

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO - PR

**CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS E
DIGESTIBILIDADE DE HÍBRIDOS DE MILHO COM
DIFERENTES TEXTURAS DE GRÃOS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

EVANDREI SANTOS ROSSI

GUARAPUAVA-PR

2014

EVANDREI SANTOS ROSSI

**CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS E DIGESTIBILIDADE DE HÍBRIDOS DE
MILHO COM DIFERENTES TEXTURAS DE GRÃOS**

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

Prof. Dr. Marcos Ventura Faria

Orientador

Prof. Dr. Marcelo Cruz Mendes

Coorientador

GUARAPUAVA-PR

2014

Catálogo na Publicação
Biblioteca Central da Unicentro, Campus Cedeteg

- R831c Rossi, Evandrei Santos
Características bromatológicas e digestibilidade de híbridos de milho com diferentes texturas de grãos / Evandrei Santos Rossi. -- Guarapuava, 2014
xiii, 78 f. : il. ; 28 cm
- Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, 2014
- Orientador: Marcos Ventura Faria
Coorientador: Marcelo Cruz Mendes
Banca examinadora: Sandra Galbeiro, Juliano Tadeu Vilela de Resende
- Bibliografia
1. Agronomia. 2. Matriz proteica. 3. Produtividade de massa seca degradável. 4. Valor nutricional da forragem. 5. Vitreosidade. 6. *Zea mays* L.
I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

CDD 633.17

EVANDREI SANTOS ROSSI

**CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS E DIGESTIBILIDADE DE HÍBRIDOS DE
MILHO COM DIFERENTES TEXTURAS DE GRÃOS**

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

Aprovado em 26 de Fevereiro de 2014

Prof^a. Dr^a. Sandra Galbeiro - UEL

Prof. Dr. Juliano Tadeu Vilela de Resende - UNICENTRO

Prof. Dr. Marcelo Cruz Mendes - UNICENTRO
Coorientador

Prof. Dr. Marcos Ventura Faria - UNICENTRO
Orientador

GUARAPUAVA-PR

2014

Aos meus pais Pedro e Noeli
Aos meus irmãos Everton, Eliane e Patricia
DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus por me conceder inteligência, sabedoria perseverança nos momentos difíceis.

A meus pais e minha família pelo apoio em todas as etapas da minha vida.

A Universidade Estadual do Centro-Oeste UNICENTRO - PR, por proporcionar a oportunidade de formação acadêmica.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos, viabilizando o projeto.

Ao Professor orientador Marcos Ventura Faria, pelo exemplo de profissionalismo, pela amizade, grandes ensinamentos, pela orientação durante os anos de graduação e mestrado e pela confiança em mim depositada.

Ao Professor Marcelo Cruz Mendes pela amizade, ensinamentos e inúmeras contribuições nos últimos anos.

A Professora Cacilda Márcia Duarte Rios Faria pelos auxílios e contribuições.

Ao Professor Mikael Neumann por ceder o laboratório para realização das análises e auxílios durante as atividades.

Ao Departamento de Química da UNICENTRO por ceder o laboratório para realização das imagens de microscopia e ao Professor Rafael Marangoni.

Aos colegas mais antigos do grupo milho Omar Possatto Junior, André Gabriel, Ires C. R. Oliari, Diego A. Rizzardi, Carlos A. da Silva, Victor L. Vaskoski, Emanuel Gava, Murilo V. Del Conte, Victor Neiverth, Welton L. Zaluski, Jonatan M. Andrade, Jean C. Zocche, Isabella C. Cavallin e Maria do Socorro W. de Matos que sempre estiveram presentes.

Aos mais novos colegas de grupo que contribuíram também ativamente João P. da Silva, Alessandro Zuanazzi, Reginaldo Calixto, Tcharles N. Klock, Larissa K. Cescon, Cecília Spada, Danúbia N. Figueira, Kadigia Pegoraro, João P. Anastácio, Paulo H. Matchula, Rafael Belinatto, Antoniele F. Serpa, Jhonatan Schlosser, Kathia Szeuzuk.

A Cooperativa Coprossel e ao Eng. Agr. Marcio Dulnik pelas contribuições.

Ao Departamento de Zootecnia da UEM e ao Professor Clóves C. Jobim e ao colega Marcos R. Oliveira pelas contribuições na realização de importantes análises.

Ao Grupo de Melhoramento Genético de Milho da UNICENTRO pelas contribuições em conhecimentos, vivência, amizade, exemplo de profissionalismo e eficiência.

Aos amigos feitos durante este período e funcionários da Universidade.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	I
LISTA DE FIGURAS	IV
RESUMO	V
ABSTRACT	VI
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo geral	3
2.2 Objetivos específicos	3
3 REFERENCIAL TEÓRICO	4
3.1 Importância da cultura do milho na alimentação animal	4
3.2 Características de manejo do milho forrageiro e qualidade da silagem	5
3.3 Características bromatológicas do milho destinado à silagem de planta inteira	7
3.4 Composição químico-bromatológica do grão de milho	9
3.5 Vitreosidade dos grãos de milho	10
3.6 Grânulos de amido	13
4 MATERIAL E MÉTODOS	15
4.1 Localização dos experimentos	15
4.2 Material genético	15

4.3	Condução dos experimentos	16
4.4	Avaliações.....	17
4.5	Características agronômicas.....	18
4.6	Análise da vitreosidade	19
4.7	Digestibilidade <i>in situ</i> da massa seca da forragem de planta inteira e de grãos e valor nutricional	19
4.8	Microscopia eletrônica dos grânulos de amido.....	21
4.9	Análises estatísticas	21
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1	Análises de variância.....	27
5.2	Características agronômicas.....	30
5.3	Análises do valor nutricional.....	35
5.3	Contrastes entre grupos de híbridos.....	46
5.4	Correlações entre caracteres	52
5.5	Microscopia eletrônica dos grânulos de amido.....	57
6	CONCLUSÕES.....	66
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
	ANEXOS	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características dos híbridos comerciais de milho utilizados para avaliar a qualidade de forragem e de grãos em dois locais no Paraná. UNICENTRO, 2014.....	16
Tabela 2. Resultado das análises de solo realizada antes da instalação dos experimentos em Guarapuava e Laranjeiras do Sul.....	16
Tabela 3. Resumo da análise de variância conjunta, para produtividade de grãos secos (PG), produtividade de massa verde (PMV), produtividade de massa seca (PMS), produtividade de grãos no ponto de silagem (PGS) e vitreosidade (VIT) relativo a 12 híbridos de milho avaliados em Guarapuava e Laranjeiras do Sul. UNICENTRO, 2014.....	27
Tabela 4. Resumo da análise de variância conjunta para os percentuais de digestibilidade da forragem (DEGF) e de grãos (DEGG), produtividade de massa seca degradável (PMSD) e fibra em detergente neutro da forragem (FDNF) e nos grãos (FDNG) relativo a 12 híbridos de milho avaliados em Guarapuava e Laranjeiras dos Sul. UNICENTRO, 2014.....	28
Tabela 5. Resumo da análise de variância conjunta, para os percentuais de fibra em detergente ácido da forragem (FDAF) e nos grãos (FDAG), proteína bruta na forragem (PBF) e nos grãos (PBG), matéria mineral na forragem (MMF) e nos grãos (MMG) e teor de massa seca da forragem (MS) e nos grãos no ponto de silagem (MSGs), reativo a 12 híbridos de milho avaliados em Guarapuava e Laranjeiras do Sul. UNICENTRO, 2014.	29
Tabela 6. Médias da produtividade de grãos secos (PG) e produtividade de massa verde (PMV), relativas a 12 híbridos de milho avaliados em Guarapuava e Laranjeiras do Sul. UNICENTRO, 2014.....	31
Tabela 7. Médias para produtividade de massa seca (PMS), produtividade de grãos no ponto de silagem (PGS) e produtividade de massa seca degradável (PMSD) referente a 12 híbridos de milho avaliados em Guarapuava e Laranjeiras do Sul. UNICENTRO, 2014.....	33
Tabela 8. Médias da vitreosidade em grãos, digestibilidade de grãos e digestibilidade da forragem de planta inteira em 24h de incubação ruminal, relativas a 12 híbridos de milho avaliados em Guarapuava e Laranjeiras do Sul. UNICENTRO, 2014.....	36
Tabela 9. Médias dos valores de fibra em detergente neutro da forragem (FDNF) e de grãos (FDNG), e fibra em detergente ácido da forragem (FDAF) e de grãos (FDAG), referente a 12 híbridos de milho avaliados em Guarapuava e Laranjeiras do Sul. UNICENTRO, 2014.	40

Tabela 10. Médias dos teores de proteína bruta da forragem (PBF) e de grãos (PBG), matéria mineral na forragem (MMF) e matéria mineral nos grãos (MMG), relativas a 12 híbridos de milho avaliados em Guarapuava e Laranjeiras do Sul. UNICENTRO, 2014.	43
Tabela 11. Médias dos teores, de massa seca da forragem (MSF), e de grãos no ponto de silagem (MSGs), relativo a 12 híbridos de milho avaliados em Guarapuava e Laranjeiras do Sul. UNICENTRO, 2014.	45
Tabela 12. Estimativas e significâncias dos contrastes entre os grupos de híbridos de grãos duros e dentados, para produtividade de grãos (PG), produtividade de massa verde (PMV), produtividade de massa seca (PMS), produtividade de grãos no ponto de silagem (PGS), produtividade de massa seca digestível (PMSD), vitreosidade (VIT), digestibilidade <i>in situ</i> de grãos (DEGG) e da forragem (DEGF), fibra em detergente neutro da forragem (FDNF) e de grãos (FDNG), fibra em detergente ácido da forragem (FDAF) e de grãos (FDAG), teor de proteína bruta da forragem (PBF) e de grãos (PBG), matéria mineral na forragem (MMF) e nos grãos (MMG), teor de massa seca da forragem (MSF) e nos grãos no ponto de silagem (MSGs) referente a 12 híbridos de milho avaliados Guarapuava e Laranjeiras do Sul. UNICENTRO, 2014.	47
Tabela 13. Estimativa da correlação de Pearson entre produtividade de grãos (PG), produtividade de massa verde (PMV), produtividade de massa seca (PMS), produtividade de grãos no ponto de silagem (PGS), produtividade de massa seca degradável (PMSD), vitreosidade (VIT), digestibilidade <i>in situ</i> de grãos (DEGG) e da forragem (DEGF), fibra em detergente neutro da forragem (FDNF) e de grãos (FDNG), fibra em detergente ácido da forragem (FDAF) e de grãos (FDAG), teor de proteína bruta da forragem (PBF) e de grãos (PBG), matéria mineral na forragem (MMF) e nos grãos (MMG), teor de massa seca da forragem (MSF) e nos grãos no ponto de silagem (MSGs) referente a 12 híbridos de milho avaliados Guarapuava e Laranjeiras do sul. UNICENTRO, 2014.	54
Tabela 14. Resumo da análise de variância conjunta para número de grânulos de amido no endosperma vítreo (EV) e farináceo (EF) em 5200 μm^2 com 2000X de aumento, referente a 12 híbridos comerciais de milho avaliados em Guarapuava e Laranjeiras do Sul. UNICENTRO 2014.	63
Tabela 15. Valores médios do número de grânulos de amido no endosperma vítreo (EV) e farináceo (EF) em 5200 μm^2 com 2000X de aumento, referente a 12 híbridos comerciais de milho avaliados em Guarapuava e Laranjeiras do Sul. UNICENTRO 2014.	64

Tabela 1A. Resumo da análise de variância individual, para produtividade de grãos secos (PG), produtividade de massa verde (PMV), produtividade de massa seca (PMS), produtividade de grãos no ponto de silagem (PGS) e vitreosidade (VIT) relativo a 12 híbridos de milho avaliados em Guarapuava. UNICENTRO, 2014.....	75
Tabela 2A. Resumo da análise de variância individual para os percentuais de digestibilidade de grãos (DEGG) e forragem (DEGF), produtividade de massa seca degradável (PMSD) e fibra em detergente neutro da forragem (FDNF) e nos grãos (FDNG) relativo a 12 híbridos de milho avaliados em Guarapuava. UNICENTRO, 2014.	75
Tabela 3A. Resumo da análise de variância individual, para os percentuais de fibra em detergente ácido da forragem (FDAF) e nos grãos (FDAG), proteína bruta na forragem (PBF) e nos grãos (PBG), matéria mineral na forragem (MMF) e nos grãos (MMG) e teor de massa seca da forragem (MS) e nos grãos no ponto de silagem (MSGs), relativo a 12 híbridos de milho avaliados em Guarapuava. UNICENTRO, 2014.	76
Tabela 4A. Resumo da análise de variância individual, para produtividade de grãos secos (PG), produtividade de massa verde (PMV), produtividade de massa seca (PMS), produtividade de grãos no ponto de silagem (PGS) e vitreosidade (VIT) relativo a 12 híbridos de milho avaliados em Laranjeiras do Sul. UNICENTRO, 2014.....	76
Tabela 5A. Resumo da análise de variância individual para os percentuais de digestibilidade de grãos (DEGG) e forragem (DEGF), produtividade de massa seca digestível (PMSD) e fibra em detergente neutro da forragem (FDNF) e nos grãos (FDNG) relativo a 12 híbridos de milho avaliados em Laranjeiras do Sul. UNICENTRO, 2014.	77
Tabela 6A. Resumo da análise de variância individual, para os percentuais de fibra em detergente ácido da forragem (FDAF) e nos grãos (FDAG), proteína bruta na forragem (PBF) e nos grãos (PBG), matéria mineral na forragem (MMF) e nos grãos (MMG) e teor de massa seca da forragem (MS) e nos grãos no ponto de silagem (MSGs), relativo a 12 híbridos de milho avaliados em Laranjeiras do Sul. UNICENTRO, 2014.	77
Tabela 7A. Resumo da análise de variância individual para número de grânulos de amido no endosperma vítreo (EV) e farináceo (EF) em 5200 μm^2 com 2000X de aumento, referente a 12 híbridos comerciais de milho avaliados em Guarapuava e Laranjeiras do Sul. UNICENTRO 2014.....	78

LISTA DE FIGURAS

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.....	26
Figura 2. Micrografia eletrônica de varredura dos grânulos de amido do endosperma víteo (A) e farináceo (B) e do híbrido 2B688Hx, aumento de 500X.	57
Figura 3. Micrografia eletrônica de varredura dos grânulos de amido do endosperma víteo (A) e farináceo (B) do híbrido AG 8025PRO, aumento de 500X.	58
Figura 4. Micrografia eletrônica de varredura dos grânulos de amido do endosperma víteo (A) e farináceo (B) do híbrido DKB 245PRO, aumento 500X.	58
Figura 5. Micrografia eletrônica de varredura dos grânulos de amido do endosperma víteo (A) e farináceo (B) do híbrido 32R48H, aumento 500X.....	58
Figura 6. Micrografia eletrônica de varredura dos grânulos de amido do endosperma víteo (A) e farináceo (B) do híbrido 30R50H, aumento 500X.....	59
Figura 7. Micrografia eletrônica de varredura dos grânulos de amido do endosperma víteo (A) e farináceo (B) do híbrido SW3949 TL, aumento 500X.....	59
Figura 8. Micrografia eletrônica de varredura dos grânulos de amido do endosperma víteo (A) e farináceo (B) do híbrido DKB 240PRO, aumento 500X.	59
Figura 9. Micrografia eletrônica de varredura dos grânulos de amido do endosperma víteo (A) e farináceo (B) do híbrido AG 8041PRO, aumento 500X.....	60
Figura 10. Micrografia eletrônica de varredura dos grânulos de amido do endosperma víteo (a) e farináceo (b) do híbrido P1630H, aumento 500X.	60
Figura 11. Micrografia eletrônica de varredura dos grânulos de amido do endosperma víteo (A) e farináceo (B) do híbrido AS 1572PRO, aumento 500X.....	60
Figura 12. Micrografia eletrônica de varredura dos grânulos de amido do endosperma víteo (A) e farináceo (B) do híbrido 32R22H, aumento 500X.....	61
Figura 13. Micrografia eletrônica de varredura dos grânulos de amido do endosperma víteo (A) e farináceo (B) do híbrido 2B587Hx, aumento 500X.....	61

RESUMO

ROSSI, Evandrei Santos. **Características bromatológicas e digestibilidade de híbridos de milho com diferentes texturas de grãos**. 2014. 78p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal). UNICENTRO.

Na determinação da qualidade de híbridos de milho para ensilagem o conhecimento das características bromatológicas, bem como da digestibilidade da massa seca, constituem etapas importantes para atribuir qualidade de um determinado genótipo. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a vitreosidade em híbridos comerciais de milho com grãos duros e dentados, e estudar o efeito desta característica no comportamento agrônômico, valor nutricional e na digestibilidade da massa seca dos grãos e da forragem produzida no ponto de ensilagem em diferentes locais de cultivo, bem como estudar a microestrutura dos grânulos de amido. Foram avaliados 12 híbridos comerciais de milho, sendo seis portadores de grãos duros e seis portadores de grãos dentados. Os tratamentos foram avaliados em dois locais, representados por Guarapuava e Laranjeiras do Sul, no Paraná. A colheita para análise da qualidade da forragem foi realizada a 20 cm do solo no estádio de $\frac{3}{4}$ da linha do leite no grão. Foram avaliadas as características: produtividade de grãos, massa verde, massa seca, grãos no ponto de ensilagem e massa seca degradável, vitreosidade, digestibilidade *in situ* de grãos e da forragem, fibra em detergente neutro da forragem e grãos, fibra em detergente ácido da forragem e grãos, proteína bruta na forragem e grãos, matéria mineral da forragem e grãos, teor de massa seca da forragem e nos grãos. Houve efeito significativo para as fontes de variação: local, híbridos e híbridos x locais para maioria dos caracteres avaliados. Os híbridos AG 8041PRO e AS 1572PRO destacaram-se frente aos demais para produção de forragem da planta inteira. O grupo de híbridos dentados superou o grupo de híbridos duro, com melhor digestibilidade dos grãos e da forragem de planta inteira, associado à maior produtividade de massa seca degradável. Houve correlação negativa entre vitreosidade e digestibilidade dos grãos e da forragem, e pode ser um fator a ser utilizado como critério na hora de selecionar genótipos para ensilagem. O local de Guarapuava superou Laranjeiras do Sul com melhor desempenho para os caracteres agrônômicos demonstrando influência do ambiente.

Palavras-chave: Matriz proteica, produtividade de massa seca degradável, valor nutricional da forragem, vitreosidade, e *Zea mays* L.

ABSTRACT

ROSSI, Evandrei Santos. **Bromatological characteristics and digestibility of corn hybrids with diferents grains textures**. 2014. 78p. Dissertation (Master at Agronomy - Plant Production). UNICENTRO.

In determining the quality of corn hybrid for silage utilization, the knowledge of bromatological analysis as well as digestibility of dry matter are important steps to assign quality of a genotype. The objective of this study was to evaluate the vitreousness in commercial corn hybrids with hard and dented grains, and studying the effect of this characteristic on agronomic behavior, nutritional value, and dry matter degradability of grains and forage harvest at the point of silage in different cultivation places and studying the microstructure of the starch granules. Twelve commercial corn hybrids were evaluated, being 6 with hard grains e 6 with dent grains. The treatments were evaluated in two places represented by Guarapuava and Laranjeiras do Sul both on Paraná State. The harvest for forage quality analysis was performed 20 cm above ground at the $\frac{3}{4}$ of the milk line stage in grain. The characteristics evaluated were: Grain yield, green matter yield, dry matter yield, grain yield at the silage point, degradable dry matter yield, vitreousness, *in situ* digestibility of grain and forage, neutral detergent fiber of grains and forage, acid detergent fiber of grains and forage, crude protein of grains and forage, mineral matter of grains and forage, dry matter of forage and grains. There was significant effect for sources of variation: place, hybrid and hybrid x place for most of the evaluated traits. The hybrids AG 8041PRO and 1572PRO were stood when compared with others hybrids for forage production of the whole plant. The group dent hybrids outperformed the group of hard hybrids, with best degradability of the grains and forage of the whole plant, associated with higher yield degradable dry matter. There was negative correlation between vitreousness digestibility of grain and forage and can be a used as factor of criterion when selecting genotypes for silage. The place in Guarapuava outperformed from Laranjeiras do Sul with better performance for agronomic traits demonstrating the influence of the environment.

Key-Words: Matrix protein, degradable dry matter yeld, nutritional value of the forage, vitreousness and *Zea mays* L.

1 INTRODUÇÃO

O milho assume papel de uma das mais importantes culturas do mundo, devido ao fato de ser o cereal mais produzido, com aproximadamente 870 milhões de toneladas em área de 176 milhões de hectares (FAO, 2014), além de ser amplamente utilizado na alimentação humana e animal e em diversas finalidades industriais. Do volume cultivado no mundo, cerca de 70% do total produzido é destinado à alimentação animal (EMBRAPA, 2013).

Atualmente, a silagem de milho é um dos principais alimentos utilizados na pecuária de leite e de corte no Brasil, em virtude das excelentes qualidades desta forrageira (MENDES et al., 2008). Com a conservação do milho na forma de silagem é possível programar a oferta regular de alimento de qualidade durante o ano todo, de forma a não ocorrer quedas em produtividade animal em virtude da sazonalidade forrageira.

Na produção de silagem há uma série de fatores a serem considerados e estudados para que haja sustentação do sistema produtivo. De início vale destacar que o desempenho produtivo de um híbrido deve também estar em evidência para que a atividade seja competitiva (MENDES et al., 2008). É importante considerar os diferentes ambientes de cultivo, pois a interação genótipos x ambientes altera a expressão de algumas características conforme se altera o ambiente, demonstrando a importância de avaliações regionalizadas (GRALAK, 2011).

Além destes motivos, a qualidade e o aproveitamento da silagem constituem-se também em importantes focos de estudo do milho destinado à ensilagem, pois grande parte das cultivares comercializadas não foram desenvolvidas para esta finalidade, além de possuírem grãos do tipo duro, com menor digestibilidade ruminal (CORREA et al., 2002; VIEIRA et al., 2011).

Entre as características da silagem que mais afetam o desempenho animal está a digestibilidade da planta e suas porções. Pesquisas recentes mostram que a maior digestibilidade da massa ensilada resulta em melhor desempenho animal, com economia de recursos e lucratividade do sistema (OLIVEIRA et al., 2011a).

Outra característica que pode também influenciar marcadamente a qualidade da silagem e refletir no desempenho animal é a textura de grãos. Assim, esta característica merece grande atenção no momento da escolha de um híbrido para ensilagem, pois os grãos representam de 30 a 45% da massa ensilada (PEREIRA et al., 2011; OLIVEIRA et al.,

2011b). Dentre os tipos de grãos, os considerados dentados possuem maior proporção de endosperma farináceo quando comparado a híbridos de endosperma duro (ZILIC et al., 2011; PIOVESAN et al., 2011). Esta informação torna-se mais importante a partir do conhecimento da presença de uma matriz proteica compacta na porção vítrea do grão, o que acaba por dificultar o ataque enzimático, e que pode reduzir a digestibilidade ruminal desta porção (CORREA et al., 2002; MAJEE et al., 2008).

O melhor desempenho de animais alimentados com silagem de híbridos de grãos dentados já foi reportado por pesquisas internacionais (MAJEE et al., 2008), e recentemente no Brasil isso vem sendo proposto na alimentação animal (PIOVESAN et al., 2011; PEREIRA et al., 2012). Assim é importante conhecer melhor os fatores que controlam a digestibilidade ruminal de grãos de milho, pois representam grande proporção da silagem produzida em nível de Brasil, bem como a realização de pesquisas determinando a vitreosidade real do germoplasma disponível para ensilagem, relacionando com o melhor desempenho nutricional.

Para o conhecimento do desempenho de híbridos de milho com relação à textura de grãos, é comumente empregada a análise da vitreosidade, por meio da dissecação manual. Esta análise permite classificar com segurança o genótipo quanto ao padrão de vitreosidade (CORREA et al., 2002; DOMBRINK e BIETZ, 1993; PIOVESAN et al., 2011).

Neste contexto, para determinar a qualidade de um híbrido de milho para ensilagem, as análises bromatológicas, bem como a digestibilidade da massa seca, constituem etapas importantes para atribuir qualidade a determinado genótipo (ARRIOLA, 2006; PEREIRA et al., 2011). Dentre as importantes análises estão à determinação de fibras e a digestibilidade *in situ*, sendo esta última considerada uma análise com resultados próximos ao obtidos em condições reais, além de permitir o processamento de um grande número de amostras simultâneas (PEREIRA et al., 2004; MENDES et al., 2008).

Dessa forma, para se obter silagem de qualidade é importante a realização de pesquisas direcionadas, empregar práticas culturais adequadas, selecionar genótipos com elevada produtividade associada à boa adaptabilidade para cada tipo de ambiente, buscando um material de elevada qualidade, de forma a correlacionar alta digestibilidade dos grãos com demais componentes da planta (SANTOS, 2012).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a vitreosidade do grão de híbridos comerciais de milho de endosperma duro e dentado, e estudar o efeito dessa característica no comportamento agrônomo, valor nutricional e na digestibilidade da massa seca dos grãos e da forragem produzida no ponto de ensilagem em diferentes locais de cultivo, bem como avaliar a microestrutura dos grânulos de amido.

