041PRO	HS	Semi dentado	Agrocere/Monsanto	AM/AL	SP
P1630H	HS	Semi dentado	Pioneer/Dupont	AM/AL	HP
AS 1572PRO	HS	Dentado	Agroeste/Monsanto	AM	P
32R22H	HS	Dentado	Pioneer/Dupont	AM	SP
2B587Hx	HS	Semi dentado	Dow Agrosience	AM/AL	P

HS = híbrido simples; HT = híbrido triplo; P = precoce; SP = superprecoce; HP = Híper precoce; AM = amarelado; AL = alaranjado

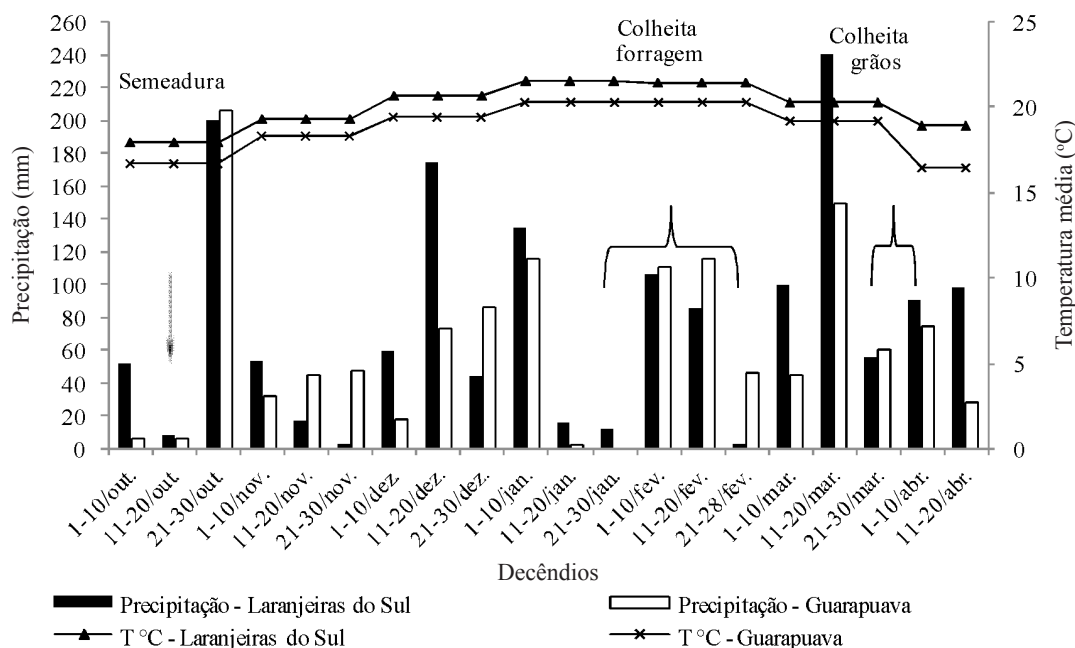


Figura 1. Precipitação pluviométrica por decêndio e temperatura média em Guarapuava - PR, e em Laranjeiras do Sul - PR, no período de 01/10/2012 a 20/04/2013

Todos os dados coletados foram obtidos nas duas fileiras centrais da parcela. Utilizou-se uma das fileiras centrais (1 fileira de 5,0 x 0,80 m = 4,0 m²) para determinar, produtividade de massa seca (PMS), produtividade de grãos no ponto de ensilagem (PGS), digestibilidade dos grãos (DIG-G), digestibilidade da forragem (DIG-F), fibra insolúvel em detergente neutro da forragem (FDN-F) e dos grãos (FDN-G), fibra insolúvel em detergente ácido da forragem (FDA-F) e dos grãos (FDA-G). Na outra linha central (4,0 m²) foram colhidas todas as plantas para avaliar a produtividade de grãos secos (PG) com 13% de umidade e a vitreosidade dos grãos (V).

As plantas da primeira linha central foram cortadas a 0,2 m do solo, quando apresentaram grãos no estágio de $\frac{3}{4}$ da linha do leite, correspondente ao ponto de ensilagem. Todas as plantas foram pesadas para a determinação da produtividade de massa verde e, posteriormente de massa seca. Em seguida, as plantas foram divididas em duas subamostras. Na primeira subamostra foi realizada a retirada dos grãos e na segunda subamostra as plantas inteiras foram picadas em ensiladeira, com tamanho médio de partícula de dois centímetros, obtendo-se então a forragem de planta inteira. Foi retirada uma amostra homogênea da forragem de planta inteira e também de grãos no ponto de ensilagem, que foram secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C durante 72 h. Em seguida, realizou-se a moagem de parte da amostra seca de forragem e parte da amostra seca de grãos em moinho tipo Willey, com peneira de poros de um milímetro, para realização das análises do valor nutricional. Todas as análises do valor nutricional foram realizadas em duplicata no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição de Ruminantes da UNICENTRO.

A análise de vitreosidade foi realizada de forma manual, de acordo com a metodologia descrita por Dombrink & Bietz (1993). Para esta análise foram utilizados grãos secos colhidos após a maturação fisiológica. Para reduzir o efeito

da posição do grão na espiga foram selecionados 100 grãos de forma aleatória de cada parcela experimental, e divididos em 10 grupos homogêneos em tamanho e formato, de forma que cada grupo continha 10 grãos. De cada um dos dez grupos foi retirado um grão ao acaso para análise da vitreosidade. Em seguida, os grãos selecionados foram mergulhados em água destilada por 5 min e secados em papel toalha. Os grãos foram dissecados com bisturi para remoção do pericarpo (células tubulares, cruzadas e células da epiderme), gérmen e pedicelo (ponta da semente), restando o endosperma total que foi pesado e, então, dividido com auxílio de bisturi, em porção farinácea e vítrea. A vitreosidade foi expressa pela razão entre a porção do endosperma vítreo e o endosperma total, com o resultado expresso em percentagem.

A digestibilidade ruminal dos grãos e da forragem dos híbridos de milho colhidos no ponto de ensilagem foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Pereira et al. (2015). Foi utilizada uma amostra composta pela junção das quatro repetições de campo, para cada tratamento, e incubadas em duplicata em cada animal. Para incubação ruminal foram utilizados saquinhos de tecido nylon 'poliéster' de dimensões 10 x 15 cm, contendo seis gramas de grãos ou forragem secos a 55 °C. Os grãos foram processados em quatro partes, visando simular a quebra durante o processo de ensilagem.

Na avaliação da digestibilidade ruminal foram utilizadas duas vacas em lactação da raça Holandesa, fistuladas no rúmen. Em cada animal foram incubados 48 saquinhos com grãos e 48 com forragem, referentes aos 12 híbridos avaliados em dois locais, em duplicata. Os animais foram previamente adaptados durante duas semanas com uma dieta padrão de 20% de concentrado e 80% de silagem de milho.

Decorridas 24 h de incubação, todos os saquinhos foram retirados ao mesmo tempo e mergulhados em água gelada. Em seguida, foram lavados em água corrente até a mesma

escoar límpida. Os saquinhos foram levados para estufa de ventilação forçada a 55 °C até atingir peso constante, e posteriormente procedeu-se a pesagem de cada saquinho. Então, foi determinada a digestibilidade ruminal da massa seca dos grãos e da forragem no tempo de 24 h de incubação e os resultados foram expressos em percentagem referente à massa seca inicial.

A produtividade de massa seca degradável (PMSD) foi obtida pelo produto entre a produtividade de massa seca e digestibilidade *in situ* da massa seca da forragem de planta inteira conforme descrito por Zsubori et al. (2013), com estimativa em kg ha⁻¹.

Os teores de fibra insolúvel em detergente neutro da forragem (FDN-F) e dos grãos (FDN-G) e fibra insolúvel em detergente ácido da forragem (FDA-F) e dos grãos (FDA-G) no ponto de silagem foram obtidos de acordo com a metodologia de Van Soest et al. (1991). Para determinação de fibras nos grãos, foi seguido o procedimento em que as análises foram realizadas em tubos de ensaio com filtragem em cadinho filtrante. Para obtenção da FDN realizou-se o preparo das amostras com 10 mL de ureia a 8 mol L⁻¹ e 0,2 mL de alfa amilase termoestável por amostra, deixando-se os tubos em banho-maria durante cinco minutos a 80-90 °C.

Os dados foram submetidas ao teste de homocedasticidade das variâncias pelo teste de Hartley a 5%. Em seguida, as médias foram submetidas à análise de variância individual para cada local. As variâncias residuais de cada experimento foram submetidas ao teste de Hartley a 5%, e após constatada homocedasticidade foi realizada a análise de variância conjunta, e as médias dos tratamentos foram agrupadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico GENES (Cruz, 2013).

Resultados e Discussão

Na análise de variância conjunta o efeito do local foi significativo para todas as variáveis, exceto para digestibilidade da forragem e FDN da forragem (Tabelas 2). Desta forma, fica evidente que os ambientes mostram-se distintos na manifestação de características agrônomicas e bromatológicas de híbridos de milho. Resultados similares foram observados por Zsubori et al. (2013) quando avaliaram híbridos de milho em diferentes ambientes, constatando diferença entre os locais referente ao padrão de expressão de características agrônomicas e bromatológicas.

Verificou-se diferença significativa entre os híbridos ($p < 0,05$) para todas as características avaliadas (Tabela 2), demonstrando que híbridos de diferentes bases genéticas possuem variabilidade quanto à características agrônomicas e de qualidade de forragem, possibilitando selecionar genótipos superiores para ensilagem.

Houve significância para interação ‘híbridos x locais’ para todas as características avaliadas, exceto para FDA-F (Tabela 2), evidenciando comportamento diferenciado dos híbridos quando submetidos a diferentes ambientes, sugerindo que a recomendação de híbridos para ensilagem não deve ser generalizada para uma grande região de abrangência.

Tabela 2. Resumo da análise de variância conjunta, para produtividade de grãos secos (PG), produtividade de massa seca (PMS), produtividade de grãos no ponto de silagem (PGS), vitreosidade (V), digestibilidade da forragem (DIG-F) e de grãos (DIG-G), produtividade de massa seca digestível (PMSD) e fibra em detergente neutro da forragem (FDN-F) e nos grãos (FDN-G), fibra em detergente ácido da forragem (FDA-F) e nos grãos (FDA-G), relativo a 12 híbridos de milho avaliados em Guarapuava e Laranjeiras do Sul, na safra 2012/2013

Variáveis	Fontes de variação			Média	CV%
	Local (L)	Híbrido (H)	H x L		
	p-valor				
PG	0,000*	0,020*	0,000*	12.845	4,56
PMS	0,000*	0,000*	0,004*	21.906	5,68
PGS	0,000*	0,015*	0,000*	10.399	7,72
V	0,022*	0,000*	0,000*	65,92	4,75
DIG-G	0,024*	0,000*	0,004*	53,65	4,93
DIG-F	0,123 ^{ns}	0,000*	0,000*	66,18	2,55
PMSD	0,001*	0,000*	0,000*	14.473	3,63
FDN-F	0,131 ^{ns}	0,000*	0,005*	54,21	7,4
FDN-G	0,000*	0,000*	0,000*	11,31	7,13
FDA-F	0,000*	0,000*	0,608 ^{ns}	27,07	7,10
FDA-G	0,000*	0,000*	0,000*	3,48	10,92

* $p \leq 0,05$: significativo a 5% probabilidade pelo teste F / ^{ns} $p \geq 0,05$: não significativo a 5% probabilidade pelo teste F

Trabalhos nacionais e internacionais demonstram a existência de interação genótipos x ambientes no desempenho de híbridos de milho, quanto a características agrônomicas e ou bromatológicas (Pereira et al., 2012; Zsubori et al., 2013).