2.2 Objetivos específicos

Identificar híbridos de milho com melhor aptidão para confecção de forragem com base em características agrônomicas e qualidade da forragem no ponto de ensilagem.

Estudar a influência do tipo de endosperma na qualidade da forragem de planta inteira de milho no ponto de ensilagem e produtividade de massa seca degradável.

Determinar a relação da vitreosidade com digestibilidade *in situ* de grãos e da forragem de planta inteira de milho no ponto de ensilagem.

Analisar a organização estrutural dos grânulos de amido presentes nas porções vítrea e farinácea dos grãos de milho.

Avaliar o efeito do ambiente de cultivo sobre caracteres agrônomicos, valor nutricional e digestibilidade dos grãos e da forragem de híbridos de milho no ponto de ensilagem.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Importância da cultura do milho na alimentação animal

O milho possui importância indiscutível no Brasil e no mundo, e isso se deve a gama de utilizações, que vão desde alimentação humana e animal a diversas finalidades industriais. Este cenário torna o milho o cereal mais cultivado no mundo e, em 2012, registrou-se mais de 800 milhões de toneladas produzidas (FAO, 2014). No Brasil, na safra 2013/14 estima-se que a área cultivada será de 15,4 milhões de hectares, alcançando produtividade média de 5.095 kg ha⁻¹, resultando na produção de 78,9 milhões de toneladas, valores que colocam o país como o terceiro maior produtor mundial (CONAB, 2014).

A maior parte da produção de milho é destinada a alimentação animal, chegando a 70% do total produzido no mundo, enquanto no Brasil chega a 80%, com apenas 5% utilizado diretamente para o consumo humano. Quando destinado para alimentação animal o milho é transformado em rações, constituinte na composição de concentrados, produção de silagens de grãos úmidos e de planta inteira. Quando utilizado para confecção de silagens de planta inteira, faz parte da dieta de vacas em lactação e gado em sistema confinado (EMBRAPA, 2013).

Entre as tecnologias que auxiliam a produção animal em termos nutricionais, a conservação de alimentos na forma de silagem possui grade destaque. Várias espécies são utilizadas para produção de silagem no Brasil, com destaque para cultura do milho, considerado padrão ao lado do sorgo (*Sorghum bicolor*) (CHAVES, 2009).

O grande sucesso do milho para produção de silagem é que com emprego de técnicas corretas pode-se conservar o alimento, mantendo-se o valor semelhante ao do material original, proporcionando bons resultados em desempenho animal e menor necessidade do uso de concentrados na dieta, reforçando o potencial de uso (CHAVES, 2009).

Existem estimativas de que a área de milho destinada à produção de silagens vem aumentando a cada ano e figura entre 1,2 a 1,5 milhões de hectares, representando aproximadamente 10% da área nacional cultivada com milho, evidenciando a importância estratégica do uso de silagens para o sistema de produção animal (OLIVEIRA et al., 2007a).

A silagem possui papel importante no desenvolvimento da pecuária de leite e de corte no Sul do Brasil, considerando o uso de silagens de boa qualidade um dos principais

responsáveis pelos frequentes ganhos em produtividade de carne e leite, resultando em maior lucratividade do sistema (NEUMANN et al., 2009). O uso de silagem é difundido por todo o país, mas são raros os resultados de pesquisa fornecidos pelos obtentores de sementes referente à qualidade de silagem de cada híbrido (OLIVEIRA et al., 2007a).

Uma recente pesquisa, feita no Estado do Paraná, demonstra que a maioria dos híbridos fornecidos aos produtores (66%) possui ciclo precoce e endosperma duro, enquanto apenas 10% dos híbridos possuem grãos dentados (VIEIRA et al., 2011). Genótipos de milho com endosperma dentado são preferidos para confecção de silagem, pois vários estudos apontam maior digestibilidade do alimento quando comparado a silagem de milhos com endosperma duro e semiduro (ROSSI JUNIOR et al., 2006; MAJEE et al., 2008; MENDES et al., 2008).

3.2 Características de manejo do milho forrageiro e qualidade da silagem

A cultura do milho é consagrada com uma das melhores forrageiras para confecção de silagem, por permitir uma grande janela de semeadura no Brasil, com capacidade de render elevadas produtividades de massa seca (25 t ha^{-1}), aliado ao teor de massa seca de 30 a 40% no momento da ensilagem, teor de açúcares adequado à fermentação, baixo teor de carboidratos fibrosos, baixo poder tamponante de pH, grande conhecimento de práticas de manejo e facilidade na colheita (NUSSIO, 1993).

O termo silagem refere-se ao alimento que, colhido com teor de umidade próximo a 70% e armazenado na ausência de ar, gera ambiente propício para que ocorra conversão de carboidratos solúveis em ácidos orgânicos, e, assim, resulta em uma queda no pH da massa ensilada, condições estas que manterão o alimento conservado por tempo indeterminado até a abertura do silo (DEMINICIS et al., 2009).

Referente ao manejo da lavoura de milho destinada à ensilagem pode-se dizer que é muito semelhante àquela destinada à colheita de grãos, entretanto existem alguns critérios que devem ser adotados quando o objetivo é a ensilagem. A escolha do híbrido é um dos fatores a se considerar, devendo-se atentar para adaptação ao local de cultivo e nível de tecnologia requerido. Somado a isso, as pesquisas apontam preferência e melhor desempenho por genótipos que possuam endosperma dentado quando a finalidade é silagem (ROSSI JUNIOR et al., 2006).

A textura do grão é dependente do tipo de endosperma, que pode ser farináceo ou vítreo. Esta preferência é justificada por resultados de maior digestibilidade ruminal de grãos com baixa relação vítreo/farináceo. Isto faz com que haja maior procura por híbridos de grãos dentados para confecção de silagens, por apresentarem grande proporção de endosperma farináceo, representado por amido macio de baixa densidade com maior facilidade de digestão por ruminantes (CHAVES, 2009).

Com grande importância e influência na qualidade, o ponto de colheita também é um dos fatores cruciais para obter silagem de qualidade. O ideal é que a silagem seja confeccionada somente quando for alcançada a maior proporção de açúcar convertido em amido nos grãos, isso associado à boa digestibilidade dos demais componentes. Assim, a época ideal para colher milho para ensilagem, constatado por inúmeros estudos com bons resultados, é que as plantas apresentem de 30 a 40% de massa seca (OLIVEIRA, 2010; COX, 2008; MENDES et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2007b). Nesta faixa de massa seca ocorre elevação no teor de carboidratos e reduz-se a probabilidade de geração de efluentes, favorecendo o processo fermentativo (COX, 2008).

O momento da ensilagem corresponde ao estágio de grãos farináceos (R4) a farináceos duros (R5). Assim, com a evolução das plantas do estágio R1 para R5, há elevação no teor de massa seca de todos os componentes, bem como na planta inteira. Entretanto, com o avanço na maturidade há redução na participação de folhas, colmos, brácteas e sabugos com elevação na participação de grãos de 0% (R1) para mais de 30% (R5). Também há redução na produção de massa verde com significativo aumento na produção de massa seca, sendo R4-R5 considerado o estágio ideal para ensilar plantas de milho para a obtenção de maiores rendimentos em animais confinados (OLIVEIRA, 2010).

Mendes et al. (2008) avaliaram híbridos de alta e baixa digestibilidade, colhendo para ensilagem com teores de massa seca entre 32 e 40%, e não constataram interação com a digestibilidade da massa seca. Estes resultados sugerem que entre 32 e 40% de massa seca há equilíbrio qualitativo da silagem. Em pesquisa realizada nos Estados Unidos, comparando diferentes épocas de corte, Majee et al. (2008) verificaram incremento significativo na digestibilidade de silagem de milho com o avanço da maturidade até próximo do estágio de maturação fisiológica. Estes resultados são justificados pelo incremento de carboidratos solúveis na massa ensilada até o respectivo estágio fisiológico.

Com teores de massa seca abaixo de 30% há muita umidade nas plantas, resultando na formação de efluentes, implicando em elevadas perdas de nutrientes, fermentações indesejáveis, perdas de massa seca e redução no consumo voluntário de silagem pela presença de níveis acentuados de ácido butírico (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000).

Os híbridos de milho desenvolvidos para produção de grãos tem a característica de rápida secagem dos grãos mantendo folhas e colmos verdes por um maior período com altos teores de umidade, sendo uma característica almejada por melhoristas por prevenir o acamamento de plantas. Esta característica é um complicador para produção de silagem, pois durante a maturação há sempre uma diferença muito grande de umidade entre grãos e as porções vegetativas (MELLO et al., 2005).

A relação de participação dos componentes de planta também assume importância para produção de silagens de qualidade. O recomendável é que se tenha participação de grãos acima de 40% e inferior a 25% para sabugos+brácteas (ROSA et al., 2004). Para Nussio (1991) a planta ideal deve possuir 45% de grãos, 20% de sabugos e brácteas, 14% de folhas e 22% de colmos.

Estes parâmetros somente serão úteis quando a análise bromatológica das plantas comprovar que há elevada digestibilidade da porção fibrosa. Entre os parâmetros empregados em análises bromatológicas estão a fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), nutrientes digestíveis totais (NDT), lignina insolúvel em detergente neutro (LDN), lignina insolúvel em detergente ácido (LDA), proteína bruta (PB), digestibilidade *in vitro* da massa seca (DIVMS), digestibilidade *in situ* da massa seca (DISMS) e digestibilidade *in vivo* da massa seca. Todas estas análises, em conjunto, revelam um pouco da identidade da silagem e da digestibilidade da parede celular, fator limitante no valor nutricional de silagens, estando muitas vezes associado à energia real que será disponibilizada para os animais (BARRIÈRE et al., 2005).

3.3 Características bromatológicas do milho destinado à silagem de planta inteira

Ao longo de ciclos de melhoramento, os programas de melhoramento promoveram melhorias nas características de resistência e sanidade de colmos, favorecendo a elevação na produtividade de massa seca e, paralelamente a isso, houve redução no valor nutricional pela

menor digestibilidade da parede celular de híbridos de alta performance produtiva (BARRIÈRE et al., 2005).

A digestibilidade em plantas de milho pode ser influenciada macroscopicamente pela participação de grãos, folhas, colmos, sabugos e brácteas ou microscopicamente quando analisada a digestibilidade da parede celular e composição das células (CHAVES, 2009).

Na avaliação da qualidade de silagens de milho os parâmetros mais empregados e encontrados em literaturas correlacionadas são FDA, FDN, LDA e digestibilidade *in vitro* e *in situ* que se referem à qualidade da fibra e podem ser utilizados para estimar digestibilidade e fornecimento ideal e necessário de nutrientes com base na massa seca (MELLO et al., 2005; GRALAK, 2011; OLIVEIRA et al. 2011a; OLIVEIRA et al., 2011b; ZSUBORI et al., 2013).

O teor de FDN é determinado submetendo o alimento à digestão com detergente neutro solubilizando o conteúdo celular, restando basicamente parede celular (celulose hemicelulose e lignina). O teor de FDA de forma semelhante é obtido com a digestão do alimento em detergente ácido solubilizando o conteúdo celular e a hemicelulose. Desta forma FDA representa os teores de celulose e lignina e LDA representa o teor de lignina, fibra não digestível (VAN SOEST, 1991). De acordo com Cruz e Pereira Filho (2001) o teor de FDN deve ser menor ou igual a 50% e FDA inferior a 30% para originar silagem de boa qualidade.

Com a determinação do tipo e teor de fibras pode-se estimar o valor nutricional do alimento (nutrientes digestíveis totais - NDT) e também digestibilidade. Para quantificar a digestibilidade são comumente utilizados os métodos de digestibilidade *in vitro*, *in vivo* e *in situ*. A digestibilidade *in vitro* é muito empregada em virtude da não disponibilidade de animais, economia de recursos, sendo realizada com uso de líquido ruminal em laboratórios, possibilitando analisar grande número de amostras simultaneamente (LAUER et al., 2001). Para a determinação da digestibilidade *in situ* empregam-se animais fistulados com a incubação de uma amostra do alimento diretamente no rúmen, obtendo-se excelente relação com a real digestibilidade do alimento (SALMAN et al., 2010).

Muitos trabalhos demonstram que a digestibilidade da silagem de milho afeta diretamente o desempenho e produtividade animal, pelo maior consumo voluntário de massa seca por porcentagem de peso vivo e maior aporte de nutrientes digestíveis totais (PEREIRA et al., 2004; DAVIDE et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2011b; PEREIRA et al., 2011), resultado evidenciado por menores teores de FDA e FDN, impactando em maior rendimento animal (OLIVEIRA, 2010). Gralak (2011) verificou correlação negativa entre digestibilidade

in vitro da massa seca (DIVMS) e teores de FDA e FDN, evidenciando que quanto menor a participação de componentes de parede celular maior será a digestibilidade da silagem. Esta mesma autora verificou que existe potencial para selecionar cultivares com baixas proporções de FDA e FDN associado à alta digestibilidade quando avaliou germoplasma comercial de milho em esquema dialélico.

A herdabilidade de características relacionadas à digestibilidade de silagens foi alta (0,85), quando foi avaliado germoplasma com aptidão forrageira, evidenciando possibilidade de êxito na seleção para a característica em apreço (GOMES et al., 2004).

Em trabalhos realizados nos Estados Unidos foi evidenciado melhora na digestibilidade da porção FDN da forragem com aumento na produção de leite em vacas alimentadas com híbridos mutantes de nervura marrom (*brown midrib*) que possuem teores duzidos de fibras (OBA e ALLEN, 1999). Entretanto estes autores verificaram que em muitos trabalhos de pesquisa semelhantes apresentavam resultados inconsistentes ou contrastantes aos resultados encontrados.

Vale ressaltar que na literatura nacional existem dados de vários trabalhos evidenciando grande variabilidade para a característica digestibilidade em populações de milho selecionadas a partir de germoplasma comercial objetivando o melhoramento para silagem (GOMES et al., 2004; CHAVES, 2009; GRALAK, 2011). Uma grande vantagem é que o germoplasma comercial já sofreu vários processos de seleção e inúmeros testes em locais para o qual esta sendo recomendado, logo suas progênies possuirão vantagens adaptativas.

Para a obtenção de híbridos com elevado potencial é recomendável utilizar populações melhoradas no local ao qual se destinam os cultivos. Isto é aconselhável por que o material genético vai exibir boa adaptabilidade por possuir alelos desejáveis, com maiores chances de sucesso na melhoria da qualidade e produtividade do milho (FERREIRA, 2008).

3.4 Composição químico-bromatológica do grão de milho

O conhecimento da composição física e química de grãos de milho se faz importante para o melhor entendimento do valor alimentício desta porção e como manejá-lo de forma a obter um alimento que proporcione bom desempenho em produção animal (SANTOS, 2012).

O grão de milho é composto basicamente por quatro estruturas físicas, representadas pelo endosperma, gérmen, pericarpo (casca) e pedicelo (ponta) (PAES, 2006). O endosperma representa cerca de 82% do grão, sendo composto basicamente por amido (aproximadamente 90%), proteína (10%) e baixas proporções de matéria mineral e lipídeos. O pericarpo é camada externa do grão compondo aproximadamente 5% do peso do grão, sendo constituída basicamente de fibras. O gérmen representa cerca de 11% do peso do grão e é constituído basicamente por lipídeos e proteínas. O pedicelo representa cerca de 2% do peso do grão e é composto basicamente por fibras. (FORNASIERI e FILHO, 1992; PAES, 2006).

Pesquisas relacionadas à composição química de grãos de milho revelaram que aproximadamente 76,5 % da massa seca é composta por amido, 9,5% de proteínas, 9% de fibras representadas em maior proporção pela fibra em detergente neutro, aproximadamente 4% de lipídeos e aproximadamente 1% de matéria mineral (PIOVESAN et al., 2011; CANTARELLI et al., 2009; PAES, 2006). Estes compostos estão distribuídos de forma variada nas quatro frações físicas do grão de milho. Assim, cada uma destas frações difere em composição química e também física devido a diversas formas de organização e interação entre estes componentes (PAES, 2006).

3.5 Vitreosidade dos grãos de milho

Normalmente genótipos de milho são classificados de acordo com o tipo de endosperma presente nos grãos, sendo representados por grãos duros (flint), amiláceos (flour), dentados (dent), pipoca (popping), doce (sweet) e seroso (waxy) (KNOT et al., 1995). Notadamente estas variações resultam em alterações em composição química e valor nutricional

O valor nutricional de um alimento é reflexo de sua composição química, entretanto, no caso do milho, há evidências claras de que o fator físico influencia sua qualidade nutricional (PIOVESAN et al., 2011). Em grãos de milho o fator físico que pode limitar o valor nutricional está relacionado com a dureza do endosperma.

O endosperma de híbridos tradicionais é composto por duas frações que possuem diferentes texturas, representadas pela porção farinácea e vítrea. Os componentes dessas duas frações são constituídos basicamente por células contendo amido e proteínas, que estão diretamente relacionadas com a dureza do endosperma (MARTINEZ et al., 2006). Neste

sentido, o termo vitreosidade é utilizado para designar proporção de endosperma vítreo frente ao endosperma total.

A diferença entre as frações vítrea e farinácea dos grãos é resultado da maior ou menor presença de uma matriz proteica envolvendo os grânulos de amido (KOTARSKI et al., 1992). Desta forma, a região vítrea de maior dureza possui matriz proteica compacta e bem desenvolvida, e o contrário é verdadeiro, para região farinácea de menor dureza, caracterizada por possuir matriz proteica descontínua e com reduzidos corpos proteicos (PIOVESAN et al., 2011).

As principais proteínas presentes em grãos de todos os cereais são prolaminas e no milho recebem o nome de zeínas, que correspondem a aproximadamente 60% da proteína total em grãos inteiros. Estas proteínas são divididas nas subclasses: α , β , γ , δ , (alfa, beta, gama e delta zeínas) e são características por serem moléculas hidrofóbicas. Desta forma, quando estão presentes no endosperma formam uma barreira hidrofóbica encapsulando grânulos de amido em uma matriz proteica, prejudicando o ataque enzimático ao amido (MOMANY et al., 2006).

Da mesma forma, as proteínas no endosperma de grãos de milho em grande proporção (mais de 70%) são α -zeínas (insolúveis em água), e o restante é composto por γ , β , e δ zeínas, com melhor solubilidade em água. A concentração de α -zeínas no endosperma vítreo é aproximadamente 3,3 vezes maior do que na fração farinácea (DOMBRINK e BIETZ, 1993). Já no endosperma farináceo a concentração das proteínas do tipo γ -zeínas é mais elevada em comparação à porção vítrea. Estes resultados sugerem que a composição proteica em híbridos normais de milho pode ser correlacionada com a textura do grão (KOTARSKI et al. 1992).

A digestibilidade da porção de grãos contendo densa matriz proteica é menor do que a porção com ausência de tais proteínas e isso é atribuído à reduzida passagem de água pelas proteínas hidrofóbicas (MOMANY et al., 2006).

A importância em se utilizar híbridos que possuam menor vitreosidade vem sendo foco de muitas pesquisas. Correa et al. (2002), comparam híbridos de milho brasileiros de grãos duros e dentados e norte americanos de grãos dentados na confecção de silagem, e constataram queda linear na digestibilidade do amido com o aumento da vitreosidade. Piovesan et al. (2011), estudando o valor nutricional de grãos de híbridos semidentado e duro, verificaram maior energia disponível em rações formuladas com grãos semidentados em comparação com a que continha grãos duros.

Na confecção de silagens as pesquisas apontam que é desejável optar por híbridos com endosperma dentado, pois os resultados de digestibilidade da massa seca são mais elevados para estes genótipos. Este melhor desempenho é atribuído em maior magnitude à qualidade do componente grão (ROSSI JUNIOR et al., 2006; MAJEE et al., 2008; SANTOS, 2012).

A perda da qualidade da silagem em situações de corte tardio para a ensilagem é significativamente mais intensa em híbridos de grãos duros quando comparados com híbridos de grãos dentados (CORREA et al., 2002; PEREIRA et al., 2004). Nestas pesquisas, híbridos dentados manifestaram significativamente menor redução na digestibilidade do amido quando comparados com híbridos de grãos duros, e o pior desempenho foi justificado pelo menor ataque enzimático aos grânulos de amido, estando isso relacionado à presença de densa matriz proteica na porção vítrea do grão.

Zilic et al. (2011) avaliaram o valor nutricional de diferentes tipos de milho e verificaram que híbridos de grãos duros apresentaram maior proporção de endosperma vítreo. Nesta mesma pesquisa foi obtida correlação negativa entre teor de zeínas e digestibilidade dos grãos de milho. Desta forma, fica evidente que a dureza do grão está relacionada à presença de matriz proteica e torna-se importante avaliar a vitreosidade.

A maneira mais indicada para determinação da vitreosidade é por meio da dissecação manual dos grãos, pois quando empregado o escore de avaliação visual de cores ou identificação, pode-se estar subestimando ou superestimando a vitreosidade real. Isto é justificado pelo fato de que esta se observando apenas a porção externa do grão. Davide et al. (2009) avaliaram híbridos de milho duro e dentado, por meio de classificação visual, e os compararam quanto à digestibilidade da massa seca, e não encontraram correlação entre baixa vitreosidade e digestibilidade, diferindo de outros resultados de pesquisa. Desta forma os autores destacaram que a avaliação da identificação em grãos de milho pelo escore visual pode não estar correlacionada com a realidade.

De acordo com Davide et al. (2009) o escore de identificação é muito empregado por empresas produtoras de sementes para classificar genótipos quanto a textura do grão, mas este método deve ser utilizado com ressalvas por avaliar somente o aspecto externo e não considerar a composição real do endosperma.

O sistema de classificação de cultivares milho no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), no que tange ao tipo de grão, não exige grande rigor para esta característica. Para classificação do tipo de grãos de milho apenas pede-se o tipo do grão nas

variantes duro, semiduro, dentado e semidentado, no terço mediano da espiga, não especificando uma metodologia padrão e nem o percentual de vitreosidade para que o genótipo seja enquadrado na respectiva classe (MAPA, 2014). Desta forma, deixa-se a livre arbítrio a escolha pela metodologia para classificação do tipo de endosperma do milho.

Notadamente o emprego do escore de identificação visual para classificar o tipo de grão é mais simples e menos oneroso, o que justifica a afirmação de Davide et al. (2009), em que grande parte dos obtentores de cultivares de milho no Brasil, empregam este método ao invés da determinação por meio da dissecação manual.

No Brasil a maior parte dos híbridos de milho disponíveis no mercado possui endosperma duro, fato contrário do que ocorre nos Estados Unidos onde há predomínio de híbridos de milho de grãos dentados (CORREA et al., 2002). Resultados recentes demonstram que a oferta de híbridos dentados no mercado nacional ainda é muito baixa, com apenas 6,2% do total de cultivares disponíveis (CRUZ et al., 2013).

Um sinal de que este panorama está sendo impulsionado para mudança, é o grande número de trabalhos de pesquisa no Brasil, que se encontram em periódicos, com avaliação da vitreosidade em grãos de milho, com grandes indicativos de que este fator pode estar correlacionado com a digestibilidade da massa seca da planta inteira. Isto torna a vitreosidade uma importante ferramenta em vários segmentos dos sistemas de produção, que vão desde o melhoramento genético até a escolha do híbrido a ser cultivado (CORREA et al., 2002; GOMES et al., 2004; MENDES et al., 2008; DAVIDE et al., 2009; SANTOS, 2012).

A grande importância do emprego de híbridos de textura farinácea na confecção de silagem foi demonstrado por Taylor et al. (2005), que constataram maiores perdas de amido por excreção quando os animais foram alimentados com silagens de híbridos duros e semiduros.

3.6 Grânulos de amido

O amido consiste na principal forma de armazenamento de energia em plantas superiores, e é descrito como um polissacarídeo de elevada massa molecular. Sua constituição é basicamente amilose e amilopectina, estando às moléculas de amido unidas por pontes de hidrogênio, formando extensas cadeias arranjadas em forma de dupla hélice (BULÉON et al., 1998).

Normalmente em genótipos comerciais de milho o grânulo de amido é constituído em maior proporção por amilopectina (70%) e menor de amilose (30%) (GALLANT et al., 1997; WARREN et al., 2013).

Moléculas de amilose são polímeros lineares constituídos por arranjos de alfa D-glicopirranose ligadas em alfa (1,4), e poucas ligações em alfa (1,6) com no máximo 2,2%, com menor solubilidade em água. Diferentemente, as amilopectinas são polímeros ramificados de alfa D-glicopirranose cotendo em média 17 a 25 unidades ligadas em alfa (1,4), com média de 5% de ligações em alfa (1,6), com a maior solubilidade em água. A amilopectina é considerada a porção ramificada do amido e também mais importante que amilose, pois possui a capacidade de sozinha formar o grânulo de amido e pode ocorrer em mutantes com ausência de amilose (TESTER et al., 2004).