Os valores médios das características agrônomicas PG, PMS e PGS na localidade de Guarapuava foram significativamente superior aos valores obtidos na localidade Laranjeiras do Sul (Tabelas 3 e 4), evidenciando que o ambiente exerceu forte influência sobre o rendimento da cultura do milho. Esse fato pode ser atribuído, provavelmente à maior disponibilidade hídrica dos 40 aos 60 dias após a semeadura em Guarapuava, e baixos acumulados em Laranjeiras do Sul (Figura 1). Neste período as plantas de milho estavam com aproximadamente oito folhas desenvolvidas, estágio em que é definido o número de grãos, que pode ser afetado com estresse hídrico, comprometendo o potencial produtivo das plantas (Bergamaschi, et al., 2006). Além disso, Guarapuava está a 1100 metros de altitude e no período de cultivo do milho as temperaturas médias diurnas oscilam de 25 a 30 °C e as noturnas são inferiores a 20 °C, proporcionando condições altamente favoráveis à cultura do milho (Maldaner et al., 2014). Já Laranjeiras do Sul está a 700 m de altitude e possui noites com temperaturas mais elevadas, resultando em redução no rendimento, pelo aumento da respiração celular, implicando em menor saldo de fotoassimilados (Maldaner et al., 2014). Tais condições podem também reduzir o rendimento da cultura, pela redução do ciclo das plantas, causada pelo incremento na soma térmica (Bergamaschi, et al., 2006). Assim, em Guarapuava as plantas de milho estavam sob melhores condições para deposição de carboidratos nos grãos e assim manifestar melhor potencial produtivo.

Em Guarapuava a PG variou de 12.853 kg ha⁻¹ (2B587Hx) a 15.001 kg ha⁻¹ (30R50H) destacando-se os híbridos DK B245PRO, P1630H e 30R50H, com desempenho significativamente superior frente os demais genótipos (Tabela 3). Em Laranjeiras do Sul as médias de PG variaram de 10.602

Tabela 3. Médias da produtividade de grãos secos (PG) e produtividade de massa seca (PMS) da forragem no ponto de ensilagem, referentes a 12 híbridos de milho avaliados em Guarapuava e Laranjeiras do Sul, na safra 2012/2013

Híbridos	PG (kg ha ⁻¹)						PMS (kg ha ⁻¹)					
	Guarapuava			Laranjeiras do Sul			Guarapuava			Laranjeiras do Sul		
2B688Hx	13.321	b	A	12.185	b	B	25.190	a	A	20.379	b	B
AG 8025PRO	12.913	b	A	13.705	a	A	26.202	a	A	20.476	b	B
DKB 245PRO	14.378	a	A	11.410	c	B	24.372	b	A	18.133	c	B
32R48H	13.277	b	A	11.296	c	B	23.648	b	A	16.635	d	B
30R50H	15.001	a	A	10.602	c	B	25.627	a	A	16.841	d	B
SW3949 TL	13.371	b	A	12.241	b	B	24.819	b	A	19.611	b	B
DKB 240PRO	13.505	b	A	12.032	b	B	24.374	b	A	18.306	c	B
AG 8041PRO	13.162	b	A	13.037	a	A	26.793	a	A	22.611	a	B
P1630H	14.250	a	A	11.885	b	B	23.363	b	A	18.685	c	B
AS 1572PRO	13.656	b	A	12.426	b	B	27.005	a	A	19.742	b	B
32R22H	13.192	b	A	11.289	c	B	23.611	b	A	16.870	d	B
2B587Hx	12.853	b	A	13.302	a	A	23.000	b	A	19.463	b	B
Média geral	13.573		A	12.117		B	24.834		A	18.979		B
CV%	2,12			6,41			5,00			6,57		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$)

kg ha⁻¹ (30R50H) a 13.705 kg ha⁻¹ (AG 8025PRO), destacando-se os híbridos AG 8025PRO, AG 8041PRO e 2B587Hx, significativamente superior aos demais genótipos (Tabela 3). Em cada local, diferentes híbridos expressaram o maior potencial, caracterizando a interação genótipos x ambientes, que ficou evidente também perante o comportamento do híbrido 30R50H, que esteve no grupo de maior PG em Guarapuava e, em contrapartida, ficou no grupo de pior desempenho em Laranjeiras do Sul (Tabela 3).

As médias de PMS em Guarapuava variaram de 23.000 kg ha⁻¹ (2B587Hx) a 27.005 kg ha⁻¹ (AS 1572PRO) e os melhores desempenhos foram obtidos com os híbridos 2B688Hx, AG 8025PRO, AG 8041PRO, AS 1572PRO e 30R50H. Já em Laranjeiras as médias variaram de 16.635 kg ha⁻¹ (32R48H) a 22.611 kg ha⁻¹ para o híbrido AG 8041PRO que superou significativamente os demais genótipos (Tabela 3). Os valores da PMS encontrados podem ser considerados elevados, de forma semelhante aos resultados obtidos por Oliveira et al. (2011) e Pereira et al. (2012) quando avaliaram híbridos comerciais de milho contrastantes para textura de grãos no Paraná, com médias de 27,7 t ha⁻¹ e 20,0 t ha⁻¹, respectivamente.

Em Guarapuava as médias da PGS variaram de 9.626 kg ha⁻¹ (AS 1572PRO) a 12.100 kg ha⁻¹ (AG 8025PRO) (Tabela 4). Em Laranjeiras do Sul as médias de PGS variaram de

8.501 kg ha⁻¹ (32R48H) a 11.579 kg ha⁻¹ (30R50H) (Tabela 4). Pereira et al. (2012) obtiveram média de PGS de 10.638 kg ha⁻¹ quando avaliaram oito híbridos de milho em Minas Gerais, colhendo também em $\frac{3}{4}$ da linha do leite, assemelhando-se aos resultados encontrados na presente pesquisa. Importante também destacar que tanto PG quanto para PGS, ocorreram híbridos com bom desempenho no grupo de grãos duros e no grupo de grãos dentados (Tabelas 3 e 4).

Pesquisas apontam que os grãos representem mais de 40% da massa da silagem, além de ser o componente de maior participação na massa seca (Pereira et al., 2012; Zsbori et al., 2013; Santos, 2012). Neste sentido, observou-se que os grãos representaram 43,96 e 52,05% em Guarapuava e Laranjeiras do Sul, respectivamente, demonstrando a grande importância do componente grão na silagem (Tabela 4).

A textura dos grãos é uma característica de elevada relevância em híbridos destinados à produção de silagem e é avaliada com boa precisão por meio da vitreosidade, o que permite classificar genótipos de milho quanto ao percentual de endosperma vítreo e farináceo nos grãos (Correa et al., 2002; Piovesan et al., 2011). Entretanto, são poucos os trabalhos publicados com resultados da vitreosidade real, por meio da separação manual da parte vítrea e farinácea em híbridos de milho, e quando existem são avaliados poucos genótipos de milho.

Tabela 4. Médias de produtividade de grãos no ponto de ensilagem (PGS), vitreosidade (V) dos grãos e digestibilidade de grãos (DIG-G) em 24 h de incubação ruminal, relativas a 12 híbridos de milho avaliados em Guarapuava e Laranjeiras do Sul, na safra 2012/2013

Híbridos	PGS (kg ha ⁻¹)						V (%)			DIG-G (%)		
	Guarapuava			Laranjeiras do Sul			Guarapuava			Laranjeiras do Sul		
2B688Hx	10.955	b	A	10.184	b	A	66,6	b	A	49,6	c	A
AG 8025PRO	12.100	a	A	10.194	b	B	69,0	b	A	57,5	b	A
DKB 245PRO	10.486	b	A	9.361	c	A	67,6	b	A	53,2	b	A
32R48H	11.568	a	A	8.501	c	B	74,6	a	A	48,0	c	A
30R50H	10.568	b	A	11.579	a	A	75,2	a	A	58,9	b	A
SW3949 TL	11.266	a	A	9.526	c	B	68,0	b	A	57,8	b	A
DKB 240PRO	11.344	a	A	10.255	b	A	58,9	c	A	62,3	c	A
AG 8041PRO	11.677	a	A	9.272	c	B	58,5	c	A	58,1	c	A
P1630H	10.646	b	A	9.340	c	B	62,7	c	A	50,1	d	B
AS 1572PRO	9.626	b	B	11.211	a	A	59,4	c	A	57,8	c	A
32R22H	10.613	b	A	9.193	c	B	69,6	b	A	54,2	b	A
2B587Hx	10.180	b	A	9.936	c	A	70,0	b	A	70,5	a	A
Média geral	10.919		A	9.879		B	66,7		A	65,2		B
CV%	7,68			7,75			4,04			5,35		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$)

A vitreosidade dos grãos em Guarapuava (66,7%) superou Laranjeiras do Sul (65,2%), demonstrando que houve efeito do ambiente na manifestação deste caráter (Tabela 4). Em Guarapuava, as médias da vitreosidade variaram de 58,5% (AG 8041PRO) a 75,2% (30R50H), formando três grupos entre os genótipos (Tabela 4). Os híbridos DKB 240PRO, AG 8041PRO, P1630H e AS 1572PRO apresentaram os menores valores para vitreosidade frente os demais genótipos, e podem ser caracterizados como genótipos de grãos mais dentados (Tabela 4).

Em Laranjeiras do Sul as médias de vitreosidade variaram de 50,1% (P1630H) a 74,5% (32R48H), formando-se quatro grupos. Em Laranjeiras do Sul, de forma semelhante ao ocorrido em Guarapuava, os menores valores obtidos para vitreosidade foram dos híbridos DKB 240PRO, AG 8041PRO, P1630H e AS 1572PRO, significativamente inferiores aos demais genótipos (Tabela 4). Vale ressaltar que estes quatro híbridos são caracterizados pelos seus obtentores como portadores de grãos dentados e semi dentados (Tabela 1), estando em conformidade com os resultados desta pesquisa.

Os híbridos 32R22H e 2B587Hx, classificados pelos obtentores como portadores de grãos dentados e semi dentados respectivamente, mas não exibiram tal comportamento, assemelhando-se aos híbridos de endosperma semi duros (Tabela 4).

Os valores médios da vitreosidade dos híbridos de grãos mais duros (70%) são próximos aos valores médios encontrados por Correa et al. (2002) (73,1%). Os valores de vitreosidade para os híbridos mais dentados, em Guarapuava (63,1%) e em Laranjeiras do Sul (60,7%), também se assemelham aos encontrados por Correa et al. (2002), cuja média foi 64,2%, para híbridos brasileiros de menor vitreosidade. Não houve grande mudança em valores médios no padrão de vitreosidade dos híbridos brasileiros nos últimos 10 anos. Embora, resultados de pesquisa venham demonstrando a superioridade na eficiência para alimentação animal quando se empregam híbridos dentados para a produção de silagem (Ribas et al., 2007; Mendes et al., 2008; Piovesan et al., 2011; Zsubori et al., 2013). Vale destacar que foram constatados híbridos com menores percentuais de vitreosidade, como AS1572PRO (57,8%) e P1630H (50,1%), contudo é importante ressaltar que já em 2002 Correa et al. (2002) avaliaram híbridos de milho norte americanos com 34,9% de vitreosidade. Isto demonstra que híbridos brasileiros podem avançar nesse aspecto, desde que haja investimento no melhoramento de plantas, buscando melhorar o germoplasma tropical por meio do uso genótipos temperados, como fontes de genes para reduzir a vitreosidade no grão.

O principal fator que justifica a preferência de híbridos de milho com menor vitreosidade para uso na alimentação animal é resultado da maior digestibilidade na porção farinácea. Este melhor desempenho é resultado da reduzida presença de matriz proteica nesta região, matriz esta que tem perfil hidrofóbico e dificulta o ataque enzimático (Momany et al., 2006).