A estrutura propriamente dita de grânulos de amido foi verificada por micrografias por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e constatou-se que há diferença entre os grânulos de amido quando se compara a região vítrea e farinácea em grãos de milho. Na porção vítrea do grão os grânulos de amido possuem formato poligonal e estão imersos em uma matriz proteica de forma que ficam empacotados com ausência de espaços entre eles. Já a porção farinácea do grão possui grânulos mais arredondados, com matriz proteica praticamente ausente e há presença de espaços entre os grânulos de amido, que provavelmente eram ocupados pela água antes do processo de secagem (PIOVESAN et al., 2011; DOMBRINK e BIETZ, 1993).

A planta de milho é de grande interesse para ensilagem de planta inteira, por possuir grãos com grande quantidade de amido. O interesse maior é pelas características do amido, constando de um carboidrato não fibroso de rápida digestibilidade ruminal e ótimo conteúdo energético (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

A partir das informações de que grânulos de amido são importantes fontes energéticas em plantas, e que possuem boa digestibilidade ruminal, mas que podem estar associado a uma matriz proteica lipofílica em grãos de milho. Assim fica evidente que para se conseguir melhor aproveitamento deste carboidrato, não basta cultivar uma planta de milho qualquer e fornecer aos animais. Para um bom aproveitamento do amido, é necessário que o sistema produtivo no que abrange produção de silagem busque aperfeiçoar a disponibilização do amido, por meio de escolha de cultivares com menor proporção de endosperma vítreo, além dos demais cuidados no preparo e armazenamento do alimento.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização dos experimentos

Foram conduzidos dois experimentos na região Centro-Sul do Paraná, sendo o primeiro em Guarapuava, no campo experimental do Departamento de Agronomia, *Campus Cedeteg* da Universidade Estadual do Centro-Oeste (1100 m de altitude, latitude 25°21'S e longitude 51°30'W), em solo classificado como Latossolo Bruno Distroférico típico, textura muito argilosa (EMBRAPA, 2006), 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), em solo classificado como Latossolo Vermelho Eutrofico típico (EMBRAPA, 2006), com temperatura média dos meses de outubro a março de 21°C (INPE, 2014).

4.2 Material genético

Foram selecionados 12 híbridos comerciais de milho de forma que seis caracterizam-se por possuírem grãos duros e seis com grãos dentados (Tabela 1) de acordo com a classificação dos obtentores. Estes híbridos foram selecionados por comporem grande parte da área cultivada com milho na região Centro Sul do Paraná, além de constarem nas recomendações para confecção de silagem de planta inteira. Os híbridos se distinguem quanto à base genética e apresentam diferenças relacionadas a ciclos de maturidade, afetando a janela de corte e velocidade de acúmulo de amido.

Tabela 1. Características dos híbridos comerciais de milho utilizados para avaliar a qualidade de forragem e de grãos em dois locais no Paraná. UNICENTRO, 2014.

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

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

¹Fonte: MAPA, 2014.

4.3 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 estabilizado, possuindo aveia (*Avena strigosa* Schreb.) como cultura antecessora. Antes da implantação dos experimentos foi realizada a análise de solo e os resultados estão apresentados na Tabela 2. Também foram obtidos os dados médios de precipitação e temperatura, durante o desenvolvimento dos experimentos para os dois locais experimentais (Figura 1).

Tabela 2. Resultado das análises de solo realizada antes da instalação dos experimentos em Guarapuava e Laranjeiras do Sul.

	pH CaCl ₂	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	(T)	V (%)	MO (g/dm ³)
Guarapuava	5,0	3,1	0,43	5,4	1,7	0,0	5,0	12,4	60,1	41,5
Laranjeiras do Sul	5,2	6,3	0,40	5,7	2,9	0,0	5,0	14,1	64,2	69,6

Teores de P (Melich 1) estão expressos em mg/dm³ demais macronutrientes em cmolc/dm³

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas de quatro linhas de cinco metros (as duas linhas centrais foram

utilizadas como área útil), espaçadas de 0,8 m e com densidade final de 65.000 plantas ha⁻¹ (5,2 plantas por metro linear). A semeadura foi realizada por meio de matraca depositando a semente nas linhas previamente sulcadas com semeadora para plantio direto, utilizada também para posicionar a adubação de base.

Na adubação de base utilizou-se 360 kg ha⁻¹ do formulado NPK 08-28-16. A primeira adubação nitrogenada de cobertura foi realizada quando as plantas atingiram o estágio de três a quatro folhas (V3-V4), com aplicação de 200 kg ha⁻¹ de ureia (46% N). A segunda adubação de cobertura foi realizada quando as plantas atingiram o estágio seis a sete folhas (V6-V7), com aplicação de 130 kg ha⁻¹ de uréia (46% N). No controle de plantas daninhas utilizou-se a aplicação em pós-emergência dos ingredientes ativos atrazine (Atrazina[®]) 3 L ha⁻¹ + tembotrione (Soberan[®]) 0,240 L ha⁻¹, acrescido de óleo mineral (Aureo[®]) na dose de 1,0 L ha⁻¹. Para o controle de doenças foi realizada uma aplicação de trifloxistrobina + tebuconazol (Nativo[®]) na dose de 0,6 L ha⁻¹, mais óleo mineral (Aureo[®]) na dose de 1 L ha⁻¹, no estágio de oito folhas (V8) em ambos os locais.

4.4 Avaliações

Todos os dados coletados foram obtidos nas duas linhas centrais da parcela, representando a área útil da unidade experimental. Assim, utilizou-se uma das fileiras para as avaliações relacionadas à qualidade da forragem de planta inteira e de grãos colhidos no ponto de silagem, bem como a produtividade de massa verde (PMV), massa seca (PMS) e de grão no ponto de silagem (PGS). Na outra linha foram colhidas todas as plantas para estimar a produtividade de grãos e realizar a análise de vitreosidade.

Para a avaliação da produtividade de massa verde (PMV), de massa seca (PMS), de grãos no ponto de silagem (PGS) e das características de valor nutricional da forragem da planta inteira e dos grãos no ponto de silagem, as plantas foram cortadas a 20 cm do solo, quando os grãos apresentavam-se no ponto de ensilagem, no estágio de $\frac{3}{4}$ da linha do leite, criteriosamente selecionado, pois neste ponto já há a presença de matriz proteica nos grãos, possibilitando explorar a influência da vitreosidade nas avaliações realizadas.

Em seguida as plantas cortadas foram divididas em duas subamostras. Na primeira subamostra foi realizada a retirada dos grãos das plantas no ponto de ensilagem para as análises do valor nutricional dos mesmos. 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 até massa constante, determinando-se a massa seca parcial. Em seguida realizou-se a moagem de parte da amostra de forragem e parte da amostra de grãos em moinho tipo Willey, com peneira de um milímetro, para realização das análises do valor nutricional. Todas as análises do valor nutricional foram realizadas em duplicata para forragem da planta inteira, bem como para os grãos no ponto de ensilagem. As análises de valor nutricional foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição de Ruminantes da Universidade Estadual do Centro Oeste.

4.5 Características agronômicas

A produtividade de grãos (PG) foi obtida por meio da colheita manual de todas as espigas das plantas de uma das linhas centrais, e posterior debulha com auxílio de uma bateadeira mecânica. Em seguida, foi realizada a pesagem corrigindo-se umidade para 13%, com posterior estimativa para kg ha^{-1} . No final desta etapa foi também retirada uma amostra homogênea de grãos secos de cada parcela para realização da análise de vitreosidade.

A produtividade de massa verde (PMV) foi obtida por meio da pesagem de todas as plantas de uma das linhas centrais da parcela, com posterior estimativa para kg ha^{-1} .

A produtividade de massa seca (PMS) foi obtida por meio do produto da produtividade de massa verde (kg ha^{-1}), pelo percentual de massa seca, que foi obtido secando-se uma amostra homogênea em estufa de ventilação forçada a 55°C até peso constante, com posterior estimativa para kg ha^{-1} .

A produtividade de grãos no ponto de ensilagem (PGS) foi obtida retirando-se oito plantas ao acaso de cada parcela. Em seguida retiraram-se os grãos destas plantas, realizando-se a pesagem, secando-se uma amostra homogênea a 55°C até peso constante com posterior estimativa para kg ha^{-1} de MS produzida.

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 posterior estimativa para kg ha^{-1} .

4.6 Análise da vitreosidade

A vitreosidade (VIT) foi realizada de forma manual de acordo com a metodologia descrita por Dombrink e 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 (PRATT et al., 1995). De cada um dos dez grupos foi retirado um grão ao acaso para realização da vitreosidade. Na sequência os grãos selecionados foram mergulhados em água destilada por 5 minutos e secos 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 farináceo e vítreo. A vitreosidade foi expressa pelo peso do endosperma vítreo em proporção do endosperma total, com o resultado em percentagem.

4.7 Digestibilidade *in situ* da massa seca da forragem de planta inteira e de grãos e valor nutricional

A digestibilidade *in situ* da forragem da planta inteira (DEGF) e dos grãos (DEGG) colhidos no ponto de ensilagem foram realizadas nas dependências do Departamento de Zootecnia na Universidade Estadual de Maringá - UEM, de acordo com a metodologia proposta por Pereira et al. (2004). Foi utilizada uma amostra composta pela junção das quatro repetições do campo de cada tratamento, com duplicata em cada animal.

Para incubação ruminal foram utilizados saquinhos de tecido *nylon* ‘poliester’ de dimensões 10 x 15 cm. Cada saquinho recebeu seis (6) gramas de forragem de planta inteira ou grãos no ponto de silagem, secos a 55°C. Os grãos foram seccionados em quatro partes visando simular o processo de ensilagem conforme descrito por Pereira et al. (2004).

Na avaliação da digestibilidade *in situ* foram utilizadas duas vacas em lactação da raça Holandesa, fistuladas no rúmen. Cada animal recebeu 96 pacotes, referentes a 12 híbridos, avaliando-se grãos e forragem para os dois locais experimentais, somado à duplicata de cada amostra por animal. Os animais foram adaptados durante duas semanas antes da realização das análises com uma dieta padrão de 20% de concentrado e 80% de silagem de milho.

As amostras foram incubadas pelo período de 24h para estimar a digestibilidade da massa seca de grãos e da forragem. Todos os saquinhos contendo amostras foram fechados com elástico contendo um anel de metal pelo qual foi passada uma corrente para fixação de todos os pacotes. Foi adicionado um peso de 0,5 kg na extremidade inferior da corrente para evitar a flutuação dos pacotes no rúmen. Decorridas 24h 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 da forragem e de grãos no tempo de 24h de incubação e os resultados foram expressos em percentagem referente à massa seca inicial.

Os teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDNF) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDAF) da forragem de planta inteira foram obtidos em aparelho determinador de fibras Tecnal[®] modelo TE-149, com solução detergente neutro e detergente ácido de acordo com a metodologia de Van Soest et al. (1991). Na determinação de FDN foram adicionados 0,5 mL por amostra de alfa amilase termoestável.

Os teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDNG) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDAG) de grãos no ponto de silagem foram obtidos em solução detergente neutro e detergente ácido de acordo com a metodologia de Van Soest et al. (1991). Entretanto, foi seguido o procedimento proposto por Souza et al. (1999), 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°C - 90°C.

O teor de proteína bruta da forragem (PBF) e de grãos (PBG) foi determinado por meio do teor de nitrogênio AOAC (1990), empregando o método KJELDAL conforme Silva e Queiroz (2002).

O teor de matéria mineral da forragem (MMF) e de grãos (MMG) foi determinado com auxílio de uma mufla a 550°C durante quatro horas, conforme descrito em Silva e Queiroz (2002).

O teor de massa seca da forragem (MSF) e de grãos (MSG) foi determinado conforme a metodologia descrita em Silva e Queiroz (2002).

4.8 Microscopia eletrônica dos grânulos de amido

As imagens de microscopia eletrônica de varredura foram realizadas nas dependências do Departamento de Química da Universidade Estadual do Centro-Oeste.

Para determinação do número, e distribuição de grânulos de amido, foi selecionado um grão de padrão normal de cada parcela, previamente coletado no estádio de $\frac{3}{4}$ da linha do leite e seco em estufa de ventilação forçada a 55°C, até peso constante.

Para a realização das imagens de microscopia dos grânulos de amido utilizou-se a metodologia descrita por Pereira et al. (2002), entretanto, não foi necessário realizar a metalização, nem mesmo a desidratação das amostras, pois as mesmas encontravam-se secas. Desta forma os grãos de milho foram cortados longitudinalmente com bisturi sendo fixados em fita de carbono sobre um suporte de alumínio (*stubs*). Assim procedeu-se com a observação em microscópio eletrônico de varredura na potência de 20 Kv (ZEISS, DSM 940 A). Para realização da análise estatística do número de grânulos de amido por área foram utilizadas 3 repetições referentes as três primeiras repetições do campo em delineamento de blocos ao acaso, com os tratamentos arranjados em parcelas subdivididas, sendo o tratamento da parcela os híbridos e da subparcela o tipo de endosperma.

Foram retiradas imagens no aumento de 2000 e 500 vezes na região vítrea e farinácea do grão. Para contagem do número de grânulos de amido foi utilizada a imagem de 2000 vezes de aumento numa área de 5200 μm^2 que correspondeu à área da imagem nesta resolução.

4.9 Análises estatísticas

Para todas as características avaliadas as análises foram realizadas envolvendo as quatro repetições nos dois ambientes experimentais, exceto para digestibilidade *in situ* da forragem e de grãos e produtividade de massa seca degradável, as quais foram analisadas com duas repetições representadas pelos animais, e número de grânulos de amido em que foram utilizadas três repetições referentes às três primeiras repetições do campo em delineamento de blocos ao acaso, com os tratamentos arranjados em parcelas subdivididas.

As médias dos tratamentos para todas as variáveis analisadas foram submetidas ao teste de homogeneidade das variâncias pelo teste de Hartley (RAMALHO et al., 2000). Na

sequência as médias foram submetidas às análises de variância individual para cada local e conjunta envolvendo os dois ambientes, segundo delineamento de blocos ao acaso, e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico GENES (CRUZ, 2013).

As análises individuais para cada local foram realizadas segundo o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = m + t_i + b_j + e_{ij}$$

em que:

Y_{ij} : representa o valor observado do tratamento i no bloco j ;

m : média geral;

t_i : efeito tratamento i , sendo ($i = 1, 2, \dots, 12$);

r_j : efeito aleatório do bloco j , sendo ($j = 1, 2, 3, 4$);

e_{ij} : erro experimental aleatório associado a observação Y_{ij} . $\sim N(0, S^2e)$.

As análises conjuntas foram realizadas segundo o modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = m + t_i + l_k + b/l_{j(k)} + (tl)_{ik} + e_{ijk(l)}$$

em que:

Y_{ijkl} : valor observado do tratamento i , no bloco j , no local k ;

m : média geral das observações;

t_i : efeito fixo do tratamento i , sendo ($i = 1, 2, 3, \dots, 12$);

l_k : efeito fixo do local k , sendo ($k = 1, 2$);

$b/l_{j(k)}$: efeito aleatório da repetição j , dentro do local k , sendo ($j=1, 2, 3, 4$);

$(tl)_{ik}$: efeito da interação entre o tratamento i e o local k ;

e_{ijk} : erro experimental aleatório associado a observação Y_{ijk} . $\sim N(0, S^2e)$.

Para a digestibilidade *in situ* da massa seca de grãos e da forragem e a produtividade de massa seca degradável, para fins de análise foram consideradas as amostras compostas para cada tratamento, e os animais considerados como repetições. Na análise individual para estas características foi empregado o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = m + t_i + b_j + e_{ij}$$

em que:

Y_{ij} : representa o valor observado do tratamento i no bloco j ;

m : média geral;

t_i : efeito tratamento i , sendo ($i = 1, 2, \dots, 12$);

r_j : efeito aleatório da vaca j , sendo ($j = 1, 2$);

e_{ij} : erro experimental aleatório associado a observação Y_{ij} . $\sim N(0, S^2e)$.

Na análise conjunta foi empregado o seguinte modelo:

$$Y_{ijkl} = m + t_i + l_k + b/l_{j(k)} + (tl)_{ik} + e_{ijkl}$$

em que:

Y_{ijkl} : valor observado do tratamento i , no bloco j , no local k ;

m : média geral das observações;

t_i : efeito fixo do tratamento i , sendo ($i = 1, 2, 3, \dots, 12$);

l_k : efeito fixo do local k , sendo ($k = 1, 2$);

$(b/l)_{j(k)}$: efeito aleatório da vaca j , dentro do local k , sendo ($j=1, 2$);

$(tl)_{ik}$: efeito da interação entre o tratamento i e o local k ;

e_{ijk} : erro experimental aleatório associado a observação Y_{ijk} . $\sim N(0, S^2e)$.

Referente ao número de grânulos de amido por área ($5.200 \mu\text{m}^2$) nos endospermas vítreo e farináceo, médias foram submetidas às análises de variância individual para cada local e conjunta envolvendo os dois ambientes, segundo delineamento de blocos ao acaso, com tratamentos em arranjo de parcelas subdivididas, e, na presença de interação significativa foram realizados desdobramentos necessários, e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico GENES (CRUZ, 2013).

Na análise individual para estas características foi empregado o seguinte modelo:

$$Y_{ijl} = m + \alpha_i + b_j + ea_{ij} + \beta_l + \alpha\beta_{il} + eb_{ijl}$$

em que:

y_{ijl} : é o valor observado na subparcela i, j, l ;
 m : é uma constante inerente a toda observação;
 α_i : é o efeito do i -ésimo nível do fator híbrido ($i = 1, 2, \dots, 12$);
 b_j : é o efeito do bloco j ($j = 1, 2, \dots, 3$);
 ea_{ij} : representa o erro experimental a nível de parcelas ;
 β_l : é o efeito do l -ésimo nível do fator endosperma ($l = 1, 2$);
 $\alpha\beta_{ij}$: é o efeito da interação entre os fatores híbrido e endosperma;
 e_{ijl} : é o erro experimental a nível de subparcelas.

Na análise conjunta foi empregado o seguinte modelo:

$$Y_{ijkl} = m + A_k + \alpha_i + A\alpha_{ki} + (b/A)_{j(k)} + ea_{ijk} \beta_l + \alpha\beta_{il} + A\beta_{kl} + \alpha A\beta_{ikl} + eb_{ijkl}$$

em que:

y_{ijkl} : é o valor observado na subparcela i, j, k, l ;
 m : é uma constante inerente a toda observação;
 α_i : é o efeito do i -ésimo nível do fator híbrido ($i = 1, 2, \dots, 12$);
 A_k : efeito fixo do local k , sendo ($k = 1, 2$);
 $A\alpha_{ki}$: é o efeito da interação entre os fatores local e híbrido;
 $(b/A)_{j(k)}$: efeito aleatório da repetição j , dentro do local k , sendo ($j=1, 2, 3$);
 ea_{ijk} : representa o erro experimental a nível de parcelas;
 β_l : é o efeito do l -ésimo nível do fator endosperma ($l = 1, 2$);
 $\alpha\beta_{il}$: é o efeito da interação entre os fatores híbrido e endosperma;
 $A\beta_{kl}$: é o efeito da interação entre os fatores local e endosperma;
 $\alpha A\beta_{ikl}$: é o efeito da interação entre os fatores local e híbrido e endosperma;
 eb_{ijkl} : é o erro experimental a nível de subparcelas.

Foram realizados contrastes ortogonais entre as médias do grupo de híbridos de grãos duros e o grupo de híbridos de grãos dentados (Tabela 1). Esta análise foi realizada com auxílio do software estatístico Sisvar a 5% de probabilidade pelo teste de F (FERREIRA, 2011).

Para determinar o grau de associação entre os caracteres avaliados, em cada par de caracteres foi estimado o coeficiente de correlação de Pearson, com o nível de 5% de significância pelo teste t, com auxílio do software estatístico GENES (CRUZ, 2013).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação pluviométrica em ambos os locais de avaliação ultrapassou 1000 mm durante o período de condução dos experimentos (Figura 1), volume considerado adequado para o desenvolvimento da cultura do milho, desde que ocorra com adequada distribuição (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000). No entanto, em Laranjeiras do Sul não houve adequada distribuição de chuvas durante todo o ciclo da cultura, fator este que pode afetar o rendimento da cultura do milho. Em Laranjeiras do Sul, no período de 10 a 30 de novembro, ocorreram baixos acumulados de chuvas. Neste período as plantas encontravam-se na fase inicial de desenvolvimento no estágio de e oito folhas (V8) período importante na definição do potencial produtivo.

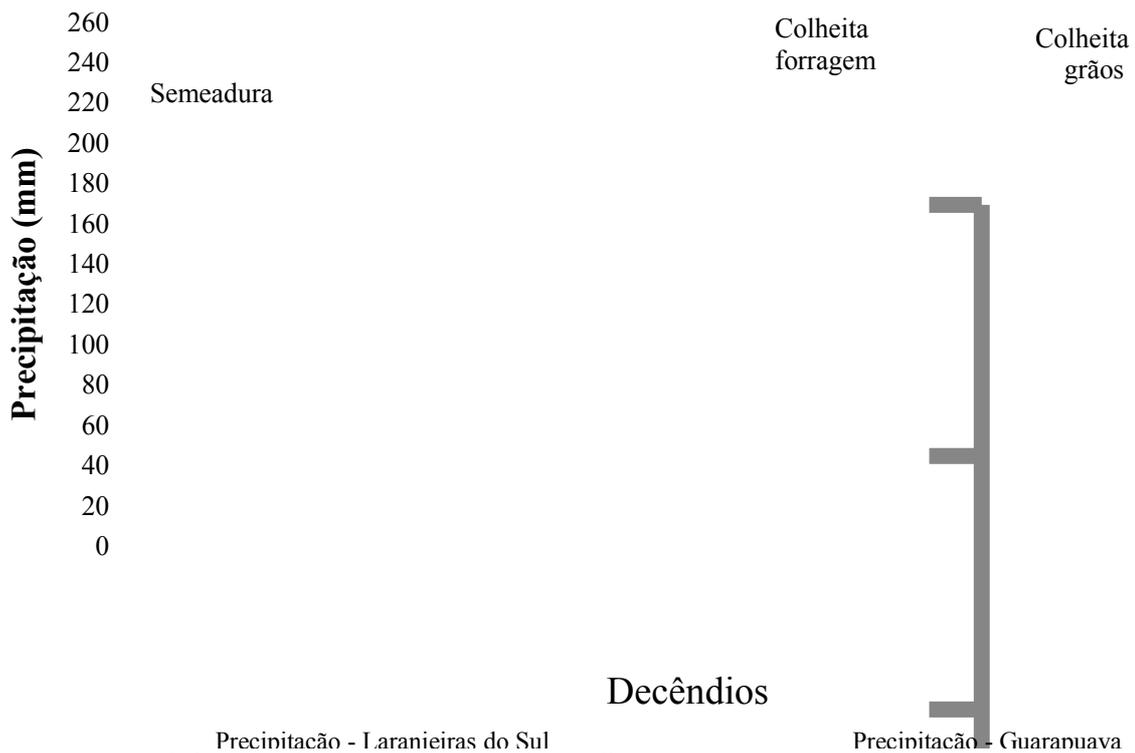


Figura 1. Precipitação pluviométrica por decêndio e temperatura média em Guarapuava - PR, e em Laranjeiras do Sul - PR, no período de 01/10/2012 a 20/04/2013.

As temperaturas médias estiveram próximas a 20°C em ambos locais, situando-se na faixa ideal para o bom desenvolvimento da cultura do milho (DURÃES, 2007) (Figura 1) e Guarapuava apresentou as menores temperaturas médias durante o período. Desta forma, as

condições de clima foram mais favoráveis ao desenvolvimento da cultura do milho em Guarapuava, demonstrando que embora os ambientes estejam localizados na mesma região, são divergentes em condições climáticas.

5.1 Análises de variância

A partir da realização das análises individuais para todas as características para cada local e constatada a homogeneidade das variâncias pelo teste de Hartley (RAMALHO et al., 2000), foi realizada a análise conjunta. Nas Tabelas 3, 4 e 5 encontram-se os resultados das análises de variância conjunta das características produtividade de grãos (PG), produtividade de massa verde (PMV), produtividade de massa seca (PMS), produtividade de grãos no ponto de ensilagem (PGS), produtividade de massa seca degradável (PMSD), vitreosidade (VIT), digestibilidade *in situ* da forragem da planta inteira (DEGF) e dos grãos (DEGG), fibra em detergente neutro (FDNF) e fibra em detergente ácido (FDAF) da forragem, fibra em detergente neutro (FDNG) e fibra em detergente ácido (FDAG) de grãos, proteína bruta da forragem (PBF) e de grãos (PBG), matéria mineral da forragem (MMF) e de grãos (MMG), massa seca da forragem (MSF) da forragem e de grãos (MSGs).