A DIG-G em Guarapuava (55,7%) foi significativamente superior a Laranjeiras do Sul (51,6%) (Tabela 4). Em Guarapuava formaram-se três grupos de médias, que variaram de 48,0% (32R48H, semi duro) a 69,9% (P1630H,

semi dentado), e este último híbrido destacou-se e superou significativamente os demais genótipos (Tabela 4). Em Laranjeiras do Sul também se formaram três grupos, com o maior valor obtido pelo híbrido semi dentado P1630H (64,3%) (Tabela 4). Destacou-se o híbrido P1630H (grão semi dentado), que esteve no grupo de menor vitreosidade em ambos os locais, e superou significativamente os demais genótipos para DIG-G em Guarapuava e Laranjeiras do Sul (Tabela 4), sugerindo que maior proporção de endosperma farináceo resulta em melhor digestibilidade do grão.

Correa et al. (2002) observaram também maiores médias de digestibilidade de grãos para híbridos dentados quando avaliaram híbridos comerciais de milho brasileiros e norte-americanos, e atribuíram esta resposta à melhor digestibilidade do amido nos híbridos dentados. Dessa forma, o uso de híbridos com grãos dentados deve ser preferido para produção de silagem, possibilitando vantagens em digestibilidade dos grãos, que pode resultar na maior digestibilidade da silagem da planta inteira.

A DIG-G obtido neste experimento (53,65%) mostrou-se semelhante aos resultados obtidos por Santos (2012), quando avaliaram digestibilidade de grãos de diferentes híbridos de milho no ponto de silagem em ½ linha do leite, com média geral de 54,1%, quando os grãos foram moídos em peneira de 5 mm, com incubação ruminal no tempo de 24 h.

A digestibilidade da forragem da planta inteira (DIG-F) não diferiu na média dos ambientes de cultivo (Tabela 5). Para a DIG-F em Guarapuava formaram-se três grupos de médias, que variaram de 54,8% (AG 8025PRO) a 70,8% (AS 1572PRO) (Tabela 5). Da mesma forma, em Laranjeiras do Sul houve a formação de três grupos e as médias variaram de 57,2% (DKB 245PRO) a 73,3% (P1630H) (Tabela 5). Destaca-se o bom desempenho dos híbridos 32R22H (dentado) e P1630H (semi dentado), classificados no grupo de maior digestibilidade da forragem em ambos os locais.

Os valores médios da DIG-F (66,2%) em 24 h de incubação foram mais elevados dos que os encontrados por Santos (2012) com média geral de 52,3%, Mendes et al. (2008) com média geral de 49,55% e Rabelo et al. (2015) avaliando digestibilidade *in vitro* e um híbrido de milho com média de 53%. Cabe destacar que em ambas as pesquisas citadas os genótipos pertencentes ao grupo de grãos mais dentados mantiveram-se no grupo de melhor desempenho para digestibilidade de planta inteira.

Na presente pesquisa, os valores mais elevados para DIG-F foram também encontrados em genótipos pertencentes ao grupo de grãos mais dentados (Tabela 5), sendo que a maior DIG-F pode ser atribuída a maior digestibilidade dos grãos, que compõem grande parte da massa seca e, portanto, a melhor digestibilidade deste componente certamente refletirá na digestibilidade da planta inteira. Resultados de pesquisa com híbridos comerciais de milho dentados e duros confirmam os resultados obtidos no presente estudo, cujo melhor desempenho em digestibilidade da massa seca da planta inteira ocorreu em híbridos dentados (Mendes et al., 2008; Santos, 2012; Grieder et al., 2012; Zsubori et al., 2013).

A digestibilidade da planta inteira é considerada de extrema importância (Lima et al., 2012) e deve ser uma ferramenta

Tabela 5. Médias de digestibilidade da forragem de planta inteira (DIG-F) em 24 h de incubação ruminal e produtividade de massa seca digestível (PMSD), relativas a 12 híbridos de milho avaliados em Guarapuava e Laranjeiras do Sul, na safra 2012/2013

Híbridos	DIG-F (%)						PMSD (kg ha ⁻¹)					
	Guarapuava			Laranjeiras do Sul			Guarapuava			Laranjeiras do Sul		
2B688Hx	63,4	b	B	67,6	b	A	15.981	c	A	13.780	b	B
AG 8025PRO	54,8	c	B	60,3	c	A	14.362	d	A	12.354	c	B
DKB 245PRO	65,6	b	A	57,2	c	B	15.982	c	A	10.376	d	B
32R48H	63,0	b	A	65,6	b	A	14.871	d	A	10.903	d	B
30R50H	67,1	a	A	64,9	b	A	17.183	b	A	10.926	d	B
SW3949 TL	65,7	b	A	67,6	b	A	16.319	c	A	13.261	b	B
DKB 240PRO	63,1	b	B	72,5	a	A	15.363	d	A	13.271	b	B
AG 8041PRO	67,1	a	A	68,3	b	A	17.957	b	A	15.449	a	B
P1630H	68,3	a	B	73,3	a	A	15.961	c	A	13.672	b	B
AS 1572PRO	70,8	a	A	68,3	b	A	19.106	a	A	13.474	b	B
32R22H	69,7	a	A	70,3	a	A	16.469	c	A	11.854	c	B
2B587Hx	68,6	a	A	65,4	b	A	15.767	c	A	12.716	b	B
Média	65,6		A	66,8		A	16.277		A	12.670		B
CV%	2,35			2,74			3,41			3,91		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$)

considerada por melhoristas no momento de selecionar genótipos com aptidão para ensilagem e também por técnicos e produtores no momento da decisão sobre qual genótipo será cultivado para ensilar (Mendes et al., 2008). Outro fator que torna importante a avaliação da digestibilidade da planta inteira como critério de seleção em programas de melhoramento é a sua herança ser influenciada em maior magnitude por efeitos aditivos, evidenciando maior possibilidade de êxito na obtenção de genótipos superiores a partir do cruzamento de genitores com elevado desempenho para o caráter (Gralak et al., 2014; Mendes et al., 2015).

O efeito do local na DIG-F e DIG-G merece destaque, pois em Guarapuava as médias foram maiores frente a Laranjeiras do Sul. Este fato que pode ser devido à maior altitude e noites mais frias, que proporcionam melhores condições para cultura do milho, resultando em maior aporte de carboidratos (Bergamaschi, et al., 2006; Maldaner et al., 2014), inclusive carboidratos não fibrosos de alta digestibilidade.

Com a obtenção da produtividade de massa seca e da digestibilidade da massa seca de um grupo de híbridos para ensilagem, torna-se possível determinar a produtividade de massa seca digestível (PMSD), constando de uma estimativa que permite um parecer final sobre potencial produtivo de um genótipo para produção de silagem, pois representa o quanto será efetivamente aproveitado pelo animal (Grieder et al., 2012; Zsubori et al., 2013).

Em Guarapuava a PMSD (16.277 kg ha⁻¹) foi significativamente maior em comparação com Laranjeiras do Sul (12.670 kg ha⁻¹) (Tabela 5). Este resultado é justificado pela maior PG, PMS e PGS em Guarapuava, sendo que o padrão de DIG-F para ambos os locais não diferiu significativamente (Tabela 5).

Em Guarapuava as médias de PMSD variaram de 14.362 kg ha⁻¹ (AG 8025PRO) a 19.106 kg ha⁻¹ (AS 1572PRO) e formaram três grupos (Tabela 5). Da mesma forma, em Laranjeiras do Sul foram formados três grupos para PMSD, e as médias variaram de 10.376 kg ha⁻¹ (DK B245PRO) a 15.449 kg ha⁻¹ (AG 8041PRO). Os melhores híbridos em PMSD foram AS 1572PRO (19.106 kg ha⁻¹) em Laranjeiras do Sul e AG 8041PRO (15.449 kg ha⁻¹) em Guarapuava, portadores de grãos dentados e semi dentados respectivamente, com

desempenho superior aos demais genótipos nos respectivos locais (Tabela 5).

Os resultados médios de PMSD (16.277 e 12.670 kg ha⁻¹) podem ser considerados elevados em nível de Brasil, pois em muitos trabalhos são conseguidos valores semelhantes apenas para produtividade de massa seca em híbridos de milho (Mendes et al., 2008; Santos, 2012).

Relacionado à PMSD, foi demonstrado em trabalhos recentes, que híbridos de milho com elevadas produtividades de massa seca nem sempre possuem elevada digestibilidade, com baixa produção de material realmente aproveitável (Grieder et al., 2012; Zsubori et al., 2013). Desta forma é importante que sejam obtidas estas informações em híbridos destinados a ensilagem para que se conheça o real potencial produtivo. Na produção de silagem é de extrema importância considerar também a textura de grãos e a qualidade bromatológica da massa seca produzida.

Foram também avaliados os teores de FDN-F, FDN-G, FDA-F e FDA-G cujas médias para os híbridos estão apresentados na Tabela 6. Os teores médios de FDN-F não diferiram na média dos dois locais, cujos valores foram 54,8 e 53,6% em Guarapuava e Laranjeiras do Sul, respectivamente (Tabela 6). Em Guarapuava, os teores de FDN-F variaram de 50,4% (AS 1572PRO) a 59,9% (AG 8025PRO) formando-se dois grupos de médias. Da mesma forma, em Laranjeiras do Sul houve a formação de dois grupos quanto ao teor de FDN-F, cujas médias variaram de 45,2% (P1630H) a 62,3% (DKB 245PRO) (Tabela 6).

A porção fibrosa representada pelo FDN é constituída de celulose, hemicelulose e lignina, sendo seus teores inversamente proporcionais a digestibilidade da silagem (Mendes et al., 2008; Lima et al., 2012). O impacto de maiores teores de FDN em silagem de milho, na alimentação de bovinos foi verificado por Ribas et al. (2007) ao avaliarem a silagem de dois híbridos de milho com 51 e 57% de FDN e constataram que maiores teores tendem a limitar o consumo voluntário, resultando em menor desempenho produtivo dos animais.

Os teores médios de FDN-F foram 54,8 e 53,6% em Guarapuava e Laranjeiras do Sul, respectivamente, e são superiores aos teores encontrados por Mendes et al. (2008) com 44% de média geral para híbridos de milho avaliados em Minas Gerais.

Tabela 6. Médias dos teores de fibra em detergente neutro da forragem (FDN-F) e de grãos (FDN-G), e fibra em detergente ácido da forragem (FDA-F) e de grãos (FDA-G), referentes a 12 híbridos de milho avaliados em Guarapuava e Laranjeiras do Sul, na safra 2012/2013

Híbridos	FDN-F (%)						FDN-G (%)						FDA-F (%)		FDA-G (%)					
	Guarapuava			Laranjeiras do Sul			Guarapuava			Laranjeiras do Sul			Conjunta		Guarapuava			Laranjeiras do Sul		
2B688Hx	56,5	a	A	51,5	b	A	11,1	b	B	14,2	a	A	28,7	a	3,46	a	B	4,72	a	A
AG8025PRO	59,9	a	A	50,8	b	B	10,6	b	B	13,8	a	A	27,5	a	3,13	b	B	4,44	a	A
DKB245PRO	53,4	b	B	62,3	a	A	9,1	c	B	10,9	c	A	27,4	a	3,38	a	A	3,04	d	A
32R48H	54,6	b	A	50,2	b	A	8,7	c	B	10,2	c	A	25,9	b	2,73	b	B	3,47	c	A
30R50H	56,4	a	A	56,9	a	A	9,8	c	B	12,0	b	A	28,4	a	3,64	a	A	3,17	d	A
SW3949 TL	51,2	b	A	51,9	b	A	12,7	a	A	11,8	b	A	27,4	a	2,88	b	A	3,27	d	A
DKB240PRO	58,1	a	A	59,8	a	A	11,3	b	A	11,4	b	A	26,7	a	3,38	a	A	3,73	c	A
AG8041PRO	52,3	b	A	54,4	b	A	11,9	a	A	12,0	b	A	27,4	a	3,62	a	A	3,91	b	A
P1630H	51,7	b	A	45,2	b	B	11,1	b	A	11,5	b	A	24,4	b	3,41	a	A	3,16	d	A
AS 1572PRO	50,4	b	A	49,5	b	A	11,1	b	A	10,5	c	A	27,7	a	3,27	a	A	3,07	d	A
32R22H	54,9	b	A	53,6	b	A	11,1	b	A	11,2	b	A	28,1	a	3,18	b	A	3,67	c	A
2B587Hx	58,6	a	A	56,9	a	A	12,2	a	A	11,7	b	A	25,2	b	3,56	a	B	4,26	b	A
Média	54,8		A	53,6	A		10,8		B	11,7		A	27,1		3,30		B	3,65		A
CV%	7,67			7,09			7,32			6,94			7,10		12,7			9,17		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$)