Tabela 3. Resumo da análise de variância conjunta, para produtividade de grãos secos (PG), produtividade de massa verde (PMV), produtividade de massa seca (PMS), produtividade de grãos no ponto de silagem (PGS) e vitreosidade (VIT) relativo a 12 híbridos de milho avaliados em Guarapuava e Laranjeiras do Sul. UNICENTRO, 2014.

FV	GL	Quadrados Médios				
		PG	PMV	PMS	PGS	VIT
Bloco/Local	6	284.760,54	14.818.732,6	832.713,59	352.827,5	38,07
Local (L)	1	50.873.237,1**	10.873.655.104,1**	822.574.638,1**	25.971.505,6**	53,97*
Híbrido (H)	11	814.069,67**	134.531.548,2**	15.426.041,3**	1.524.407,9*	285,95**
Dentado (D)	5	909.851,2**	198.271.804,6**	22815424,2**	1.772.369,4	254,9**
Duro (F)	5	886.757,6**	86.671.429,6**	11003034,4**	1.572.205,9**	75,33**
D vs. F	1	148.940,6	55.130.859,3*	594161,4	45.610,8	1.494,3**
H x L	11	4.174.844,1**	55.228.982,0**	43.58.039,9**	3.499.263,5**	37,21**
D x L	5	2.308.442,7**	47.221.200,5**	4475472,7	3.830.134,1**	60,97**
F x L	5	6.301.625,7**	73.557.929,6**	4170601,8*	3.855.412,5**	16,78
(D vs. F) x L	1	2.985.891,2	3.623.151,04	4708066,8*	64.165,3	20,55*
Erro	66	343.819,92	9.939.873,73	1.549.585,83	644.994,7	9,81
Média		12.845	61.643	21.906	10.399	65,92
CV%		4,56	5,11	5,68	7,72	4,75

** e * significativo, a 1% e 5% probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

Tabela 4. Resumo da análise de variância conjunta para os percentuais de digestibilidade da forragem (DEGF) e de grãos (DEGG), produtividade de massa seca degradável (PMSD) e fibra em detergente neutro da forragem (FDNF) e nos grãos (FDNG) relativo a 12 híbridos de milho avaliados em Guarapuava e Laranjeiras dos Sul. UNICENTRO, 2014.

FV	GL	Quadrados Médios					
		DEGF	DEGG	PMSD	GL	FDNF	FDNG
Bloco/Local	2	2,55	5,06	23.9661,1	6	6,08	1,21
Local (L)	1	16,85	200,94*	156.127.918,8**	1	37,45	17,61**
Híbrido (H)	11	55,86**	116,19**	5.251.200,7**	11	86,11**	7,22**
Dentado (D)	5	9,15*	190,8**	5.037.022,1**	5	137,5**	1,72*
Duro (F)	5	48,2**	27,6**	2.883.986,6**	5	48,43**	14,04**
D vs F	1	327,2**	185,53**	18.158.035,04**	1	17,3	0,6305
H x L	11	22,51**	25,78**	2.423.260,7**	11	44,00**	4,04**
D x L	5	22,5**	16,02	2.063.231,4**	5	19,26	0,3900
F x L	5	26,2**	38,9**	3.126.907,2**	5	7746**	4,43**
(D vs F) x L	1	3,85	8,64	705.221,05	1	0,42	20,40*
Erro	22	2,86	6,98	277.373,7	66	16,08	0,65
Média		66,18	53,65	14.473,59		54,21	11,31
CV%		2,55	4,93	3,63		7,4	7,13

** e * significativo, a 1% e 5% probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

A fonte de variação local foi não significativa para fibra em detergente neutro da forragem (FDNF), proteína bruta da forragem (PBF), proteína bruta nos grãos (PBG) e digestibilidade da forragem (DEGF), que não foram influenciadas pelo ambiente, e para todas as demais características houve significância (Tabelas 3, 4 e 5). Desta forma fica evidente que características agronômicas e bromatológicas de híbridos são influenciadas pelo ambiente de cultivo. 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 agronômicas e bromatológicas.

Os ambientes de cultivo diferem não só em aspectos de fertilidade do solo, mas também em pluviosidade, temperatura (Figura 1), altitude e luminosidade (INPE, 2014). Estes fatores podem favorecer a expressão potencial de alguns genótipos sobre outros conforme estas condições alteram-se. Assim, avaliações de genótipos em mais de um local se faz importante para o conhecimento do comportamento de estabilidade dos mesmos, e também para conseguir realizar um direcionamento de cultivo com segurança.

Tabela 5. Resumo da análise de variância conjunta, para os percentuais de fibra em detergente ácido da forragem (FDAF) e nos grãos (FDAG), proteína bruta na forragem (PBF) e nos grãos (PBG), matéria mineral na forragem (MMF) e nos grãos (MMG) e teor de massa seca da forragem (MS) e nos grãos no ponto de silagem (MSGs), reativo a 12 híbridos de milho avaliados em Guarapuava e Laranjeiras do Sul. UNICENTRO, 2014.

FV	GL	Quadrados Médios							
		FDAF	FDAG	PBF	PBG	MMF	MMG	MS	MSGs
Bloco/Local	6	2,99	0,104	0,116	0,348	0,0175	0,0013	1,77	1,51
Local (L)	1	63,47**	3,04**	0,208	0,358	1,9923**	0,1225**	202,88**	0,077
Híbrido (H)	11	13,55**	0,921**	0,379	1,26**	0,3936**	0,0293**	8,75**	40,6**
Dentado (D)	5	17,47**	0,6420**	0,2960	1,84**	0,3048**	0,0273**	5,53*	44,23**
Duro(F)	5	7,82	1,35**	0,3382	0,8934**	0,5524**	0,0369**	12,66**	32,9**
D vs F	1	22,52**	0,132	1,01	0,2118	0,0429	0,0021	5,29	60,89**
H x L	11	3,07	0,696**	0,274	0,356	0,1548**	0,0191**	9,56**	22,6**
D x L	5	1,74	0,2830	0,2728	0,4358	0,1342**	0,0137**	10,04**	12,38**
F x L	5	4,852	1,17**	0,3182	0,02982	0,1423**	0,0282**	7,08**	37,3**
(D vs F) x L	1	0,85	0,379*	0,065	1,58*	0,3208*	0,00008	19,54*	0,21
Erro	66	3,69	0,144	0,263	0,241	0,0329	0,00404	1,51	2,66
Média		27,07	3,48	6,37	7,56	2,38	0,8153	35,85	60,23
CV%		7,1	10,92	8,05	6,5	7,6	7,8	3,43	2,71

** e * significativo, a 1% e 5% probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

Para fonte de variação ‘híbridos’ verificou-se diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,05$) para todas as características avaliadas, exceto para proteína bruta na forragem (Tabelas 3, 4, 5). Este resultado demonstra que híbridos de diferentes bases genéticas formam grupos distintos quando se avaliam características agrônomicas e de qualidade de forragem, possibilitando selecionar genótipos com melhores características para ensilagem.

Constaram-se diferenças significativas da interação ‘híbridos x locais’ para as características avaliadas, exceto para FDA da forragem e proteína bruta da forragem e proteína bruta nos grãos (Tabelas 3, 4 e 5). Estes resultados evidenciam o comportamento diferenciado dos híbridos para caracteres agrônomicos e bromatológicos quando submetidos a diferentes ambientes, sugerindo que a recomendação para ensilagem não deve ser generalizada para um único genótipo em uma grande região de abrangência. Vários trabalhos nacionais e internacionais demonstram a existência de interação genótipos x ambientes quando avaliado o desempenho de híbridos de milho quando avaliadas características agrônomicas e ou bromatológicas (GRALAK, 2011, OLIBONI et al., 2012; ZSUBORI et al., 2013).

Os quadrados médios de híbridos foram desdobrados em híbridos dentados e duros, havendo significância para maioria dos caracteres avaliados para ambos os grupos, (Tabelas 3, 4, 5). Resultados significativos evidenciam que dentro de cada grupo há variabilidade no padrão de desempenho dos híbridos, caracterizando a importância de avaliações em grupo e também do perfil individual de cada genótipo. Foi avaliada a significância do contraste duro vs dentado para todas as características, e vale destacar que quando há significância caracteriza-se comportamento diferenciado entre os grupos.

Os quadrados médios da interação ‘híbridos x locais’ foram desdobrados em híbridos dentados x locais, híbridos duros x locais e contraste (dentados vs duros) x locais’, cuja significância indica o comportamento diferenciado de cada grupo ou do contraste entre eles quando submetidos a diferentes condições de cultivo.

Os coeficientes de variação experimental variaram de 2,55% a 10,92%, classificando-se como baixos e médios segundo Scapim et al. (1995), evidenciando boa precisão na condução dos ensaios e confiabilidade nas inferências realizadas (Tabelas 3, 4, 5).

5.2 Características agronômicas

Os valores médios para as características agronômicas produtividade de grãos e produtividade de massa verde encontram-se na tabela 6.

A produtividade de grãos (PG) em Guarapuava (13.573 kg ha⁻¹) superou significativamente a obtida em Laranjeiras do Sul (12.117 kg ha⁻¹) (Tabela 6).

Em Guarapuava a PG oscilou 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 em produtividade frente os demais genótipos (Tabela 6). Em Laranjeiras do Sul as médias de PG oscilaram de 10.602 kg ha⁻¹ (30R50H) a 13.705 kg ha⁻¹ (AG 8025PRO), destacando-se os híbridos AG 8025PRO, AG 8041PRO e 2B587Hx, significativamente superiores aos demais genótipos (Tabela 6). Ao analisar estes resultados pode-se observar que em cada local, diferentes híbridos expressaram o maior potencial, caracterizando forte interação genótipos x ambientes.

Tabela 6. Médias da produtividade de grãos secos (PG) e produtividade de massa verde (PMV), relativas a 12 híbridos de milho avaliados em Guarapuava e Laranjeiras do Sul. UNICENTRO, 2014.

Híbridos		PG (kg ha ⁻¹)						PMV (kg ha ⁻¹)					
		Guarapuava			Laranjeiras do Sul			Guarapuava			Laranjeiras do Sul		
2B688Hx	F	13.321	b	A	12.185	b	B	68.781	c	A	56.438	b	B
AG 8025PRO	F	12.913	b	A	13.705	a	A	70.250	c	A	53.438	b	B
DKB 245PRO	F	14.378	a	A	11.410	c	B	76.638	a	A	49.013	c	B
32R48H	F	13.277	b	A	11.296	c	B	65.938	c	A	43.500	c	B
30R50H	F	15.001	a	A	10.602	c	B	73.438	b	A	46.063	c	B
SW3949 TL	F	13.371	b	A	12.241	b	B	72.963	b	A	54.175	b	B
DKB 240PRO	D	13.505	b	A	12.032	b	B	72.063	b	A	47.625	c	B
AG 8041PRO	D	13.162	b	A	13.037	a	A	78.088	a	A	62.713	a	B
P1630H	D	14.250	a	A	11.885	b	B	68.506	c	A	48.125	c	B
AS 1572PRO	D	13.656	b	A	12.426	b	B	77.538	a	A	56.125	b	B
32R22H	D	13.192	b	A	11.289	c	B	74.688	b	A	45.175	c	B
2B587Hx	D	12.853	b	A	13.302	a	A	68.550	c	A	49.625	c	B
Média Geral		13.573		A	12.117		B	72.286		A	51.001		B
Média F		13.710	a	A	11.895	b	B	71.334	b	A	50.434		B
Média D		13.436	b	A	12.327	a	B	73.238	a	A	51.564		B
CV%		2,12			6,41			4,24			6,33		

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).
¹F= Híbridos Duros e D= Híbridos Dentados

A interação dos genótipos com os ambientes ficou evidente perante o comportamento em PG do híbrido 30R50H, que esteve no grupo de melhor produtividade em Guarapuava e, em contrapartida, ficou no grupo de pior desempenho em Laranjeiras do Sul (Tabela 6).

As produtividades médias de grãos encontradas nos experimentos podem ser consideradas de elevada magnitude, com índices semelhantes a outras pesquisas realizadas nesta região com híbridos comerciais, com efeitos também significativos para interação genótipos x ambientes (PFFAN et al., 2009; OLIBONI et al., 2012).

Em Guarapuava o grupo de híbridos duros foi mais produtivo que os dentados, já em Laranjeiras do Sul o grupo dentado exibiu maior média de produtividade, novamente ficando evidente o efeito do ambiente sobre o comportamento dos genótipos (Tabela 6).

Quanto à produtividade de massa verde, Guarapuava superou Laranjeiras do Sul com 21.285 kg ha⁻¹ (Tabela 6), e todos os híbridos foram significativamente mais produtivos quando cultivados em Guarapuava. Para esta variável em Guarapuava formaram-se três grupos e as médias oscilaram de 65.938 kg ha⁻¹ (32R48H) a 78.088 kg ha⁻¹ (AG 8041PRO), em que os híbridos DKB 245 PRO, AG 8041PRO e AS 1572PRO mostraram-se superiores aos demais genótipos. Em Laranjeiras do Sul formaram-se também três grupos de médias, que

oscilaram de 43.500 kg ha⁻¹ (32R48H) a 62.713 kg ha⁻¹ para o híbrido AG 8041PRO, que superou significativamente os demais genótipos em PMV para este local (Tabela 6).

Somente houve diferença para médias de PMV entre os grupos duro e dentado em Guarapuava, onde o grupo dentado exibiu maior índice produtivo para o caráter (Tabela 6).

Novamente Guarapuava superou Laranjeiras do Sul em produtividade de massa seca, produzindo 5.855 kg ha⁻¹ a mais, e todos os híbridos foram mais produtivos (Tabela 7), ficando evidente que o ambiente exerce forte influência sobre o rendimento da cultura do milho.

As médias de PMS em Guarapuava oscilaram 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 oscilaram 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 7).

Os índices de PMS encontrados podem ser considerados elevados, de forma semelhante aos resultados obtidos por Oliveira et al. (2011b), quando avaliaram híbridos comerciais de milho contrastantes para textura de grãos no Norte do Paraná com 27,7 t ha⁻¹ de produtividade média.

Não houve diferença na média de PMS entre os grupos de híbridos de forma semelhante aos resultados de Oliveira et al. (2011b) e Pereira et al. (2012), quando avaliaram híbridos de milho brasileiros contrastantes para textura de grãos.

A produtividade de grãos no ponto de silagem (PGS) foi superior em Guarapuava (10.919 kg ha⁻¹) frente a Laranjeiras do Sul (9.879 kg ha⁻¹) da mesma forma que para PG, PMV e PMS (Tabela 7). Em Guarapuava as médias de PGS oscilaram de 9.626 kg ha⁻¹ (AS 1572PRO) a 12.100 kg ha⁻¹ (AG 8025PRO) (Tabela 7). Em Laranjeiras do Sul as médias de PGS oscilaram de 8.501 kg ha⁻¹ (32R48H) a 11.579 kg ha⁻¹ (30R50H) (Tabela 7). 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.

Tabela 7. Médias para produtividade de massa seca (PMS), produtividade de grãos no ponto de silagem (PGS) e produtividade de massa seca degradável (PMSD) referente a 12 híbridos de milho avaliados em Guarapuava e Laranjeiras do Sul. UNICENTRO, 2014.

Híbridos		PMS (kg ha ⁻¹)				PGS (kg ha ⁻¹)				PMSD (kg ha ⁻¹)			
		Guarapuava		Laranjeiras do Sul		Guarapuava		Laranjeiras do Sul		Guarapuava		Laranjeiras do Sul	
2B688Hx	F	25.190	a A	20.379	b B	10.955	b A	10184	b A	15.981	c A	13.780	b B
AG 8025PRO	F	26.202	a A	20.476	b B	12.100	a A	10194	b B	14.362	d A	12.354	c B
DKB 245PRO	F	24.372	b A	18.133	c B	10.486	b A	9361	c A	15.982	c A	10.376	d B
32R48H	F	23.648	b A	16.635	d B	11.568	a A	8501	c B	14.871	d A	10.903	d B
30R50H	F	25.627	a A	16.841	d B	10.568	b A	11579	a A	17.183	b A	10.926	d B
SW3949 TL	F	24.819	b A	19.611	b B	11.266	a A	9526	c B	16.319	c A	13.261	b B
DKB 240PRO	D	24.374	b A	18.306	c B	11.344	a A	10255	b A	15.363	d A	13.271	b B
AG 8041PRO	D	26.793	a A	22.611	a B	11.677	a A	9272	c B	17.957	b A	15.449	a B
P1630H	D	23.363	b A	18.685	c B	10.646	b A	9340	c B	15.961	c A	13.672	b B
AS 1572PRO	D	27.005	a A	19.742	b B	9.626	b B	11211	a A	19.106	a A	13.474	b B
32R22H	D	23.611	b A	16.870	d B	10.613	b A	9193	c B	16.469	c A	11.854	c B
2B587Hx	D	23.000	b A	19.463	b B	10.180	b A	9936	c A	15.767	c A	12.716	b B
Média		24.834	A	18.979	B	10.919	A	9.879	B	16.277	A	12.670	B
Média F		24.976	A	18.679	B	10.923		9.831		15.783	b A	11.933	b B
Média D		24.690	A	19.279	B	10.589		9.948		16.770	a A	13.406	a B
CV%		5,00		6,57		7,68		7,75		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).
¹F= Híbridos Duros e D= Híbridos Dentados

Várias pesquisas apontam que o grão possui grande importância na silagem, por representar mais de 40% do produto final, além de ser o componente de maior participação na massa seca (GRALAK, 2011; PEREIRA et al., 2012; SANTOS, 2012). Isto se confirmou nesta pesquisa em 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 7). Para as médias de PGS não houve diferença entre os grupos dentado e duro nos dois locais experimentais (Tabela 7), da mesma forma que os resultados encontrados por Pereira et al. (2012), evidenciando que a vitreosidade não afeta a proporção de grãos na massa ensilada no momento da ensilagem.

As maiores produtividades de grãos, massa verde e massa seca em Guarapuava podem ser justificadas em primeiro momento, pela maior disponibilidade de água dos 40 aos 60 dias após a semeadura com 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 (MAGALHÃES, 2006). O segundo provável motivo é o fato

de plantas de milho apresentarem maiores produtividades em locais de maiores altitudes, associadas a temperaturas diurnas de 25°C a 30°C e noturnas inferiores a 20°C (DURÃES, 2007). Guarapuava está a 1100 metros de altitude e possui características de temperatura semelhantes às descritas anteriormente (Figura 1), e possui termoperiodicidade (dias quentes e noites frias), que é altamente desejável para a cultura do milho. Já Laranjeiras do Sul está a 700 metros 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 (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000). Estes autores afirmam que tais condições podem também reduzir o rendimento da cultura, pela redução do ciclo das plantas, causada pelo incremento na soma térmica. Diante disso pode-se inferir que no local de Guarapuava as plantas de milho estavam sob melhores condições para deposição de carboidratos nos grãos e assim manifestar melhor potencial produtivo.

Com a obtenção das informações de produtividade de massa seca e digestibilidade da massa seca de um grupo de híbridos para ensilagem, torna-se possível determinar a produtividade de massa seca degradável (PMSD), constando de uma estimativa que permite dar um parecer final sobre o real potencial de um genótipo para produção de silagem, pois representa o quanto é efetivamente aproveitado pelo animal (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 7). Este resultado é justificado pela maior produtividade de grãos e de massa seca em Guarapuava, sendo que o padrão de digestibilidade da forragem para ambos os locais não diferiu significativamente (Tabela 8).

Em Guarapuava as médias de PMSD oscilaram de 14.362 kg ha⁻¹ (AG 8025PRO) a 19.106 kg ha⁻¹ (AS 1572PRO) e formaram-se três grupos (Tabela 7). Da mesma forma, em Laranjeiras do Sul formaram-se três grupos para PMSD, e as médias oscilaram 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) e AG 8041PRO (15.449 kg ha⁻¹) em Guarapuava e Laranjeiras do Sul, respectivamente, com desempenho significativamente superior aos demais genótipos (Tabela 7).

Os resultados médios de PMSD (16.277 e 12.670 kg ha⁻¹) obtidos neste trabalho podem ser considerados elevados em nível de Brasil, pois em muitos trabalhos são conseguidos valores semelhantes apenas para produtividade de massa seca de híbridos de milho (OLIVEIRA et al., 2007a; MENDES et al., 2008).

A PMSD do grupo de híbridos dentados foi superior em ambos os locais (Tabela 7), demonstrando que embora não se tenha constatada diferença na PMS, o grupo dentado superou o grupo duro em produtividade de material degradável, devendo-se isto maior digestibilidade de sua massa seca.

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.

5.3 Análises do valor nutricional

Uma característica de elevada relevância estudada em híbridos destinados à produção de silagem na atualidade é a textura dos grãos, avaliada com boa precisão por meio da vitreosidade determinada com a dissecação manual, método este bastante empregado para classificar genótipos de milho quanto ao percentual de endosperma vítreo e farináceo nos grãos (CORREA et al., 2002; FIGUEIREDO et al., 2010; PIOVESAN et al., 2011).

Para vitreosidade nos grãos, Guarapuava (66,7%) superou Laranjeiras do Sul (65,2%), demonstrando que houve efeito do ambiente na manifestação deste caráter (Tabela 8).

Quanto à vitreosidade, em Guarapuava, as médias oscilaram de 58,5% (AG 8041PRO) a 75,2% (30R50H), formando três grupos entre os genótipos (Tabela 8). Os híbridos DKB 240PRO, AG 8041PRO, P1630H e AS 1572PRO, apresentaram significativamente os menores valores para vitreosidade frente os demais genótipos, e podem ser caracterizados como genótipos de grãos mais dentados (Tabela 8).

Tabela 8. Médias da vitreosidade em grãos, digestibilidade de grãos e digestibilidade da forragem de planta inteira em 24h de incubação ruminal, relativas a 12 híbridos de milho avaliados em Guarapuava e Laranjeiras do Sul. UNICENTRO, 2014.

Híbridos		Vitreosidade (%)						Digestibilidade Grãos (%)						Digestibilidade Forragem(%)					
		Guarapuava			Laranjeiras do Sul			Guarapuava			Laranjeiras do Sul			Guarapuava			Laranjeiras do Sul		
2B688Hx	F	66,6	b	A	67,3	b	A	49,6	c	A	51,5	c	A	63,4	b	B	67,6	b	A
AG 8025PRO	F	69,0	b	A	70,6	a	A	57,5	b	A	54,3	b	A	54,8	c	B	60,3	c	A
DKB245PRO	F	67,6	b	A	69,6	a	A	53,2	b	A	45,1	c	B	65,6	b	A	57,2	c	B
32R48H	F	74,6	a	A	74,5	a	A	48,0	c	A	50,4	c	A	63,0	b	A	65,6	b	A
30R50H	F	75,2	a	A	69,7	a	B	58,9	b	A	47,6	c	B	67,1	a	A	64,9	b	A
SW3949 TL	F	68,0	b	A	65,8	b	A	57,8	b	A	46,5	c	B	65,7	b	A	67,6	b	A
DKB240PRO	D	58,9	c	A	62,3	c	A	59,1	b	A	57,3	b	A	63,1	b	B	72,5	a	A
AG 8041PRO	D	58,5	c	A	58,1	c	A	49,6	c	A	46,2	c	A	67,1	a	A	68,3	b	A
P1630H	D	62,7	c	A	50,1	d	B	69,9	a	A	64,3	a	B	68,3	a	B	73,3	a	A
AS 1572PRO	D	59,4	c	A	57,8	c	A	56,2	b	A	57,4	b	A	70,8	a	A	68,3	b	A
32R22H	D	69,6	b	A	65,9	b	A	54,2	b	A	54,2	b	A	69,7	a	A	70,3	a	A
2B587Hx	D	70,0	b	A	70,5	a	A	54,4	b	A	44,6	c	B	68,6	a	A	65,4	b	A
Média Geral		66,7		A	65,2		B	55,7		A	51,6		B	65,6		A	66,8		A
Média F		70,1	a		69,5	a	B	54,1	b	A	49,2	b	B	63,2	b		63,8	b	
Média D		63,1	b	A	60,7	b	B	57,2	a	A	54,0	a	B	67,9	a	A	69,6	a	B
CV%		4,04			5,35			3,91			5,89			2,35			2,74		

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).
¹F = Híbridos Duros e D = Híbridos Dentados

Em Laranjeiras do Sul as médias de vitreosidade oscilaram 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 8). Vale ressaltar que estes quatro híbridos são caracterizados pelos seus obtentores como portadores de grãos dentados, estando em conformidade com os resultados desta pesquisa.

Os híbridos 32R22H e 2B587Hx são classificados pelos obtentores como portadores de grãos dentados, mas não exibiram este comportamento nestas condições de estudo, enquadrando-se, portando, na classe de híbridos de endosperma duro (Tabela 8).

Os valores médios de vitreosidade encontrados neste estudo para híbridos duros (70,1 e 69,2%) são semelhantes aos valores médios encontrados por Piovesan et al. (2011) (69,3%) e Correa et al. (2002) (73,1%). Os valores de vitreosidade para híbridos dentados neste estudo

com 63,1% e 60,7% em Guarapuava e Laranjeiras do Sul (Tabela 8), também se assemelham aos encontrados por Correa et al. (2002), cuja média foi 64,2%, para híbridos brasileiros de menor vitreosidade. Percebe-se com estes resultados que não houve grande mudança em valores médios no padrão de vitreosidade nos últimos 10 anos nos híbridos brasileiros, embora resultados de pesquisa venham demonstrando a superioridade na eficiência para alimentação animal quando se empregam híbridos dentados para a produção de silagem. Vale destacar que nesta pesquisa foram constatados híbridos com baixos percentuais de vitreosidade como AS 1572PRO (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, demonstrando que híbridos brasileiros podem avançar muito nesse aspecto.

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 (KOTARSKI et al., 1992; MOMANY et al., 2006; PIOVESAN et al., 2011).

Relacionado à digestibilidade de grãos, Guarapuava (55,7%) mostrou-se significativamente superior a Laranjeiras do Sul (51,6%) (Tabela 8).

Em Guarapuava formaram-se três grupos de médias, que oscilaram de 48,0% (32R48H) a 69,9% (P1630H), e este último híbrido destacou-se, e, superou significativamente os demais genótipos para esta característica (Tabela 8). Em Laranjeiras do Sul também se formaram três grupos e as médias oscilaram de 44,6% (2B587Hx) a 64,3% (P1630H) (Tabela 8). Vale destacar o desempenho do híbrido P1630H (grãos dentados), que esteve no grupo de menor vitreosidade em ambos os locais, e superou significativamente os demais genótipos para digestibilidade de grãos em Guarapuava e Laranjeiras do Sul (Tabela 8). Este resultado sugere que maior proporção de endosperma farináceo resulta em melhor digestibilidade do grão.

A digestibilidade dos grãos foi realizada com grãos cortados em quatro partes, objetivando simular a ensilagem conforme descrito em Pereira et al. (2004). No entanto, o resultado médio 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 milímetros, com incubação ruminal no tempo de 24h.

É importante destacar que na análise da digestibilidade ruminal da forragem e dos grãos nesta pesquisa, foi empregado o tempo de incubação ruminal de 24h. Este procedimento permite obter bons resultados, pois trabalhos de pesquisa demonstram haver alta correlação entre a digestibilidade *in situ* entre 24 e 96 horas de incubação, dispensando avaliações mais demoradas e onerosas (GOMES et al., 2004; MENDES et al., 2008).

A digestibilidade dos grãos do grupo de híbridos dentados foi superior à do grupo de híbridos duros em ambos os locais (Tabela 8). 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. Estes autores atribuíram esta resposta à melhor digestibilidade do amido nos híbridos dentados. Em pesquisas mais recentes como a de Santos (2012) e Pereira et al. (2011), estes resultados foram reforçados com maior média de digestibilidade para grãos de híbridos dentados. Dessa forma, o uso de híbridos com grãos dentados deve ser preferido para confecção de silagem, pois certamente se obterão vantagens em digestibilidade dos grãos que pode resultar na maior digestibilidade da planta inteira.

A digestibilidade da forragem de planta inteira não foi influenciada pelo ambiente de cultivo (Tabela 8). Para a digestibilidade da forragem em Guarapuava formaram-se três grupos de médias, que oscilaram de 54,8% (AG 8025PRO) a 70,8% (AS 1572PRO) (Tabela 8). Da mesma forma, em Laranjeiras do Sul houve a formação de três grupos e as medias oscilaram de 57,2% (DKB 245PRO) a 73,3% (P1630H) (Tabela 8).

Cabe destacar o bom desempenho dos híbridos 32R22H e P1630H, classificados no grupo de maior digestibilidade da forragem em ambos os locais. A significância da interação ‘híbridos x locais’ evidencia o comportamento diferenciado dos híbridos 2B688Hx, AG 8025PRO, DKB 240PRO e P1630H, com desempenho inferior em Guarapuava e DKB 245PRO com desempenho inferior em Laranjeiras do Sul, demonstrando também a importância da realização de estudos regionalizados (Tabela 8).

Os valores médios da digestibilidade ruminal da forragem (66,2%) em 24h de incubação, foram mais elevados dos que os encontrados por Santos (2012) com média geral de 52,3% e Mendes et al. (2008) com media geral de 49,55%. Cabe destacar que em ambas as pesquisas citadas os genótipos pertencentes ao grupo de grãos dentados mantiveram-se no grupo de melhor desempenho para digestibilidade de planta inteira. Na presente pesquisa os valores mais elevados para digestibilidade da forragem foram também encontrados em genótipos pertencentes ao grupo de grãos dentados (Tabela 8).

A digestibilidade da planta inteira é considerada de extrema importância e deve ser uma ferramenta empregada 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 (GOMES et al., 2004; MENDES et al., 2008; PEREIRA et al., 2011).

Outro fator que torna importante o emprego da digestibilidade da planta inteira como uma ferramenta 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 (GOMES et al., 2004).

O grupo de híbridos dentados mostrou-se superior, em média, ao grupo de híbridos duros também para digestibilidade da planta inteira, conforme ocorrido para a digestibilidade dos grãos (Tabela 8). A maior digestibilidade da forragem pode-se atribuir à maior digestibilidade dos grãos, que são componentes que compõem grande parte da massa seca e, portanto com 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; PEREIRA et al., 2011; SANTOS, 2012; ZSUBORI et al., 2013).

O efeito do local na digestibilidade da forragem e grãos merece destaque, pois Guarapuava demonstrou maiores índices frente a Laranjeiras do Sul. Este fato que pode ser atribuído as melhores condições para cultura do milho, pela maior altitude e noites mais frias, o que proporciona maior aporte de carboidratos (DURÃES, 2007; FANCELLI e DOURADO NETO, 2000) e assim certamente facilita o predomínio de carboidratos não fibrosos de alta digestibilidade.

Foram também avaliados os teores de FDNF e FDNG, cujas médias para os híbridos estão apresentados na Tabela 9.

Os teores médios de FDNF não diferiram na média dos dois locais, cujos valores foram 54,8% e 53,6% em Guarapuava e Laranjeiras do Sul, respectivamente (Tabela 9). Em Guarapuava os teores de FDN da forragem oscilaram 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 FDNF, cujas médias oscilaram de 45,2% (P1630H) a 62,3% (DKB 245PRO) (Tabela 9).

Tabela 9. Médias dos valores de fibra em detergente neutro da forragem (FDNF) e de grãos (FDNG), e fibra em detergente ácido da forragem (FDAF) e de grãos (FDAG), referente a 12 híbridos de milho avaliados em Guarapuava e Laranjeiras do Sul. UNICENTRO, 2014.

Híbridos	FDNF (%)				FDNG (%)				FDAF (%)	FDAG (%)											
	Guarapuava		Laranjeiras do Sul		Guarapuava		Laranjeiras do Sul		Conjunta	Guarapuava		Laranjeiras do Sul									
2B688Hx	F	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
AG 8025PRO	F	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
DKB 245PRO	F	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	F	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	F	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	F	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	D	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
AG 8041PRO	D	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	D	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	D	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	D	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	D	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
Média F		55,3			53,9			10,3	b	B	12,1	a	A	27,5	a	3,20		B	3,68		A
Média D		54,3			53,2			11,4	a		11,3	b		26,5	b	3,4			3,6		
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).
¹F = Híbridos Duros e D = Híbridos Dentados

Os grupos de híbridos duros e dentados não diferiram quanto ao teor de FDNF em ambos os locais (Tabela 9). Mendes et al. (2008) também não constataram diferença no teor de FDNF da planta inteira quando foram comparados grupos de híbridos comerciais duros e dentados. Da mesma forma Ramos et al. (2009) não observaram diferença no teor de FDN quando avaliaram híbridos de milho de endosperma duro e dentado, no estado de Minas Gerais.

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). O impacto de maiores teores de FDN em silagem de milho, na alimentação de bovinos foi verificado por Neumann et al. (2003) quando avaliaram 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 animal.

Maiores teores de FDNF em Guarapuava, foram dos híbridos 2B688Hx, AG 8025PRO, 30R50H, DKB 240PRO e 2B587Hx, já em Laranjeiras do Sul maiores teores de FDN foram dos híbridos DKB 245PRO, 30R50H e 2B587Hx (Tabela 9), constando em uma característica indesejável para produção de silagem. Os demais híbridos para ambos os locais classificaram-se no grupo de menores teores de FDNF sendo, portanto promissores para confecção de silagem com resultados próximos do que sugere a literatura (Tabela 9).

Os teores médios de FDNF 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. Entretanto, os resultados encontrados são próximos aos encontrados por Oliveira et al. (2011b), cujo teor médio de FDN foi de 55%, Zsubori et al. (2013) que avaliaram diferentes híbridos de milho na Europa com média de 54%, Gralak (2011) que obteve média geral de 51% no Paraná e Pereira et al. (2012) com média geral de 50% 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 a este fato aos maiores teores de FDN.

Quanto aos teores de FDNG, Guarapuava (10,8%) exibiu média significativamente inferior a Laranjeiras do Sul (11,7%) (Tabela 9). As médias do teor de FDNG oscilaram de 8,7% (32R48H) a 12,7% (SW3949 TL) em Guarapuava, formando-se três grupos (Tabela 9). Da mesma forma, em Laranjeiras do Sul formaram-se três grupos de médias, que oscilaram de 10,2% (32R48H) a 14,2 (2B688Hx) (Tabela 9). Os valores obtidos são corroborados pelos obtidos por Zilic et al. (2011), quando avaliaram a composição fibrosa dos grãos de diferentes milhos, e encontraram variação de 11,0 a 14,7% para teor de FDN.

Em Guarapuava foi constatado maior teor de FDNG no grupo de híbridos dentados, contrariamente ao ocorrido em Laranjeiras do Sul onde ocorreram maiores teores de FDNG no grupo de híbridos duros, o que demonstra a influência do ambiente na composição fibrosa dos grãos (Tabela 9).

Com relação aos teores médios de FDAF não houve efeito significativo da interação híbridos x locais, assim foi apresentado o valor médio da análise conjunta (Tabela 9). O teor médio de FDAF foi de 27%, e todos os híbridos apresentaram teores inferiores a 30%. Destacaram-se os híbridos 32R48H, P1630H e 2B587Hx, com menores teores de FDAF frente os demais híbridos, constando em uma característica desejável para confecção de

silagem por ser o FDA representado por componentes de baixa digestibilidade (MELLO et al., 2005). 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 (FANCELLI e DOURADO-NETO, 2000).

O teor médio de FDAG foi significativamente inferior em Guarapuava (Tabela 9). Em Guarapuava os teores médios de FDAG oscilaram de 2,73% (32R48H) a 3,64% (30R50H), formando dois grupos de médias (Tabela 9). Em Laranjeiras do Sul os teores de FDAG oscilaram de 3,04% (DKB 245PRO) a 4,72% (2B688Hx), formando quatro grupos de médias (Tabela 9). Os teores médios de FDAG de diferentes híbridos de milho contrastantes para textura do endosperma obtidos por Zilic et al. (2011) oscilaram de 3,63 a 4,76%, corroborando com os resultados da presente pesquisa.

Não foi verificada diferença significativa entre as médias dos grupos de híbridos duros e dentados para FDAG (Tabela 9). Piovesan et al. (2011) avaliaram a composição química de grãos de milho duro se semiduro e também não constataram diferenças para o teor de FDN e FDA. Estes autores destacaram que o valor nutricional de grãos de milho semidentados e duros são semelhantes, no entanto diferem na forma em que as moléculas que compõem o grão estão arranjadas no endosperma.

Não houve efeito significativo da interação ‘híbridos x locais’ para os teores de proteína bruta nos grãos e na forragem e, desta forma, foram apresentados os valores médios da análise conjunta (Tabela 10).

Para o teor de proteína na forragem não houve diferença significativa entre os tratamentos, com 6,37% de media geral (Tabela 10). Em trabalhos de pesquisa com silagem de híbridos brasileiros, normalmente não se tem constatado grandes variações nos teores de proteína, com valores similares aos encontrados neste trabalho em diversas pesquisas (RIBAS et al., 2007; MENDES et al., 2008; GRALAK, 2011; OLIVEIRA et al., 2011a).

Os resultados obtidos neste trabalho e em outros desenvolvidos no Brasil (RIBAS et al., 2007; MENDES et al., 2008; GRALAK, 2011; OLIVEIRA et al., 2011a) demonstraram que os teores de proteína na forragem são inferiores aos encontrados em híbridos Europeus e Norte Americanos, conforme observado na pesquisa de Arriola (2006) realizada na Florida, cujos teores médios de proteínas nas silagens oscilaram de 8,4 a 9,0% e Zsubori et al. (2013) que constataram variação de 8,5 a 9,0% nos teores de proteína bruta de híbridos de milho para

ensilagem na Hungria. Estes resultados são atribuídos à base genética dos híbridos utilizados em clima temperado.

Tabela 10. Médias dos teores de proteína bruta da forragem (PBF) e de grãos (PBG), matéria mineral na forragem (MMF) e matéria mineral nos grãos (MMG), relativas a 12 híbridos de milho avaliados em Guarapuava e Laranjeiras do Sul. UNICENTRO, 2014.

Híbridos		PBF (%)		PBG (%)		MMF (%)				MMG (%)						
		Conjunta		Conjunta		Guarapuava		Laranjeiras do Sul		Guarapuava		Laranjeiras do Sul				
2B688Hx	F	6,32	7,90	b	2,62	a	A	2,61	a	A	0,88	a	A	0,91	a	A
AG 8025PRO	F	6,19	7,22	b	2,38	b	A	1,75	d	B	0,92	a	A	0,69	b	B
DKB 245PRO	F	6,17	7,37	b	2,71	a	A	2,69	a	A	0,74	c	A	0,67	b	A
32R48H	F	6,12	7,78	a	2,23	b	A	2,02	c	A	0,88	a	A	0,87	a	A
30R50H	F	6,67	7,76	a	2,67	a	A	2,40	b	B	0,92	a	A	0,72	b	B
SW3949 TL	F	6,17	7,10	b	2,38	b	A	2,49	b	A	0,81	b	A	0,86	a	A
DKB 240PRO	D	6,69	7,11	c	2,51	b	A	1,98	c	B	0,88	a	A	0,79	a	A
AG 8041PRO	D	6,30	7,12	c	2,33	b	A	2,28	b	A	0,69	c	A	0,73	b	A
P1630H	D	6,29	7,37	c	2,49	b	A	1,69	d	B	0,91	a	A	0,82	a	B
AS 1572PRO	D	6,41	7,92	c	2,57	a	A	2,27	b	B	0,81	b	A	0,76	b	A
32R22H	D	6,44	8,23	b	2,72	a	A	2,45	b	B	0,82	b	A	0,81	a	A
2B587Hx	D	6,73	7,95	b	2,82	a	A	2,33	b	B	0,97	a	A	0,76	b	B
Média Geral		6,37	7,56		2,53		A	2,24		B	0,85		A	0,78		B
Média F		6,27	7,52		2,49		A	2,32	a	B	0,86		A	0,78		B
Média D		6,47	7,61		2,56		A	2,16	b	B	0,84		A	0,77		B
CV%		8,05	6,5		6,62			8,66			6,61			9,00		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott- Knott ($P < 0,05$).
¹F = Híbridos Duros e D = Híbridos Dentados

Para os teores de proteína nos grãos houve a formação de dois grupos de médias, cujos valores oscilaram de 7,10% (SW3949 TL) a 8,23% (32R22H), não havendo grande magnitude de diferença entre os híbridos. Estes resultados sugerem que o teor de proteína nos grãos não é um fator de grande influência na qualidade da silagem quando refere-se ao fornecimento proteico.

Os teores de proteínas encontradas nos grãos foram inferiores aos resultados encontrados por Zilic et al. (2011) em trabalhos com híbridos europeus com teores variando de 10,1 a 13,2%. Schaefer et al. (2013), avaliando híbridos de milho norte americanos obtiveram média de 13% de proteína nos grãos, superando também os teores encontrados nesta pesquisa. Piovesan et al. (2011) avaliaram híbridos brasileiros semidentados e duros e obtiveram teores médios de proteína (9%) também inferiores aos resultados observados nas

pesquisas descritas anteriormente, podendo-se atribuir a característica de menores teores proteicos nos grãos ao tipo de germoplasma utilizado da mesma forma que para PBF.

Piovesan et al. (2011) não constataram diferença nos teores médios de proteínas nos grãos dos grupos de híbridos duros e semidentados, da mesma forma que o ocorrido com a presente pesquisa onde não houve diferença entre os grupos duros e dentados para o teor de PBG (Tabela 10).

Para matéria mineral na forragem houve efeito significativo do local e Guarapuava apresentou média superior a Laranjeiras do Sul (Tabela 10). Em Guarapuava formaram-se dois grupos, com médias variando de 2,33% (AG 8041PRO) a 2,82% (2B587Hx) (Tabela 10). Em Laranjeiras do Sul formaram-se quatro grupos de médias, que oscilaram de 1,69% (P1630H) a 2,69% (DKB 245PRO) (Tabela 10). Os valores médios da matéria mineral na forragem são semelhantes aos encontrados por Pereira et al. (2007), embora estes autores não constataram diferença significativa entre diferentes híbridos de milho avaliados.

Para a característica matéria mineral (ou cinzas) nos grãos (MMG), houve efeito significativo do local, sendo que Guarapuava apresentou maior teor médio frente a Laranjeiras do Sul (Tabela 10). Em Guarapuava formaram-se três grupos de médias com variação de 0,69% (AG 8041PRO) a 0,97% (2B688Hx) (Tabela 10). Em Laranjeiras do Sul formaram-se dois grupos de médias, com variação de 0,67% (DKB 245PRO) a 0,91% (2B688Hx) (Tabela 10).

Não houve diferença nos teores médios de MMG entre os grupos de híbridos duros e dentados (Tabela 10), a exemplo dos resultados obtidos por Piovesan et al. (2011) que também não constataram diferenças para o teor de matéria mineral quando compararam híbridos duros e semidentados. Estes autores avaliaram fielmente a composição química dos grãos destes dois grupos de híbridos e constaram que são semelhantes entre si, inclusive para teores de amido, amilose e amilopectina. Estes resultados sugerem que a textura do endosperma obrigatoriamente não altera a composição nutricional do grão.

As médias dos teores de massa seca da forragem (MSF) e de massa seca de grãos no ponto de silagem (MSGs) estão apresentadas na Tabela 11. O teor de MSF é uma característica de elevada importância para obtenção de silagem de qualidade e também permite inferir se as plantas foram colhidas no ponto correto.

Os teores médios de MSF foram menores em Guarapuava (34,4%) frente a Laranjeiras do Sul (37,3%). Os teores médios de MSF em Guarapuava oscilaram de 31,6% (32R22H) a

37,2% (AG 8025PRO) e em Laranjeiras do Sul oscilaram de 35,1% (AS 1572PRO) a 39,2% (2B587Hx), conforme exposto na Tabela 11.

Tabela 11. Médias dos teores, de massa seca da forragem (MSF), e de grãos no ponto de silagem (MSGs), relativo a 12 híbridos de milho avaliados em Guarapuava e Laranjeiras do Sul. UNICENTRO, 2014.

Híbridos		MSF (%)				MSGs (%)			
		Guarapuava		Laranjeiras do Sul		Guarapuava		Laranjeiras do Sul	
2B688Hx	F	36,6	d A	36,1	a A	61,4	a A	55,4	c B
AG 8025PRO	F	37,2	d A	38,3	b A	64,2	a A	61,5	a B
DKB 245PRO	F	31,8	a B	36,9	a A	57,8	b B	62,4	a A
32R48H	F	35,8	c B	38,2	b A	63,1	a A	61,3	a A
30R50H	F	34,8	c A	36,5	a A	63,4	a A	63,2	a A
SW3949 TL	F	34,1	b B	36,2	a A	56,8	b B	61,9	a A
DKB 240PRO	D	33,8	b B	38,4	b A	57,9	b A	59,8	a A
AG 8041PRO	D	34,3	b B	36,1	a A	63,1	a A	61,8	a A
P1630H	D	34,1	b B	38,8	b A	56,2	b A	55,0	c A
AS 1572PRO	D	34,8	c A	35,1	a A	61,7	a A	58,9	b B
32R22H	D	31,6	a B	37,3	a A	58,7	b A	58,4	b A
2B587Hx	D	33,6	b B	39,2	b A	58,8	b B	62,8	a A
Média Geral		34,4	B	37,3	A	60,3		60,2	
Média F		35,1	a B	37,1	A	59,4	b	59,5	b
Média D		33,7	b B	37,5	A	61,1	a	60,9	a
CV%		3,10		3,61		1,15		3,65	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott- Knott ($P < 0,05$).
 †F = Híbridos Duros e D = Híbridos Dentados

Resultados de pesquisa indicam que o teor de massa seca ideal para a ensilagem varia de 30 a 37%, para que haja boa fermentação e supressão na atividade de bactérias *Clostridium spp.* (KUNG et al., 1993). Estudos mais recentes apontam que se pode obter silagem de milho de qualidade com teores de massa seca variando de 30 a 40%, preferencialmente no estágio de grãos farináceos duros, devendo-se, portanto, dispor de equipamentos eficientes na picagem e compactação do material (FACTORI, 2008; OLIVEIRA et al., 2011a; HUHTANEN et al., 2013). Desta forma, todos os híbridos nesta pesquisa apresentaram teores adequados de massa seca para confecção de silagem de qualidade.

Em relação aos teores de MSGs não houve diferença significativa na média dos ambientes de cultivo (Tabela 11). Em Guarapuava os teores de MSGs oscilaram de 56,2% (P1630H) a 64,2% (AG 8025PRO) (Tabela 11). Em Laranjeiras do Sul os teores de MSGs oscilaram 55,4% (2B688Hx) a 63,2% (30R50H).

Os teores de umidade dos grãos ficaram próximos a 40% em todos os genótipos avaliados (Tabela 11). Desta forma, pode-se inferir que o momento de colheita foi adequado para os experimentos em ambos os locais, conforme os resultados de Carvalho (2013) em que os híbridos comerciais foram colhidos no estágio de $\frac{3}{4}$ da linha do leite e verificou teores médios de umidade nos grãos de 40%. Estes autores aconselham a colheita de híbridos para silagem de acordo com o teor de massa seca, pois diferentes híbridos e condições ambientais podem influenciar o teor de massa seca do grão em uma mesma linha do leite (CARVALHO, 2013).

A resposta do uso de diferentes híbridos quando submetido a diferentes ambientes fica evidente quando se observa o comportamento dos genótipos 2B688Hx, AG 8025PRO e AS 1572PRO que manifestaram menor teor de MSG em Laranjeiras do Sul (Tabela 11). De maneira inversa os híbridos DKG 245PRO, SW3949 TL e 2B587Hx manifestaram menor teor de MSG em Guarapuava (Tabela 11).

5.3 Contrastes entre grupos de híbridos

O emprego de contrastes é uma maneira simples de analisar dados experimentais para obtenção de resultados referentes a efeitos principais e efeitos de comparação entre grupos de tratamentos (NOGUEIRA, 2004).

Na Tabela 12 valores negativos (-) indicam superioridade numérica do grupo de híbridos dentados e positivos (+) superioridade para o grupo de híbridos duros.

O contraste para produtividade de grãos, envolvendo os grupos de híbridos em Guarapuava foi significativo, com superioridade do grupo duro ($273,94 \text{ kg ha}^{-1}$) frente o grupo dentado. Já em Laranjeiras do Sul o grupo dentado foi superior ($-421,72 \text{ kg ha}^{-1}$) em rendimento de grãos frente ao grupo duro (Tabela 12). Vale ressaltar que a estimativa do contraste foi de baixa magnitude para ambos os locais.

O contraste da PMV foi significativo somente para Guarapuava, onde a média do grupo de híbridos de grãos dentados superou o a média do grupo de grãos duros (Tabela 12). Já para a PMS não houve significância dos contrastes entre as médias dos grupos em ambos os locais (Tabela 12).

Tabela 12. Estimativas e significâncias dos contrastes entre os grupos de híbridos de grãos duros e dentados, para produtividade de grãos (PG), produtividade de massa verde (PMV), produtividade de massa seca (PMS), produtividade de grãos no ponto de silagem (PGS), produtividade de massa seca digestível (PMSD), vitreosidade (VIT), digestibilidade *in situ* de grãos (DEGG) e da forragem (DEGF), fibra em detergente neutro da forragem (FDNF) e de grãos (FDNG), fibra em detergente ácido da forragem (FDAF) e de grãos (FDAG), teor de proteína bruta da forragem (PBF) e de grãos (PBG), matéria mineral na forragem (MMF) e nos grãos (MMG), teor de massa seca da forragem (MSF) e nos grãos no ponto de silagem (MSGs) referente a 12 híbridos de milho avaliados Guarapuava e Laranjeiras do Sul. UNICENTRO, 2014.