Entretanto, os resultados encontrados são próximos aos encontrados por Oliveira et al. (2011), cujo teor médio de FDN foi de 52,0%, Zsubori et al. (2013) que avaliaram diferentes híbridos de milho na Europa com média de 54% e Pereira et al. (2012) com média geral de 50% em híbridos comerciais de milho em Minas Gerais e Rabelo et al. (2015) com média geral de 54% em híbridos comerciais de milho em Minas Gerais. Um ponto em comum entre a presente pesquisa e as últimas citadas é que em todas foram obtidas elevadas produtividades de massa seca, com valores próximos a 20 t ha⁻¹, podendo-se associar este fato aos teores de FDN da forragem.

Quanto aos teores de FDN-G, Guarapuava (10,8%) exibiu média significativamente inferior a Laranjeiras do Sul (11,7%) (Tabela 6). As médias do teor de FDN-G variaram de 8,7% (32R48H) a 12,7% (SW3949 TL) em Guarapuava, formando-se três grupos (Tabela 6). Da mesma forma, em Laranjeiras do Sul formaram-se três grupos de médias, que variaram de 10,2% (32R48H) a 14,2 (2B688Hx) (Tabela 6). Os valores obtidos são corroborados pelos obtidos por Zilic et al. (2011), quando avaliaram a composição fibrosa dos grãos de diferentes genótipos de milho, e encontraram variação de 11,0 a 14,7% para teor de FDN.

Com relação aos teores médios de FDA-F da análise conjunta todos os híbridos apresentaram teores inferiores a 30%, com média geral de 27%. Destacaram-se os híbridos 32R48H, P1630H e 2B587Hx, com menores teores de FDA-F frente os demais híbridos, constando em uma característica desejável para confecção de silagem, por ser o FDA representado por componentes de baixa digestibilidade (Gralak et al., 2014; Tres et al., 2014). É importante destacar que a literatura considera desejável que o teor FDA seja inferior a 30% para obtenção de silagem qualidade, dessa forma os genótipos avaliados apresentam padrões aceitáveis para esta característica (Mendes et al., 2008).

O teor médio de FDA-G foi significativamente inferior em Guarapuava (Tabela 6). Em Guarapuava os teores médios de FDA-G variaram de 2,73% (32R48H) a 3,64% (30R50H), formando dois grupos de médias (Tabela 6). Em Laranjeiras do Sul, os teores de FDA-G variaram de 3,04% (DKB 245PRO) a

4,72% (2B688Hx), formando quatro grupos de médias (Tabela 6). Os teores médios de FDA-G de diferentes híbridos de milho contrastantes para textura do endosperma obtidos por Zilic et al. (2011) variaram de 3,63 a 4,76%, corroborando com os resultados da presente pesquisa.

Vale ressaltar que dentro de cada grupo de híbridos de endosperma duros ou dentados ocorreram híbridos com baixos teores para as características FDN-F, FDN-G, FDA-F e FDA-G, contudo os melhores resultados de digestibilidade de grãos e da forragem (Tabelas 4 e 5), foram observadas em híbridos mais dentados. É evidente que o teor de fibras na silagem é de grande importância, entretanto para estas condições alguns híbridos de endosperma duro manifestaram baixos teores de fibras, mas não se igualaram em digestibilidade a híbridos dentados também com baixos teores de fibras, corroborando com outros resultados de pesquisas (Ribas et al., 2007; Mendes et al., 2008; Zilic et al., 2011) quando avaliaram híbridos de diferentes texturas.

Conclusões

Os híbridos AS 1572PRO e AG 8041PRO de grãos dentados semi dentados, destacaram-se e podem ser recomendados como sendo de elevada produtividade de massa seca digestível.

Adequados resultados em digestibilidade dos grãos e da forragem de planta inteira, são obtidos com híbridos de endosperma dentado e semi dentado com menor vitreosidade.

Os caracteres agrônômicos dos híbridos de milho são influenciados pelo ambiente de cultivo, tendo o local de Guarapuava favorecido a expressão do potencial produtivo.

Literatura Citada

Bergamaschi, H.; Dalmagro, G. A.; Comiran, F.; Bergonci, J. I.; Müller, A. G.; França, S.; Santos, A. O.; Radin, B.; Bianchi, C. A. M.; Pereira, P. G. Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, n.2, p.243-249, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2006000200008>>.