Variável	Guarapuava		Laranjeiras do Sul		Conjunta	
	Duro vs Dentado	P contraste	Duro vs Dentado	P contraste	Duro vs Dentado	P contraste
	---kg ha ⁻¹ ---		---kg ha ⁻¹ ---			
PG	273,94	0,02	-421,72	0,00	-	-
PMV	-1.904,17	0,04	-1.127,08	0,22	-	-
PMS	285,57	0,43	-600,25	0,10	-	-
PGS	-8,11	0,97	95,3	0,68	-	-
	----%----		----%----			
VIT	6,97	0,00	8,82	0,00	-	-
DEGG	-4,78	0,01	-3,09	0,00	-	-
DEGF	-5,79	0,00	-4,65	0,00	-	-
FDNF	0,98	0,40	0,72	0,53	-	-
FDNG	-1,08	0,00	0,76	0,00	-	-
FDAF	-	-	-	-	0,96	0,01
FDA G	-0,20	0,07	0,05	0,63	-	-
PBF	-	-	-	-	-0,21	0,06
PBG	-	-	-	-	-0,09	0,87
MMF	-0,07	0,16	0,16	0,00	-	-
MMG	0,01	0,54	0,01	0,68	-	-
MS	1,37	0,00	-0,43	0,22	-	-
MSGs	1,68	0,00	1,49	0,00	-	-
	----kg ha ⁻¹ ---		----kg ha ⁻¹ ---			
PMSD	-1.472,0	0,00	-987,69	0,00	-	-

P: significância do efeito do contraste para o teste de F.

Os contrastes referentes à PG, PMV e PMS demonstram que os híbridos de grãos dentados apresentaram potencial produtivo semelhante aos híbridos de grãos duros avaliados. Estes resultados se assemelham aos resultados obtidos por Mendes et al. (2008) que avaliaram isoladamente grupos de híbridos de grãos duros, dentados e semidentados e verificaram desempenho médio similar entre eles para rendimento de grãos, massa verde e massa seca diferindo porém quanto a características bromatológicas. Santos (2012) comparou híbridos dentados e duros quanto ao rendimento de grãos e massa seca, verificou que não houve

diferença significativa entre os grupos para um único local de avaliação, entretanto a PG após a maturidade fisiológica foi superior para o grupo de híbridos dentados.

Para PGS não houve significância do contraste entre as médias dos grupos de híbridos de grãos duros e dentados (Tabela 12), evidenciando que a participação de grãos dos diferentes grupos de híbridos no momento da ensilagem foi semelhante. Esse fato também não foi considerado responsável por diferenças na qualidade da massa seca de híbridos de diferentes texturas de endosperma avaliados por Pereira et al. (2012). Isto também foi confirmado por Santos (2012) que não constatou diferença em PGS quando colheu no estágio de $\frac{3}{4}$ da linha do leite.

Os contrastes entre as médias da vitreosidade dos grupos de híbridos de grãos duros e dentados foi significativo para os dois locais, com maior vitreosidade para o grupo de grãos duros, cuja estimativa foi de elevada magnitude (Tabela 12). Resultados de outras pesquisas também atribuem maior percentual de endosperma vítreo para híbridos de grãos duros (CORREA et al., 2002; PEREIRA et al., 2004; MAJEE et al., 2008; PIOVESAN et al., 2011).

O contraste entre as médias da DEGG foi significativo em ambos os locais, e o grupo de híbridos de grãos dentados foi superior ao grupo de grãos duros (Tabela 12). Estes resultados sugerem que híbridos portadores de grãos dentados possuem melhor performance para confecção de silagem, com melhor aproveitamento do amido, evidenciado pela melhor digestibilidade. Os resultados obtidos também indicam que a DEGG sofre redução com o aumento da vitreosidade, devendo então ser preferidos híbridos de endosperma farináceo para confecção de silagem.

A maior DEGG é altamente interessante na alimentação animal, por ser o grão um componente rico em amido, com teores aproximados de 70% (SCHAEFER et al., 2013), que por sua vez é um componente responsável por conferir valor energético à silagem, reduzindo a necessidade do uso de concentrados para balancear a dieta animal (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Vários trabalhos de pesquisa têm demonstrado indícios que híbridos de grãos dentados possuem menor vitreosidade comparativamente aos híbridos de grãos duros (CANTARELI et al., 2007; PIOVESAN et al., 2011; ZILIC et al., 2011). Somado a isso, Ramos et al. (2009) afirmam que com maior vitreosidade se reduz a digestibilidade da massa seca e do amido, estando estes resultados em conformidade com o obtido nesta pesquisa.

Em pesquisa realizada nos Estados Unidos, Majee et al. (2008) avaliaram 33 fontes de germoplasma de milho constataram correlação negativa entre a vitreosidade dos grãos e a digestibilidade da massa seca. Estes autores atribuíram tais resultados à relação negativa exercida pela vitreosidade sobre a digestibilidade do amido, que possivelmente é prejudicada pelas proteínas presentes na porção vítrea do grão.

Majee et al. (2008) também constataram redução mais intensa na digestibilidade genótipos de maior vitreosidade associada à colheita tardia. A redução na digestibilidade da massa seca de grãos foi também mais pronunciada em genótipos de maior vitreosidade no trabalho de Correa et al. (2002), quando os mesmos foram colhidos tardiamente em comparação a genótipos de grãos dentados. Estes autores destacaram ser esta uma característica indesejável para genótipos destinados para confecção de silagem, pois atualmente cultivam-se grandes áreas para ensilagem, não sendo possível a colheita em um único momento.

Estudos apontam que a menor digestibilidade de grãos duros quando comparados aos dentados pode ser atribuída ao menor ataque enzimático aos grânulos de amido que estão envoltos pela densa matriz proteína no endosperma vítreo, reforçando os resultados encontrados nesta pesquisa (PEREIRA et al., 2004).

O grão de milho é um componente que compõem aproximadamente 40% da massa seca da silagem (MENDES et al., 2008; DOMINGUES et al., 2013; PEREIRA et al., 2012), e certamente variações na digestibilidade desta porção influenciará a digestibilidade do produto final, devendo ser então um fator a se relevar para obtenção de bons resultados.

O contraste entre médias para DEGF foi significativo em ambos os locais de cultivo, e o grupo de grãos dentados mostrou-se, em média, superior ao grupo de grãos duros (Tabela 12), confirmando a vantagem do uso de híbridos portadores de grãos dentados para confecção de silagem de planta inteira.

Fica evidente o efeito da textura do grão na qualidade da forragem, pois, o grupo de híbridos dentados expressou maior digestibilidade de grãos e também de forragem (Tabela 12). Assim sugere-se que certamente a maior digestibilidade do grão afeta positivamente a digestibilidade da planta inteira, destacando-se o grupo de híbridos dentados.

Os resultados deste trabalho são semelhantes aos obtidos por Santos (2012) e Mendes et al. (2008), que avaliaram híbridos de milho de diferentes texturas de grãos, e observaram maiores valores de digestibilidade da forragem para genótipos de grãos dentados.

Altos valores foram encontrados para as frações instantaneamente e lentamente degradável e baixos valores para fração não digestível em híbridos de milho dentados na pesquisa realizada por Mendes et al. (2008), constando em uma característica altamente desejável em híbridos destinados a ensilagem.

Pereira et al. (2011) avaliaram dois grupos híbridos comerciais de milho contrastantes para textura de grãos, e constataram que híbridos de grãos de textura dentada exibiram maior digestibilidade da planta inteira. Esses autores também avaliaram a digestibilidade de cada parte da planta, para verificar a contribuição individual no resultado final, e constataram que híbridos de alta digestibilidade da massa seca da planta inteira possuíam também maior digestibilidade para os componentes folha, colmo, palha, sabugo e grãos.

A importância da digestibilidade dos componentes vegetativos da planta de milho é indiscutível. Entretanto vale ressaltar que o grão compõe maior porção da massa seca da planta inteira e possui também maior digestibilidade (PEREIRA et al., 2012). Desta forma qualquer ganho em digestibilidade de grãos certamente refletirá em aumento na digestibilidade da planta inteira, reforçando os resultados encontrados nesta pesquisa, a favor do uso de híbridos de grãos dentados para confecção de silagem.

O contraste entre as médias do teor de FDNF foram não significativos em ambos os locais (Tabela 12). O contraste para FDNG foi significativo para ambos os locais, entretanto em Guarapuava o grupo dentado apresentou maior média para a característica, contrariamente a Laranjeiras dos Sul, onde o grupo duro exibiu maior média para o caráter (Tabela 12), demonstrando diferença no comportamento dos híbridos quando submetidos a variações ambientais, contudo vale destacar que a estimativa do contraste foi de baixa magnitude.

Para as características FDAF, PBF e PBG o resultado dos contrastes será discutido conforme a significância da análise conjunta, porque estas características não apresentaram interação híbridos x locais significativa (Tabela 5).

Para o teor de FDAF, o contraste entre as médias da análise conjunta foi significativo, e o grupo de híbridos de grãos duros apresentou maiores teores de FDAF, embora a estimativa do contraste (0,97%) na média dos dois locais tenha sido de baixa magnitude (Tabela 12). Mendes et al. (2008) observaram que o teor médio FDA no grupo de híbridos duros superou em 2% a média do grupo de híbridos de grãos dentados quando avaliaram genótipos com estas características.

O teor de FDA da silagem de milho é representado pela lignina e celulose, compostos com baixa digestibilidade ruminal, de forma que baixos teores de FDA são desejáveis (SILVA e QUEIROZ, 2002). Dessa forma, pode-se inferir que o grupo de híbridos de grãos dentados contribuiu para melhor digestibilidade da massa seca que híbridos com endosperma duro quando comparados somente pelo teor de FDA.

O resultado do contraste entre os grupos de híbridos e grãos duros e dentados, para teor de FDAG, foi não significativo para ambos os locais avaliados (Tabela 12). De forma semelhante aos resultados encontrados neste estudo, Piovesan et al. (2011) observaram que híbridos de grãos semidentados e duros também não diferiram quanto aos teores de FDN e FDA nos grãos.

Com relação aos teores de fibras nos grãos de milho obtidos neste trabalho pode-se inferir que não é um fator que difere marcadamente em híbridos de grãos duros e dentados. Sendo assim, possivelmente não são os teores de fibras que causarão impacto na digestibilidade de grão.

O resultado do contraste entre as médias dos grupos de híbridos para teor de PBF foi não significativo (Tabela 12). Resultados semelhantes foram obtidos por Mendes et al. (2008) que não constataram diferenças no teor de PBF entre grupos de híbridos de grãos duro e dentados. Da mesma forma, para o teor de PBG o contraste também foi não significativo (Tabela 12). De forma semelhante a estes resultados Piovesan et al. (2011) avaliaram o teor de PBG duros e semidentados e não constataram diferença significativa entre os grupos de híbridos. Estes autores sugerem que não é o teor de proteína nos grãos que afeta em grande proporção a digestibilidade e sim a forma como estas proteínas estão arranjadas com grânulos de amido.

Para MMF o contraste foi significativo somente para Laranjeiras do Sul, contudo a estimativa foi de baixa magnitude (0,16%) e o contraste para MMG foi não significativo (Tabela 12).

Relacionado aos contrastes entre os grupos de híbridos para o teor de MSF somente houve significância em Laranjeiras do Sul (Tabela 12) onde o grupo de grãos duros apresentou maior teor de massa seca que o grupo de grãos dentados. Entretanto, a estimativa do contraste foi de baixa magnitude (1,37%), e os teores de massa seca obtidos para ambos os grupos são considerados valores dentro da faixa ideal para obtenção de silagem de qualidade (ZOPOLLATTO et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2011a; HUHTANEN et al., 2013).

Houve significância do contraste entre os grupos de híbridos para MSGS, com maior estimativa do contraste para o grupo de grãos duros (Tabela 12). A estimativa do contraste foi também de baixa magnitude com 1,68% em Guarapuava e 1,49% em Laranjeiras do Sul.

O contraste entre dos grupos de grãos duros e dentados para PMSD foi significativo para ambos os locais de estudo (Tabela 12). Na média dos dois locais o grupo de híbridos de grãos dentados manifestou 9% de incremento em PMSD frente ao grupo de híbridos de grãos duros.

Estes resultados reforçam que a superioridade qualitativa de híbridos dentados determinou a superioridade produtiva. Isso fica mais evidente ao analisarmos as informações anteriores de que híbridos de grãos dentados e duros não diferiram acentuadamente nos teores de fibras e proteína quando analisada a planta inteira. Entretanto, o grupo de grãos dentados exibiu menor vitreosidade e maior digestibilidade de grãos e da forragem, resultados estes que refletiram em maior PMSD para o respectivo grupo (Tabela 12).

Os resultados obtidos com a PMSD permitem inferir com segurança que a vitreosidade de grãos afeta o produto final e que deve-se optar por híbridos de endosperma dentado para confecção de silagem de alta qualidade. Vale ressaltar também que a análise da PMSD permite inferir sobre o desempenho dos genótipos, por expressar a quantidade de produto realmente aproveitada pelos animais.

De acordo com Zsubori et al. (2013) a estimativa da produtividade de massa seca degradável é a maneira mais segura de prever o potencial de híbridos de milho destinados à ensilagem, do que quando avaliam-se somente a PMS, características bromatológicas e ou a digestibilidade da massa seca.

5.4 Correlações entre caracteres

Houve correlação positiva entre produtividade de grãos secos (PG) e a produtividade de massa verde (0,74), produtividade de massa seca e produtividade de grãos no ponto de silagem (PGS) (0,75) (Tabela 13), evidenciando que híbridos de milho com alto rendimento de grãos tendem a exibir altas produtividades de massa verde e massa seca.

A PG também se correlacionou positivamente com a DEGG e PMSD (Tabela 13). Desta forma pode-se inferir que o grão é um importante componente da massa seca da silagem, contribuindo expressivamente para o rendimento final e também contribuindo com a

qualidade. A PGS correlacionou-se positivamente com PMSD reforçando a importância do grão na produção de material ensilado (Tabela 13). Resultados similares foram obtidos por Santos (2012) cujas correlações foram significativas e positivas entre PG e PMS da planta inteira e DEGG, para híbridos comerciais de milho destinados a ensilagem, confirmando ser o grão um dos principais componentes da planta responsável pelo aumento da produtividade e qualidade da massa seca final da silagem de planta inteira.

O aumento na PMSD pela PG pode ser justificado, por ser o grão um componente altamente digestível e energético da silagem (CORREA et al., 2002), ficando evidente a importância de ter alta proporção de grãos na massa seca da silagem. No entanto, alguns trabalhos mostram que não se deve tomar a produtividade de grãos como fator de maior importância na confecção de silagem, e considerar também a qualidade da fração volumosa, sendo um aspecto de extrema importância, para produção de silagem de qualidade (MENDES et al., 2008; PEREIRA et al., 2011).

A correlação positiva entre a PMV e PMS (Tabela 12) evidencia que híbridos com elevadas produtividades de massa verde tendem a alta produtividade de massa seca. Mendes et al. (2008), também obtiveram alta correlação para estes caracteres quando avaliaram híbridos para ensilagem.

Tanto a PMS quanto a PMV correlacionaram-se positivamente com o teor de FDAF, DEGG e PMSD (Tabela 13).

A elevação na PMSD pela PMV e PMS, pode ser justificada quando se observa que PMS, PMV e PG estão correlacionadas (Tabela 13), então com o aumento na PMS que é altamente rica em grãos, um componente energético e altamente digestível, certamente se obterá maior rendimento de massa seca degradável.

Tabela 13. Estimativa da correlação de Pearson entre produtividade de grãos (PG), produtividade de massa verde (PMV), produtividade de massa seca (PMS), produtividade de grãos no ponto de silagem (PGS), produtividade de massa seca degradável (PMSD), vitreosidade (VIT), digestibilidade *in situ* de grãos (DEGG) e da forragem (DEGF), fibra em detergente neutro da forragem (FDNF) e de grãos (FDNG), fibra em detergente ácido da forragem (FDAF) e de grãos (FDAG), teor de proteína bruta da forragem (PBF) e de grãos (PBG), matéria mineral na forragem (MMF) e nos grãos (MMG), teor de massa seca da forragem (MSF) e nos grãos no ponto de silagem (MSG) referente a 12 híbridos de milho avaliados Guarapuava e Laranjeiras do sul. UNICENTRO, 2014.

	PMV	PMS	PGS	PMSD	VIT	DEGG	DEGF	FDNF	FDNG	FDAF	FDAG	PBF	PBG	MMF	MMG	MS	MSG
PG	0,74**	0,75**	0,48**	0,70**	0,08	0,31**	-0,04	0,00	-0,17	0,16	0,08	0,16	-0,17	0,23	0,15	-0,40	0,00
PMV		0,95**	0,56**	0,88**	-0,01	0,25*	-0,05	0,03	-0,17	0,43**	-0,16	0,12	-0,14	0,44**	0,21*	-0,70**	0,00
PMS			0,64**	0,85**	-0,03	0,23*	-0,14	0,03	-0,15	0,36**	-0,10	0,09	-0,18	0,33**	0,23*	-0,45**	0,12
PGS				0,44**	-0,01	0,08	-0,19	0,03	-0,17	0,14	-0,02	-0,03	-0,10	0,23*	0,25*	-0,20*	0,25*
PMSD					-0,22*	0,31**	0,26**	-0,12	-0,09	0,19	-0,09	0,08	-0,10	0,31	0,23*	-0,57**	-0,07
VIT						-0,29**	-0,40**	0,31**	-0,13	0,09	0,06	0,10	0,22*	0,24*	0,14	-0,04	0,32**
DEGG							0,26**	-0,25*	-0,04	-0,04	-0,14	0,16	0,00	-0,12	0,29**	-0,19	-0,49
DEGF								-0,34**	0,07	-0,15	0,12	0,09	0,24*	-0,09	0,07	-0,12	-0,44**
FDNF									-0,13	0,11	-0,05	0,18	-0,05	0,31**	0,04	-0,03	0,31**
FDNG										-0,01	0,45**	0,07	-0,11	-0,06	-0,08	0,14	-0,21*
FDAF											-0,05	0,06	-0,05	0,28**	-0,02	-0,42**	0,08
FDAG												0,16	0,01	-0,07	-0,04	0,24*	-0,04
PBF													0,12	0,13	0,14	-0,16	-0,09
PBG														0,11	0,18	-0,01	-0,11
MMF															0,21*	-0,54	-0,02
MMG																-0,10	-0,20*
MSF																	0,26**

* e **: significativo, a 5 % e 1% de probabilidade pelo teste t.

A DEGG apresentou correlação positiva com a DEGF (0,26) e com PMSD (0,31) (Tabela 13), demonstrando que a DEGG possui importante papel na melhoria da PMSD e na qualidade da forragem de planta inteira.

Majee et al. (2008) também constataram correlação significativa e positiva entre digestibilidade do grão e digestibilidade da forragem de milho. Santos (2012) encontrou também correlação positiva entre digestibilidade de grãos de milho com a digestibilidade da planta inteira. Este autor considera que a busca por híbridos de milho de grãos mais digestíveis é pertinente para melhorar a qualidade de silagens de milho.

Houve correlação positiva entre a DEGF e PMSD (Tabela 13) evidenciando que alta digestibilidade da planta é um fator crucial para obtenção de altas produtividades de material degradável. Zsubori et al. (2013) observaram que não foi a produtividade da massa seca responsável pelas diferenças em PMSD dos genótipos de milho avaliados e sim a digestibilidade da massa seca, corroborando com os resultados da presente pesquisa.

A vitreosidade correlacionou-se positivamente com o teor de PBG com um índice de 0,21 (Tabela 13), demonstrando que maior teor de PBG pode implicar em maior proporção de endosperma vítreo, embora o índice de correlação seja de baixa magnitude. Este comportamento pode estar relacionado à definição do termo vitreosidade, que expressa a proporção da região vítrea do grão, caracterizada por possuir densa matriz proteica envolvendo os grânulos de amido (PIOVESAN et al., 2011).

As correlações negativas da vitreosidade com a DEGF (-0,40), a DEGG (-0,29) e a PMSD (-0,22) (Tabela 13) permitem inferir que grãos de híbridos com menor vitreosidade resultarão em forragem com melhor digestibilidade e maior rendimento de massa seca degradável, tornando mais eficiente o processo produtivo. Desta forma, a vitreosidade dos grãos pode ser empregada como um indicador da digestibilidade de genótipos destinados à ensilagem. Majee et al. (2008) e Figueiredo et al. (2010) também obtiveram índices de correlação negativos entre vitreosidade dos grãos e digestibilidade de grãos e da forragem. Majee et al. (2008) atribuíram estes resultados à menor digestibilidade do amido em situações de elevada vitreosidade.

Philippeau et al. (2000) verificaram correlação positiva entre quantidade de zeínas e vitreosidade, justificando então a real causa da menor digestibilidade da porção vítrea dos grãos. Estes resultados evidenciam ser a matriz proteica um componente que dificulta a digestão ruminal do amido, devendo-se então optar por híbridos de endosperma dentado para

confeção de silagem, visto que estes apresentam menor proporção vítrea no grão. A vitreosidade é evidenciada como um parâmetro importante a se considerar a partir das inferências de Szasz et al. (2007), que afirmaram que híbridos de milho diferem minimamente no conteúdo de amido nos grãos, enquanto existem grandes diferenças em vitreosidade. Cantarelli et al. (2007) verificaram maior coeficiente de digestibilidade da massa seca em genótipos de grãos dentados em comparação com híbridos de grãos duros. Estas informações são de grande valia para programas de melhoramento, em que o foco é a produção de híbridos de alta qualidade para ensilagem, e também para pecuaristas que utilizam diretamente a matéria prima.

Houve correlação negativa entre o teor de FDNF e a DEGF (-0,34) e DEGG (-0,25) (Tabela 13). Já o teor de FDAF não apresentou correlação significativa com as demais características de importância. Estes resultados diferem dos obtidos por Mendes et al. (2008), que não verificaram correlação significativa entre teor de FDN e digestibilidade da forragem. Em contraste, Gralak (2010) encontrou correlação significativa e negativa entre teor de FDNF e digestibilidade da silagem (-0,52) quando avaliou 18 híbridos comerciais em cruzamentos dialélicos.

O teor de FDN é constituído por fibras (lignina, celulose e hemicelulose) que possuem menor digestibilidade ruminal que outros componentes celulares, então, elevados teores de FDN são apontados como um dos responsáveis pela redução na digestibilidade da forragem da planta inteira de milho, justificando os resultados da presente pesquisa (DEMINICIS et al., 2009; PEREIRA et al., 2011). Pereira et al. (2012) verificaram que aproximadamente 50% da massa seca de plantas de milho são compostas por fibras, e que variações na quantidade destas fibras resultam em variação na digestibilidade da silagem.

O teor de PBF não se correlacionou significativamente com as demais variáveis analisadas (Tabela 13). Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Mendes et al. (2008) que também não verificaram correlação entre teor de proteína na forragem e outras características agronômicas e bromatológicas.

Não houve correlação significativa dos teores de FDNG e FDAG com os demais caracteres de importância agronômica ou relacionados à qualidade da forragem (Tabela 13). Estes resultados demonstram que o teor fibras dos grãos não foram os responsáveis por grandes variações na qualidade da forragem nesta situação, podendo estar mais relacionada com a vitreosidade.

5.5 Microscopia eletrônica dos grânulos de amido

Para melhor entendimento do arranjo dos grânulos de amido no endosperma de grãos, a literatura considera importante realização estudos da microestrutura das substâncias ali presentes, e desta forma destaca-se a microscopia eletrônica, uma ferramenta que permite verificar diferenças na estrutura do amido na região vítrea e farinácea do grão milho (SVIHUS et al., 2005; PIOVESAN et al., 2011).

As micrografias eletrônicas dos grânulos de amido das regiões vítrea e farinácea nos grãos referente aos 12 híbridos avaliados encontram-se nas Figuras 2 a 13.

Por meio das imagens de micrografias eletrônicas de varredura no endosperma vítreo dos 12 híbridos avaliados (Figuras 2 a 13) percebe-se que estes são de formato poligonal arranjados com grande proximidade e uniformidade de tamanho, além da presença de uma matriz proteica compacta envolvendo os grânulos, não deixando espaços entre os mesmos. Com relação ao endosperma farináceo (Figuras 2 a 13) percebe-se que os grânulos de amido são mais arredondados com uma grande amplitude de tamanho, mais numerosos, com ausência de matriz proteica envolvendo-os, associado a grandes espaços entre os grânulos.

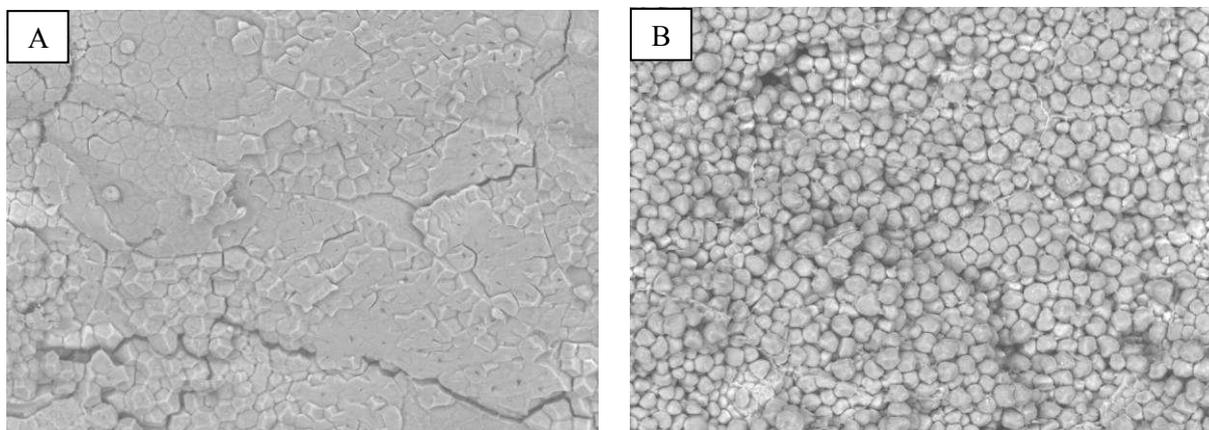


Figura 2. Micrografia eletrônica de varredura dos grânulos de amido do endosperma vítreo (A) e farináceo (B) e do híbrido 2B688Hx, aumento de 500X.

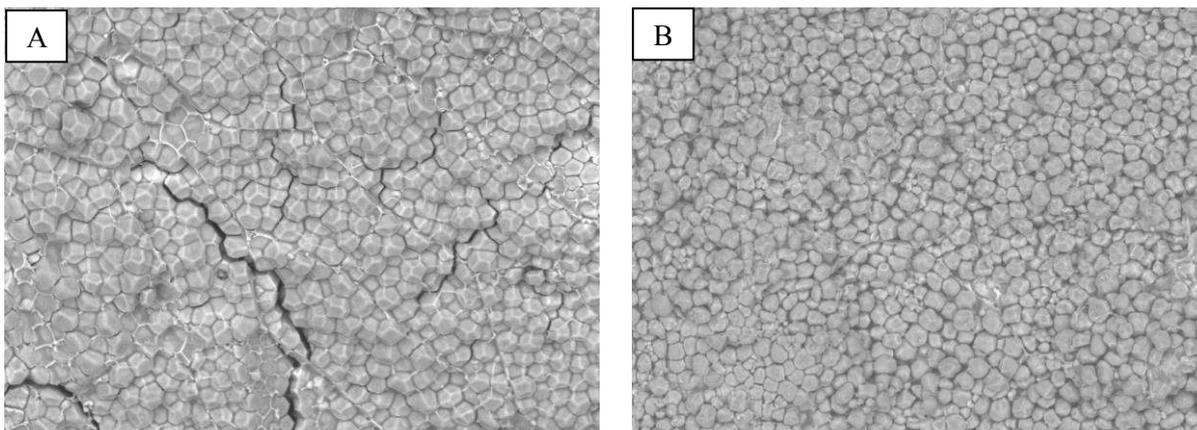


Figura 3. Micrografia eletrônica de varredura dos grânulos de amido do endosperma vítreo (A) e farináceo (B) do híbrido AG 8025PRO, aumento de 500X.

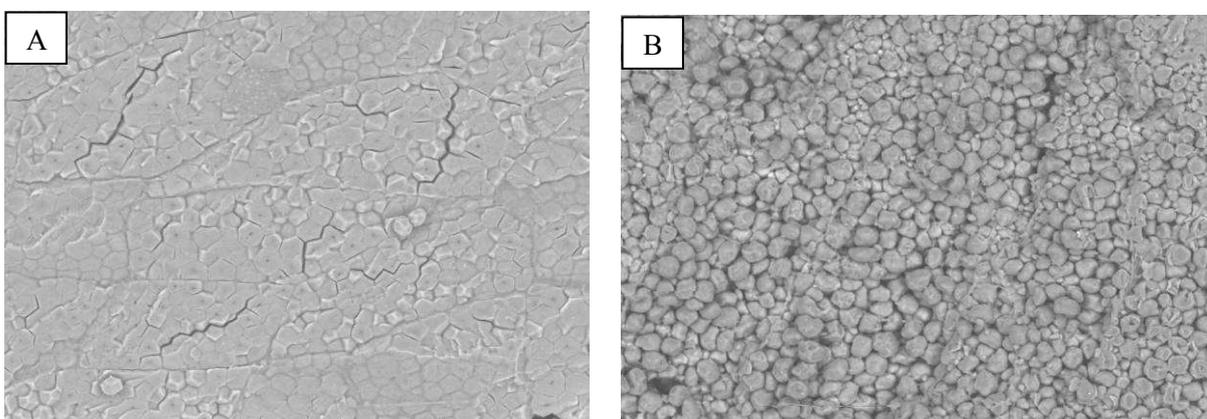


Figura 4. Micrografia eletrônica de varredura dos grânulos de amido do endosperma vítreo (A) e farináceo (B) do híbrido DKB 245PRO, aumento 500X.

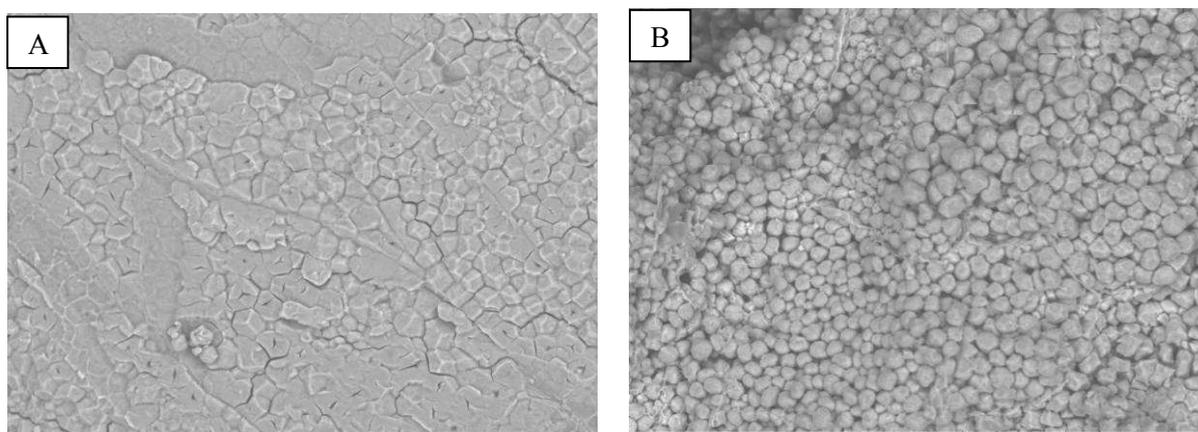


Figura 5. Micrografia eletrônica de varredura dos grânulos de amido do endosperma vítreo (A) e farináceo (B) do híbrido 32R48H, aumento 500X.

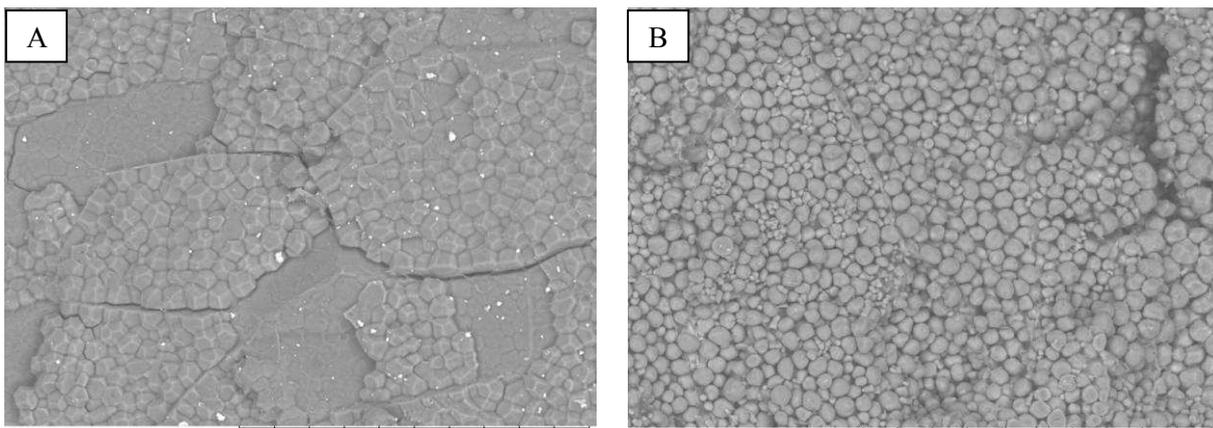


Figura 6. Micrografia eletrônica de varredura dos grânulos de amido do endosperma vítreo (A) e farináceo (B) do híbrido 30R50H, aumento 500X.

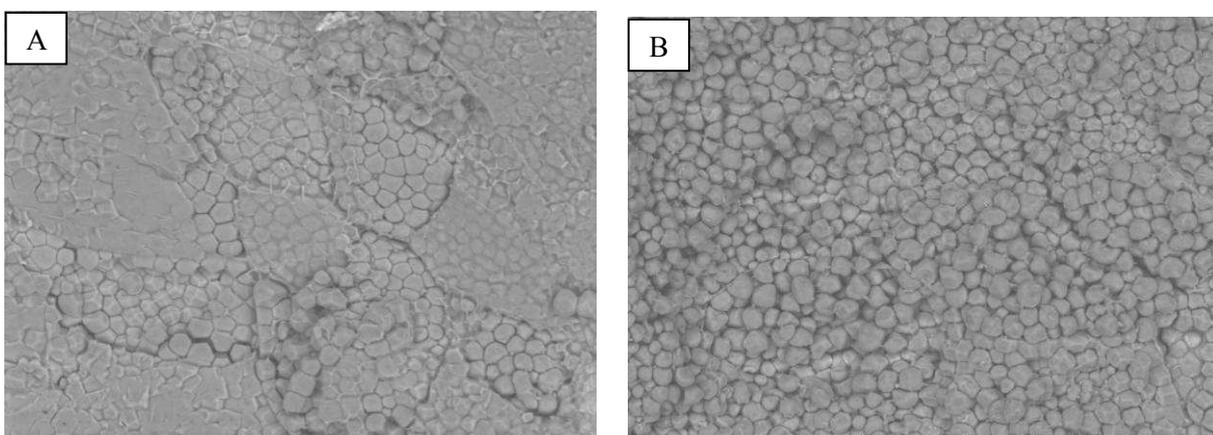


Figura 7. Micrografia eletrônica de varredura dos grânulos de amido do endosperma vítreo (A) e farináceo (B) do híbrido SW3949 TL, aumento 500X.

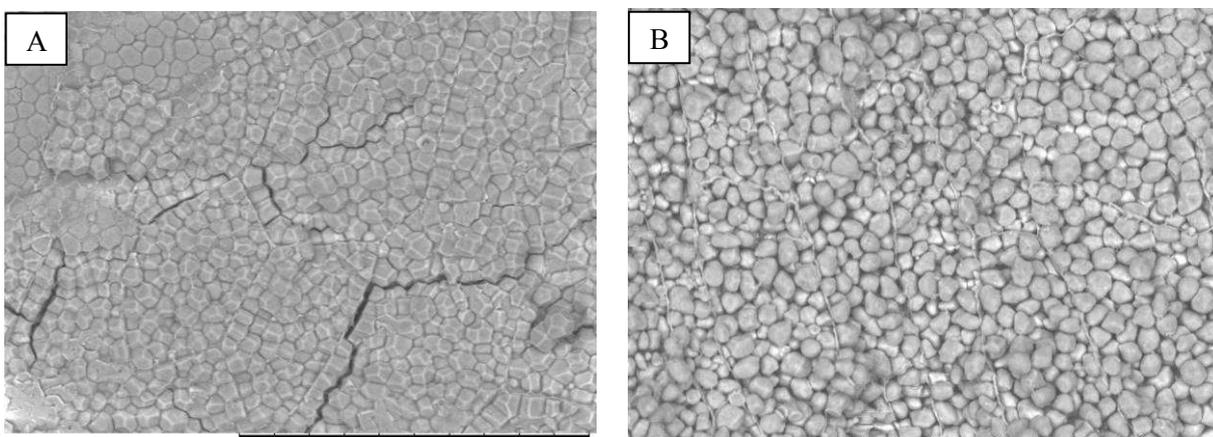


Figura 8. Micrografia eletrônica de varredura dos grânulos de amido do endosperma vítreo (A) e farináceo (B) do híbrido DKB 240PRO, aumento 500X.

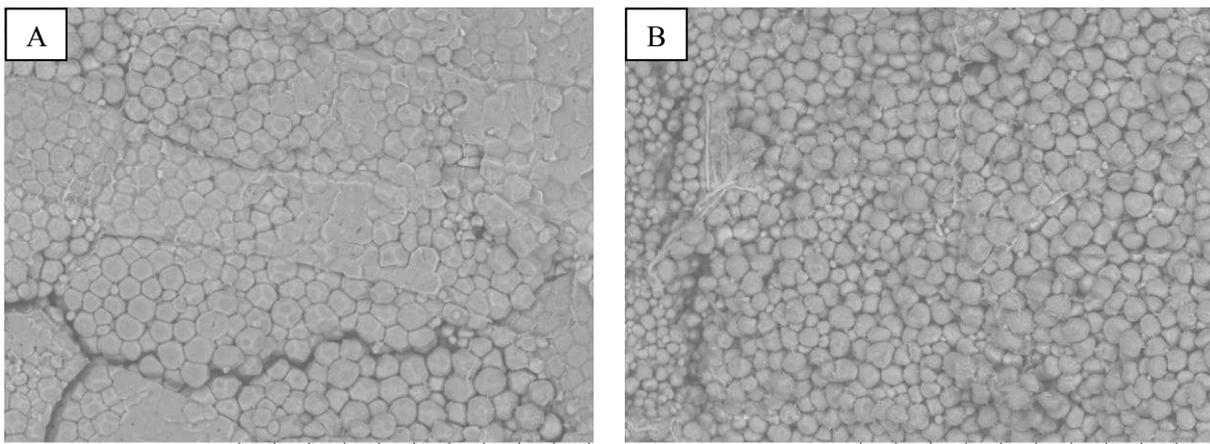


Figura 9. Micrografia eletrônica de varredura dos grânulos de amido do endosperma vítreo (A) e farináceo (B) do híbrido AG 8041PRO, aumento 500X.

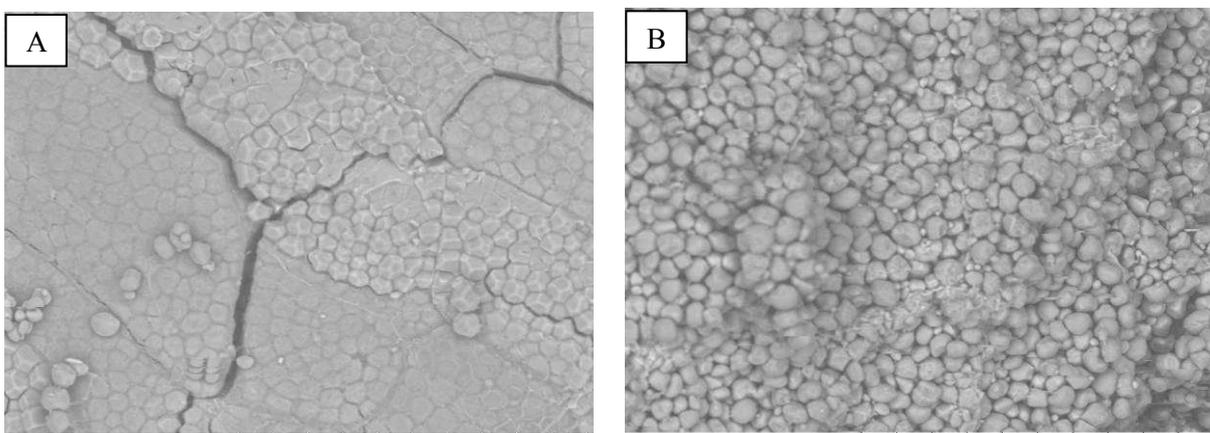


Figura 10. Micrografia eletrônica de varredura dos grânulos de amido do endosperma vítreo (a) e farináceo (b) do híbrido P1630H, aumento 500X.

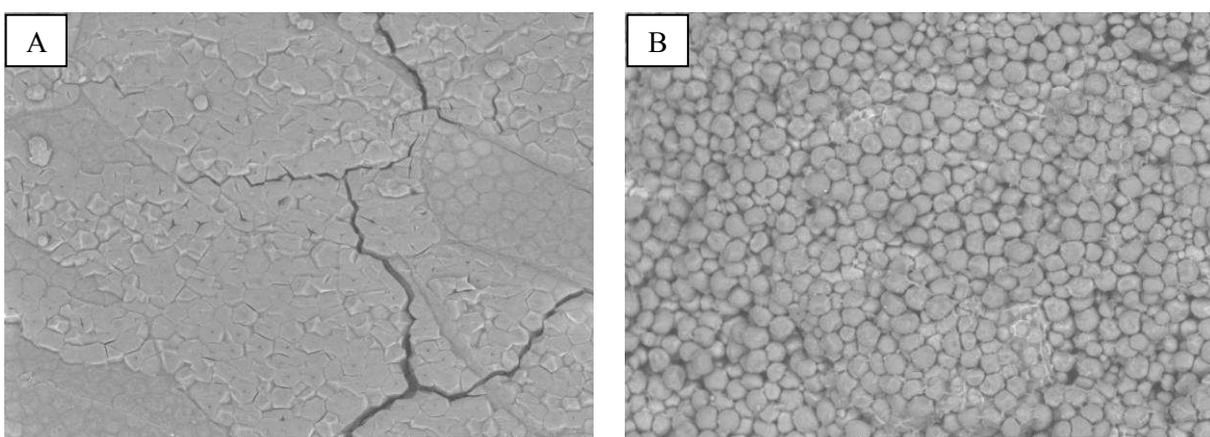


Figura 11. Micrografia eletrônica de varredura dos grânulos de amido do endosperma vítreo (A) e farináceo (B) do híbrido AS 1572PRO, aumento 500X.

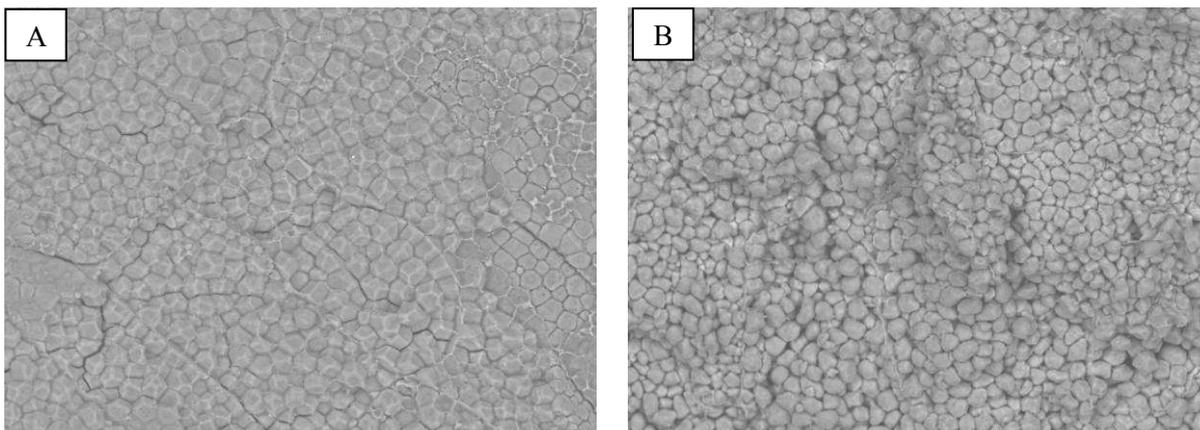


Figura 12. Micrografia eletrônica de varredura dos grânulos de amido do endosperma vítreo (A) e farináceo (B) do híbrido 32R22H, aumento 500X.

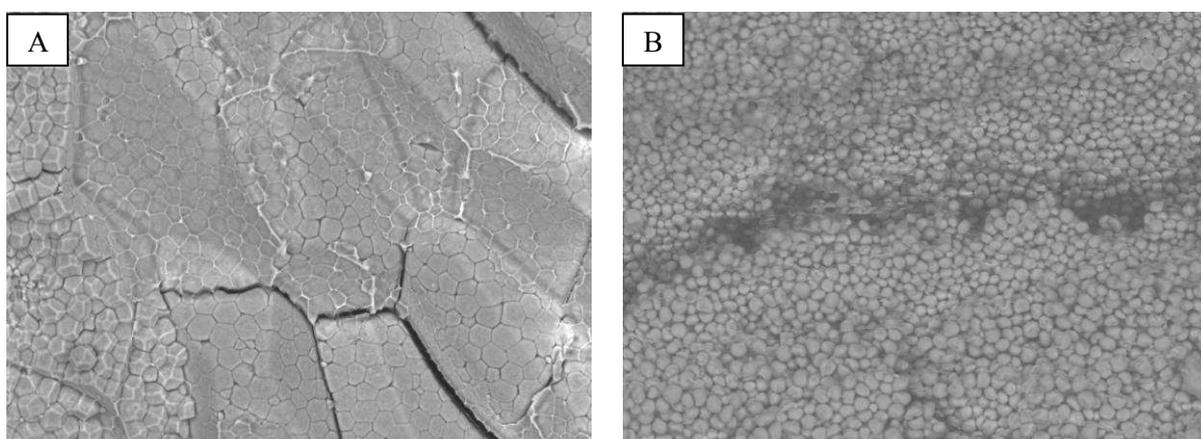


Figura 13. Micrografia eletrônica de varredura dos grânulos de amido do endosperma vítreo (A) e farináceo (B) do híbrido 2B587Hx, aumento 500X.

Piovesan et al. (2011) realizaram uma pesquisa no Brasil com imagens de microscopia eletrônica da região vítrea e farinácea de grãos de diferentes híbridos de milho e também constataram que os grânulos de amido do endosperma farináceo são menos compactos que do endosperma vítreo, arredondados, de tamanhos variados e que a matriz proteica praticamente inexistente ao redor dos grânulos de amido, confirmando os resultados encontrados na presente pesquisa.

É importante destacar os resultados de Szasz et al. (2007) que estudaram diferentes genótipos de milho e constataram que diferem em vitreosidade e presença de matriz proteica mas há mínima diferença no conteúdo de amido. Dombrink e Bietz, (1993) observaram

elevada quantidade de corpos proteicos na região vítrea do grão de genótipos de milho, característica esta ausente na região farinácea.

A matriz proteica que envolve os grânulos de amido é tida como o grande responsável por limitar a digestão do amido quando o grão é fornecido aos animais, e, este impedimento é resultado da característica lipofílica destas proteínas (CORREA et al., 2002; , SHIVUS et al., 2005; MOMANY et al., 2006; PIOVESAN et al., 2011). Ao saber que o endosperma vítreo possui matriz proteica e limita a liberação do amido, que é um carboidrato não fibroso de alta energia, sugere-se o uso de híbridos com menor percentual de endosperma vítreo para alimentação animal para obtenção de melhores resultados, quando não pretende-se dispor de mecanismos para quebrar a matriz proteica.

Na pesquisa realizada por Lopez et al. (2002) com microscopia eletrônica de varredura de grânulos de amido em grãos de milho para silagem, foi constatado que é importante o rompimento da matriz proteica de grãos, e, que o processo de ensilagem promove pequenas alterações na matriz proteica dos grãos de milho. Entretanto estes autores consideram que estas alterações não se equivalem ao *annealing* (temperaturas próximas a 50°C) ou tratamento calor-umidade (100°C/16h/27% umidade), processos estes que podem romper a matriz proteica e a superfície do grânulo de amido, contudo podem demandar uma etapa a mais no processo e produção. Desta forma fica evidente que é mais simples optar pelo uso de um híbrido que possua maior proporção de endosperma farináceo, reduzindo a necessidade do emprego de outras práticas para eliminar a matriz proteica do grão.

Embora as imagens de micrografia eletrônica permitam uma avaliação qualitativa, Piovesan et al. (2011) consideram de extrema importância estudos da microestrutura do amido para melhor compreender a disponibilização deste carboidrato quando destinado a nutrição animal.

Foi avaliado o número de grânulos de amido por área das regiões vítrea e farinácea dos grãos nos diferentes híbridos avaliados, para verificar se há diferenças quantitativas entre estas regiões. Na tabela 14 encontra-se o resumo da análise de variância conjunta para a característica número de grânulos de amido por área do endosperma vítreo e farináceo.

Somente houve significância dos quadrados médios para as fontes de variação local, endosperma (Tabela 14). Estes resultados demonstram que o ambiente exerce considerável influência sobre o número de grânulos de amido, que há diferenciado comportamento do tipo

de endosperma quando submetido a diferentes condições de cultivo e que os endospermas, vítreo e farináceo possuem relevantes diferenças para o caráter em discussão.