- Correa, C. E. S.; Shaver, R. D.; Pereira, M. N.; Lauer, J. G.; Kohn, K. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. *Journal of Dairy Science*, v.85, n.11, p.3008-3012, 2002. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.09.001>>.
- Cruz, C. D. Genes - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum*, v.35, n.3, p.271-276, 2013. <<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.21251>>.
- Dombrink, M. A.; Bietz, J. A. Zein composition in hard and soft endosperm of maize. *Cereal Chemistry*, v.70, n.1, p.105-108, 1993. <<http://naldc.nal.usda.gov/download/25448/PDF>>. 25 Ago. 2014.
- Gralak, E.; Faria, M. V.; Possatto Junior, O.; Rossi, E. S.; Silva, C. A.; Rizzardi, D. A.; Mendes, M. C.; Neumann, M. Capacidade combinatória de híbridos de milho para caracteres agrônômicos e bromatológicos da silagem. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.13, n.2, p.187-200, 2014. <<http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v14n1p116-129>>.
- Grieder, C.; Mittweg, G.; Dhillon, B. S.; Montes, J. M.; Orsini, E.; Melchinger, A. E. Kinetics of methane fermentation yield in biogas reactors: Genetic variation and association with chemical composition in maize. *Biomass and Bioenergy*, v.37, n.132, p.132-141, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2011.12.020>>.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Series view: ambiente para a visualização de séries temporais para análise de mudanças de uso e cobertura da terra. <<https://www.dsr.inpe.br/laf/series/index.php>>. 18 Jan. 2014.
- Lima, M. L. M.; Carvalho, E. R.; Mattos, W. R. S.; Nussio, L. G.; Castro, F. G. F.; Amaral, A. G. Comparação da fibra em detergente neutro de forragens: Comportamento ingestivo e cinética ruminal. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.7, n.3, p.535-542, 2012. <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v7i3a1874>>.
- Majee, D. N.; Shaver, R. D.; Coors, J. G.; Sapienza, D.; Lauer, J. G. Relationships between kernel vitreousness and dry matter degradability for diverse corn germplasm II. Ruminal and post-ruminal degradabilities. *Animal Feed Science and Technology*, v.142, n.142, p.259-274, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.09.023>>.
- Maldaner, L. J.; Horing, K.; Scheneider, J. F.; Frigo, J. P.; Azevedo, K. D.; Grzesiuck, A. E. Exigência agroclimática da cultura do milho (*Zea mays*). *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, v.3, n.1, p.13-23, 2014. <<http://dx.doi.org/10.5380/rber.v3i1.36915>>.
- Mendes, M. C.; Gabriel, A.; Faria, M. V.; Rossi, E. S.; Possatto Junior, O. Época de semeadura de híbridos de milho forrageiro colhidos em diferentes estádios de maturação. *Revista Agroambiente*, v.9, n.2, p.136-142, 2015. <<http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v9i2.2316>>.
- Mendes, M. C.; von Pinho, R. G.; Pereira, M. N.; Faria Filho, E. M.; Souza Filho, A. X. 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. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052008000200004>>.
- Momany, F. A.; Sessa, D. J.; Lawton, J. W.; Selling, G. W.; Hamaker, S. A.; Willett, J. L. Structural characterization of alpha-zein. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.54, n.2, p.543-547, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1021/jf058135h>>.
- Oliveira, M. R.; Neumann, M.; Faria, M. V.; Neri, J. Resposta econômica na terminação de novilhos confinados com silagens de milho (*Zea mays* L.), em diferentes estádios de maturação, associadas a dois níveis de concentrado na dieta. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.10, n.2, p.87-95, 2011. <<http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v10n2p87-95>>.
- Pereira, J. L. A. R.; von Pinho, R. G.; Souza Filho, A. X.; Pereira, M. N.; Santos, A. O.; Borges, I.D. Quantitative characterization of corn plant components according to planting time and grain maturity stage. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.41, n.5, p.1110-1117, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982012000500005>>.
- Pereira, M. N.; Costa, H. N.; Melo, R. P.; Chaves, M. L.; Lima, R. F.; Pereira R. A. N. Efeito do ambiente ruminal sobre a degradabilidade de colmos da cana-de-açúcar. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.67, n.2, p.511-518, 2015. <<http://dx.doi.org/10.1590/1678-7610>>.
- Piovesan, V.; Oliveira, V.; Gewehr, C. E. Milhos com diferentes texturas de endosperma e adição de alfa-amilase na dieta de leitões. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.41, n.11, p.2014-2019, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011005000134>>.
- Rabelo, C. H. S.; Resende, A. V.; Rabelo, F. H. S.; Basso, F. C.; Harter, C. J.; Reis, R. A. Chemical composition, digestibility and aerobic stability of corn silages harvested at different maturity stages. *Revista Caatinga*, v.28, n.2, p.107-116, 2015. <http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/3690/pdf_252>. 10 Fev. 2016.
- Ribas, M. N.; Gonçalves, L. C.; Ibrahim, G. H. F.; Rodriguez, N. M.; Borges, A. L. C. C.; Borges, I. Consumo e digestibilidade aparente de silagens de milho com diferentes graus de vitreosidade no grão. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.6, n.1, p.104-115, 2007. <<http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v6n1p104-115>>.
- Santos, A. O. Características agrônômicas e degradação de grãos e da planta de milho em diferentes épocas de semeadura e de maturidade. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2012. 61p. Dissertação Mestrado. <<http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/353>>. 15 Dez. 2015.
- Tres, T. T.; Jobim, C. C.; Pinto, R. J.; Souza Neto, I. L.; Scapim, C. A.; Silva, M. S. J. Composição nutricional e digestibilidade “in vitro” de genótipos de milho produzidos em dois anos agrícolas. *Semina: Ciências Agrárias*, v.35, n.6, p.3249-3262, 2014. <<http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n6p3249>>.
- 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.10, p.3583-3597, 1991. <[http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)>.
- Vieira, V. C.; Moro, V.; Farinacio, D.; Martin, T. M.; Menezes, L. F. G. Caracterização da silagem de milho, produzida em propriedades rurais do sudoeste do Paraná. *Revista Ceres*, v.58, n.4, p.462-469, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2011000400009>>.

- Zilic, S.; Milasinovic, M.; Terzic, D.; Barac, M.; Ignjatovic-Micic, D. Grain characteristics and composition of maize specialty hybrids. *Spanish Journal of Agricultural Research*, v.9, n.1, p.230-241, 2011. <<http://dx.doi.org/10.5424/sjar/20110901-053-10>>.
- Zsubori, Z. T.; Pintér, J.; Spitkó, T.; Hegyi, Z.; Marton, C.L. Yield and chemical composition of plant parts of silage maize (*Zea mays* L.) hybrids and their interest for biogas production. *Maydica*, v 58, n.2, p.34-41, 2013. <http://www.maydica.org/articles/58_034.pdf>. 27 Jul. 2014.