Tabela 14. Resumo da análise de variância conjunta para número de grânulos de amido no endosperma vítreo (EV) e farináceo (EF) em 5200 μm^2 com 2000X de aumento, referente a 12 híbridos comerciais de milho avaliados em Guarapuava e Laranjeiras do Sul. UNICENTRO 2014.

FV	GL	Número de Grânulos de Amido
		Quadrado Médio
Local (L)	1	1475,84**
Híbrido (H)	11	139,62
H x L	11	71,21
Bloco/Local	4	667,54
Erro 1	22	83,41
Endosperma (E)	1	6413,34**
L x E	11	162,56
H x E	1	41,20
L x H x E	11	47,39
Erro 2	70	64,3
Média Geral		54,78
CV1%		16,67
CV2%		14,64

* e ** significativo, a 1% e 5% probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

Para número de grânulos de amido na média dos endospermas houve efeito significativo do local de cultivo (Tabela 15), com maior número de grânulos de amido por área do grão ($5200 \mu\text{m}^2$) em Laranjeiras do Sul (57,98) frente o local de Guarapuava (51,58).

Quando analisado cada tipo de endosperma separadamente, constatou-se que tanto em Guarapuava quanto em Laranjeiras do Sul ocorreu diferença significativa no número de grânulos de amido entre os endospermas vítreo e farináceo (Tabela 15). Houve significativamente maior número de grânulos de amido no endosperma farináceo frente ao endosperma vítreo tanto em Guarapuava quanto em Laranjeiras do Sul, com 19,7% e 24,6% de superioridade para cada local, respectivamente (Tabela 15). Estas diferenças podem ser consideradas expressivas e confirmam o que foi observado nas micrografias eletrônicas onde visualiza-se densa matriz proteica no endosperma vítreo com menor número de grânulos de amido frente ao endosperma farináceo.

Tabela 15. Valores médios do número de grânulos de amido no endosperma vítreo (EV) e farináceo (EF) em 5200 µm² com 2000X de aumento, referente a 12 híbridos comerciais de milho avaliados em Guarapuava e Laranjeiras do Sul. UNICENTRO 2014.

	Guarapuava	Laranjeiras do Sul	Média
EV	45,97 b	50,25 b	48,11 a
EF	57,19 a	65,72 a	61,45 b
Média	51,58 B	57,98 A	

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).

Quando observada a média geral dos dois locais experimentais houve significativamente maior número de grânulos de amido também no endosperma farináceo com 21,8 % de superioridade, reforçando os resultados obtidos para cada local separadamente (Tabela 15).

Com maior número de grânulos de amido no endosperma farináceo pode-se inferir que haverá maior superfície específica nesta região, e, dessa forma, maior superfície exposta para o ataque enzimático para degradação do amido. A maior superfície específica dos grânulos de amido na porção farinácea do grão pode ser também um fator a favorecer a digestão do amido desta porção do grão, não estando à melhor digestibilidade ligada somente à presença da matriz proteica. É importante mencionar que estes resultados só foram viabilizados com o emprego da técnica de microscopia eletrônica de varredura, permitindo avançar no entendimento dos fatores que controlam a digestibilidade do amido em grãos de milho.

Vale ressaltar também que o maior número de grânulos de amido no endosperma farináceo não indica que há grânulos de amido de menor tamanho, pois ficou evidente com a observação das micrografias eletrônicas (Figura 2 a 13) que neste endosperma há uma grande variabilidade no tamanho, com grânulos grandes e bem pequenos que estão entre os menores espaços, característica esta ausente na região vítrea do grão. Estes resultados são confirmados por Pereira et al. (2002), que avaliaram o tamanho de grânulos de amido de diferentes acessos de milho e constataram que em um genótipo mutante de endosperma farináceo havia maiores grânulos, com número intermediário de grânulos de amido frente os demais genótipos.

A partir dos resultados da Tabela 15, fica evidente que há relevantes diferenças entre a região vítrea e farinácea do grão, e que provavelmente o arranjo dos grânulos de amido com proteínas e possivelmente menor superfície específica na porção vítrea desfavorece a digestão ruminal do amido. Assim grãos com maior proporção de endosperma farináceo terão melhor facilidade na disponibilização do amido, sem a necessidade algum processamento para

eliminar a matriz proteica que certamente envolverá uma etapa a mais no processo de produção de silagem, com possíveis gastos econômicos.

6 CONCLUSÕES

Os híbridos AG 8041PRO e AS 1572PRO destacaram-se perante os demais para produção de forragem da planta inteira.

O grupo de híbridos dentados superou o grupo de híbridos duro, com melhor digestibilidade dos grãos e da forragem de planta inteira, associado à maior produtividade de massa seca degradável.

Houve correlação negativa entre vitreosidade e digestibilidade dos grãos e da forragem, e pode ser um fator a ser utilizado como critério na hora de selecionar genótipos para ensilagem.

Há maior superfície específica nos grânulos de amido associado a falhas na matriz proteica na região farinácea dos grãos de milho.

O local de Guarapuava superou Laranjeiras do Sul com melhor desempenho para os caracteres agronômicos demonstrando a forte influência do ambiente de cultivo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 5. ed. Arlington, 1990. 1015p.

ARRIOLA, K.G. **Effect of stay-green ranking, maturity and moisture concentration of corn hybrids on silage quality and the health and productivity of lactating dairy cows**. 2006. 114p. Dissertação (Mestrado) - University of Florida, Citra.

BARRIÈRE, Y.; ALBER, D.; DOLSTRA, O.; LAPIERRE, C.; MOTTO, M.; ORDAS, A.; VAN WAES, J.; VLASMINKEL, L.; WELCKER, C.; MONOD, J. P. Past and prospects of forage maize breeding in Europe. I. The grass cell wall as a basis of genetic variation and future improvements in feeding value. **Maydica**, Ames, v.50, p.259–274, 2005.

BULÉON, A.; COLONNA, P.; PLANCHOT, V.; BALL, S. Starch granules: structure and biosynthesis. **International Journal of Biological Macromolecules**, Philadelphia, v.23, n.2, p.85–112, 1998.

CANTARELLI, V.S.; FIALHO, E.T.; SOUSA, R.V.; FREITAS, R.T.F.; LIMA, J.A.F. Composição química, vitreosidade e digestibilidade de diferentes híbridos de milho para suínos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.3, p.860-864, 2007.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência e tecnologia da produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CARVALHO, I.Q. **Ponto de Corte do Milho para Silagem -2013** – Fundação abc. Disponível em: < <http://www.fundacaoabc.org.br>>. Acesso em: 18 dez. 2013.

CHAVES, L.G. **Seleção de genitores comerciais e controle genético de características agrônômicas e nutricionais de plantas de milho para silagem**. 2009. 73p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: 2014** /Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=>>>. Acesso em: 12 jan. 2014.

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**, Champaign, v.85, n.11, p.3008-3012, 2002.

COX, B. Timing Corn Silage Harvest. **A Newsletter For New York Field Crops & Soils**, Washington, v.18, n.4, p.1-8, 2008.

CRUZ, C.D. Genes - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.35, n.3, p.271-276, 2013.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Cultivares de milho para silagem. In: CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S.; FERREIRA, J. J. (Ed.). **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p.11-37.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; QUEIROZ, L.R. **Cultivares para safra 2013/2014**. Disponível em: <www.cnps.embrapa.br/milho/cultivares/index.php>. Acesso em 15 jul. 2013.

DAVIDE, L.M.C.; RAMALHO, M.A.P.; FIGUEIREDO, U.J.; SOUZA, J.C. Assessment of genetic parameters of degradability in maize grains due to indentation scores. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.68, n.3, p.347-352, 2011.

DEMINICIS, B.B.; VIEIRA, H.D.; JARDIM, J.G.; ARAÚJO, S.A.C.; CHAMBELA NETO A.; OLIVEIRA, V. C.; LIMA, E. S. Silagem de milho – Características agronômicas e Considerações. **Revista eletrônica de Veterinária**, Garça, v.10, n.7, p.1-17, 2009.

DOMBRINK, M.A.; BIETZ, J.A. Zein composition in hard and soft endosperm of maize. **Cereal Chemistry**, Winston, v.70, n.1, p.105-108, 1993.

DOMINGUES, A.N.; ABREU, J.G.; CANEPPELE, C.; REIS, R.H.P.; BEHLING NETO, A.; ALMEIDA, C.M. Agronomic characteristics of corn hybrids for silage production in the State of Mato Grosso, Brazil. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.35, n.1, p.7-12, 2013.

DURÃES, F.O.M. **Limitações fisiológicas do milho nas condições de plantio nas regiões tropicais baixas**. 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_1/limitemilho/index.htm>. Acesso em: 22 out. 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Brasília, 2006. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Cultivo do milho-2013**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/importancia.htm>>. Acesso: 21 ago. 2013.

FACTORI, M.A. **Degrabilidade ruminal de híbridos de milho em função do estágio de colheita e processamento na ensilagem**. 2008. 47p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

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

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS-FAO. **Production-2013**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso: 15 jan. 2014.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FERREIRA, E. A. **Desempenho de híbridos de linhagens parcialmente endogâmicas de milho em topcrosses, em três locais do estado de São Paulo**. 2008. 88p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, SP.

FIGUEIREDO, U.J.; FERREIRA JUNIOR, E.J.; CARDOSO, G.A.; SOUZA, J.C. Correlações entre o escore de idetação, a vitreosidade, a densidade e a degradabilidade de grãos de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28. **Anais**. Goiânia: ABMS. Congresso Nacional de Milho e Sorgo (CD ROM), 2010.

GALLANT, D.J.; BOUCHET, B.; BALDWIN, P.M. Microscopy of starch: evidence of a new level of granule organization. **Carbohydrate Polymers**, Rotterdam, v.32, n.3, p.177-191, 1997.

GOMES, M.S.; VON PINHO, R.G.; RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.V.; LIMA, T.G. Análise dialéctica da degradabilidade *in situ* da matéria seca da silagem de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.3, n.1, p.108-119, 2004.

GRALAK, E. **Capacidade combinatória de híbridos comerciais de milho para caracteres agrônômicos e bromatológicos da silagem**. 2011. 77p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR.

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**, London, v.37, n.132, p.132-141, 2012.

HUHTANEN, P.; JAAKKOLA, S.; NOUSIAINEN, J. An overview of silage research in Finland: from ensiling innovation to advances in dairy cow feeding. **Agricultural and Food Science**. Helsinki, v.22, n.1, p.35-56, 2013.

INPE- **Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais**. Disponível em: <<https://www.dsr.inpe.br/laf/series/index.php>>. Acesso em: 18 jan. 2014.

KOTARSKI, S.F.; WANISKA, R.D.; THURN, K.K. Starch Hydrolysis by the Ruminant Microflora. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v.1, n.122, p.178-190, 1992.

KUNG, L., Jr.; CHEN, J.H.; KRECK, E.M.; KNUTSEN, K. Effect of microbial inoculants on the nutritive value of corn silage for lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.76, n.12, p.3763-3770, 1993.

LAUER, J.G.; COORS, J.G.; FLANNERY, P.J. Forage yield and quality of corn cultivars developed in different eras. **Crop Science**, Madison, v.41, n.5, p.1441-1455, 2001.

LOPEZ, A.B.R.C.; LEONEL, M.; CEREDA, M.P.; BERTO, D.A. The Effect of the Ensilage

Process of Moist Corn Grains on the Microscopic Characteristics of the Starch. **Brazilian Journal of Food and Technology**, Botucatu, v.5, n.33, p.177-181, 2002.

MAGALHÃES, P.C.; DRÃES, F.O.M. **Fisiologia da produção de milho, 2006**. Disponível em: < http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2006/circular/Circ_76.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2013.

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. Ruminant and post-ruminant degradabilities. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.142, n.142, p. 259–274, 2008.

MAPA – **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - 2014**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/registros-autorizacoes/registro/registro-nacional-cultivares/formularios-registro-cultivares-requisitos>>. Acesso em: 20 jan. 2014.

MARTINEZ, G. M.; FIGUEROA-CÁRDENAS, J. D.; REYES-VEGA, M. L.; RINCÓN-SÁNCHEZ, F.; MORALES-SÁNCHEZ, E. Microstructure of starch granule related to kernel hardness in corn. **Revista de Fitotecnia Mexicana**, Chapingo, v.29, n.2, p.135-139, 2006.

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**, Campinas, v.67, n.2, p.285-297, 2008.

MELLO, R.; NORNBORG, J. L.; ROCHA, M. G. da; DAVID, D. B. de.; Características produtivas e qualitativas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.4, n.1, p.79-94, 2005.

MOMANY, F.A.; SESSA, D.J.; LAWTON, J.W.; SELLING, G.W.; HAMAKER, S.A.H.; WILLETT, J.L. Structural characterization of alpha-zein. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Washington, v.54, n.2, 2006.

NOGUEIRA, M.C.S. Orthogonal contrasts: definitions and concepts. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.61, n.1, p.118-124, 2004.

NUSSIO, L.G. Cultura do milho para produção de silagem de alto valor alimentício. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4. 1991, Piracicaba. **Anais...Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz**, 1993. p.58-168.

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

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; MÜHLBACH, P. R. F.; NÖRNRNBERG, J. L.; ROMANO, M. A.; LUSTOSA, S. B. C. Comportamento ingestivo e de atividades de novilhos confinados

com silagens de milho de diferentes tamanhos de partícula e alturas de colheita. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.10, n.2, p.462-473, 2009.

OBA, M.; ALLEN, M. S. Effects of brown midrib 3 mutation in corn silage on dry matter intake and productivity of high yielding dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.82, n.1, p.135-142, 1999.

OLIBONI, R.; FARIA, M. V.; NEUMANN, M.; BATTISTELLI, G. M.; TEGONI, R. G.; RESENDE, J. T. R. Genetic divergence among maize hybrids and correlations with heterosis and combining ability. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.34, n.01, p.37-44, 2012.

OLIVEIRA, J. S.; SOUZA SOBRINHO, F. S.; REIS, F. A.; SILVA, G. A.; ROSA FILHO, S. N.; SOUZA, J. J. R.; MOREIRA, F. M.; PEREIRA, J. A.; FIRMINO, W. G. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho destinados à silagem em bacias leiteiras do estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.37, n.1, p.45-50, 2007a.

OLIVEIRA, J.P.; CHAVES, L.J.; DUARTE, J.B.; BRASIL, E.M.; RIBEIRO, K.O. Qualidade física do grão em populações de milho de alta qualidade proteica e seus cruzamentos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.37, n.4, p.233-241, 2007b.

OLIVEIRA, M. R. **Efeito do estágio de maturação na qualidade da silagem de milho na resposta econômica de novilhos confinados**. 2010. 134p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR.

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**, Sete Lagoas, v.10, n.2, p.87-95, 2011a.

OLIVEIRA, F.C.L.; JOBIM, C.C. SILVA, M.S.; CALIXTO JUNIOR, M.; BUMBIERIS JUNIOR, V.H.; ROMAN, J. Produtividade e valor nutricional da silagem de híbridos de milho em diferentes alturas de colheita. **Revista Brasileira Zootecnia**, Brasília, v.40, n.4, p.720-727, 2011b.

PAES, M.C.D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**, Circular Técnica 75, Embrapa, Sete Lagoas, MG, 2006. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAGX8AH/aspectos-fisicos-quimicos-tecnologicos-grao-milho>>. Acesso em: 20 dez. 2013.

PEREIRA, R.C.; MAKI, C.S.; OLIVEIRA, E.; SOUZA, I.R.P.; GUIMARÃES, C.T.; CARNEIRO, N.P.; PAIVA, E. In: XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo. **Anais**. Florianópolis: Congresso Nacional de Milho e Sorgo (CD ROM), 2002.

PEREIRA, E.S.; MIZUBUTI, I.Y.; PINHEIRO, S.M.; VILLARROEL, A.B.S.; CLEMENTINO, R.H. Avaliação da qualidade nutricional de silagens de milho (*Zea mays*, L.). **Caatinga**, Mossoró, v.20, n.3, p.08-12, 2007.

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

PEREIRA, J.L.A.R.; VON PINHO, R.G.; SOUZA FILHO, A.X.; FONSECA, R.G.; SANTOS, A.O. Influência das características qualitativas dos componentes da planta de milho na degradabilidade da matéria seca da planta inteira. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.10, n.2, p.158-170, 2011.

PEREIRA, J.L.A.R.; VON PINHO, R.G.; SOUZA FILHO, A.X.; PEREIRA, M.N.; OLIVEIRA SANTOS, A.; BORGES, I.D. Quantitative characterization of corn plant components according to planting time and grain maturity stage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.41, n.5, p.1110-1117, 2012.

PFANN, A.Z.; FARIA, M.V.; ANDRADE, A.A.; NASCIMENTO, I.R.; FARIA, C.M.D.R.; BRINGHENTTI, R.M. Capacidade combinatória entre híbridos simples de milho em dialelo circulante. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.3, p.635-641, 2009.

PHILIPPEAU, C.; LANDRY, J.; MICHALET-DOREAU, B. Influence of the protein distribution of maize endosperm on ruminal starch degradability. **Journal of the Science Food and Agriculture**, London, v.80, n.3, p.404-408, 2000.

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.

PRATT, R.C.; PULIS, J.W.; MILLER, K.; NELSEN, T.; BIETZ, A. Association of zein classes with maize kernel hardness. **Cereal Chemistry**, Winston, v.72, n.2, p.162-167, 1995.

RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, A.C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2000. 326p.

RAMOS, B.M.O.; CHAMPION, M.; PONCET, C.; MIZUBUTI, Y.I.; NOZIÈRE, P. Effects of vitreousness and particle size of maize grain on ruminal and intestinal *in sacco* degradation of dry matter, starch and nitrogen. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.148, n.2, p.253-266, 2009.

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**, Sete Lagoas, v.6, n.1, p.104-115, 2007.

ROSA, J. R. P.; SILVA, J. H. S.; RESTLE, J.; PASCOAL, L. L.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; FREITAS, A. K. Avaliação do Comportamento Agronômico da Planta e Valor Nutritivo da Silagem de Diferentes Híbridos de Milho (*Zea mays*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.33, n.2, p.302-312, 2004.

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

SANTOS, A.O. **Características agronômicas e degradação de grãos e da planta de milho em diferentes épocas de semeadura e de maturidade**. 2012. 61p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SALMAN, A.K.D.; FERREIRA, A.C.D.; SOARES, J.P.G.; SOUZA, J.P. **Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos - 2010**. EMBRAPA. Disponível em: <www.cpafrro.embrapa.br>. Acesso em: 29 ago. 2013.

SCAPIM, C.A.; CARVALHO, C.G.P. de; CRUZ, C.D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.5, p.683-686, 1995.

SCHAEFER, C.M.; BERNARDO, R. Pollen control and spatial and temporal adjustment in evaluation of kernel composition of maize inbreds. **Maydica**, Amie, v.58, n.2, p.135-140, 2013.

SVIHUS, B.; UHLEN, A. K.; HASTAD, O. M. Effect of starch granule structure, associated components and processing on nutritive value of cereal starch: A review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.122, n.32, p.303-320, 2005.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. de. **Análise de Alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002, 235p.

SOUZA, G.B.; NOGUEIRA, A.R.A.; SUMI, L.M.; BATISTA, L.A.R. **Método alternativo para a determinação de fibra em detergente neutro e detergente ácido - Embrapa Pecuária Sudoeste - 1999**. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/46109>>. Acesso em: 20 jul. 2013.

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

TAYLOR, M.L.; HARTNELL, G.; NEMETH, M.; KARUNANANDAA, K.; GEORGET, B. Comparison of broiler performance when fed diets containing corn grain with insect-protected (corn rootworm and European corn borer) and herbicide-tolerant (glyphosate) traits, control corn, or commercial reference corn. **Poultry Science**, Champaign, v.84, n.4, p.1893-1899, 2005.

TESTER, R.F.; KARKALAS, J.; QI, X. Starch—composition, fine structure and architecture. **Journal of Cereal Science**, London, v.39, n.2, p.151–165, 2004.

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**, Champaign, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

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**, Viçosa, v.58, n.4, p.462-469, 2011.

ZILIC, S.; MILASINOVIC, M.; TERZIC, D.; BARAC, M.; IGNJATOVIC-MICIC. Grain characteristics and composition of maize specialty hybrids. **Spanish Journal of Agricultural Research**, Madrid, v.9, n.1, p.230-241, 2011.

ZOPOLLATTO, M.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S. de F.; RIBEIRO, J.L.; SARTURI, J.O.; MOURÃO, G.B. Relações biométricas entre o estágio de maturação e a produtividade de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira Zootecnia**, Brasília, v.38, n.2, p.256-264, 2009.

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**, Amie, v.58, n.2, p.34-41, 2013.

WARREN, F.J.; BUTTERWORTH, P.J.; ELLIS, P.R. The surface structure of a complex substrate revealed by enzyme kinetics and Freundlich constants for α -amylase interaction with the surface of starch. **Biochimica et Biophysica Acta**, London, v.1830, n.13, p.3095–3101, 2013.

ANEXOS

Tabela 16. Resumo da análise de variância individual, para produtividade de grãos secos (PG), produtividade de massa verde (PMV), produtividade de massa seca (PMS), produtividade de grãos no ponto de silagem (PGS) e vitreosidade (VIT) relativo a 12 híbridos de milho avaliados em Guarapuava. UNICENTRO, 2014.

FV	GL	Quadrados Médios				
		PG	PMV	PMS	PGS	VIT
Bloco	3	5.930	20.484.079,8	1.524.222,3	357816,7	27,82
Híbrido	11	1.678.703,9**	62.817.523,6**	7.285.786,6**	1960030,3**	130,36**
Dentado (D)	5	951.910,9**	71.882.401,0**	12.531.202,6**	1188865,8	113,88**
Duro (F)	5	2.561.129,2**	57.614.109,3**	3.301.810,7*	3123042,8**	56,47**
D vs F	1	900.542,1*	43.510.208,3*	978.585,5	789,7	582,2**
Erro	33	82.900	9.429.165	1.543.226,1	703282,7	7,44
Média		13.573,32	72.286,45	24.833,69	10919,5	66,6
CV%		2,12	4,25	5,00	7,68	4,09

* e ** significativo, a 5% e 1% probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

Tabela 17. Resumo da análise de variância individual para os percentuais de digestibilidade de grãos (DEGG) e forragem (DEGF), produtividade de massa seca degradável (PMSD) e fibra em detergente neutro da forragem (FDNF) e nos grãos (FDNG) relativo a 12 híbridos de milho avaliados em Guarapuava. UNICENTRO, 2014.

FV	GL	Quadrados Médios					
		DEG-G	DEG-F	PMSD	GL	FDNF	FDNG
Bloco	1	6,53	1,59	447.937,0	3	10,65	1,95
Híbrido	11	68,14**	36,14**	3.400.519,2**	11	38,9*	5,62**
Dentado (D)	5	95,52**	14,48**	4.239.477,5**	5	47,66	1,02
Duro (F)	5	42,98**	39,02**	2.071.022,3**	5	35,62**	8,51**
D vs F	1	57,04**	130,06**	5.853.159,5**	1	11,56	14,11**
Erro	11	4,72	2,37	309.228,2	33	17,7	0,6366
Média		55,7	65,59	16.277,11		54,84	10,89
CV%		3,9	2,35	3,41		7,47	7,33

* e ** significativo, a 5% e 1% probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

Tabela 18. Resumo da análise de variância individual, para os percentuais de fibra em detergente ácido da forragem (FDAF) e nos grãos (FDAG), proteína bruta na forragem (PBF) e nos grãos (PBG), matéria mineral na forragem (MMF) e nos grãos (MMG) e teor de massa seca da forragem (MS) e nos grãos no ponto de silagem (MSGs), realtivo a 12 híbridos de milho avaliados em Guarapuava. UNICENTRO, 2014.

FV	GL	Quadrados Médios							
		FDAF	FDAG	PBF	PBG	MMF	MMG	MS	MSGs
Bloco	3	4,69	0,0919	0,0555	0,4276	0,0082	0,0009	0,7269	0,6777
Híbrido	11	7,77	0,3203	0,2402	0,9778**	0,1305**	0,0255**	11,508**	32,36**
Dentado (D)	5	11,96	0,1114	0,1847	1,66**	0,1222*	0,0359**	4,93*	26,1**
Duro (F)	5	3,68	0,4972**	0,2876	0,4262	0,1519**	0,0199**	15,86**	38,26**
D vs F	1	7,30	0,4800	0,2806	0,3217	0,0645	0,0015	22,59**	34,13**
Erro	33	4,07	0,1761	0,2331	0,2893	0,0281	0,0031	1,20	0,4801
Média		27,89	3,30	6,41	7,5	2,53	0,85	34,4	60,26
CV%		7,23	12,71	7,52	7,16	6,62	6,61	3,19	1,15

* e ** significativo, a 5% e 1% probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

Tabela 19. Resumo da análise de variância individual, para produtividade de grãos secos (PG), produtividade de massa verde (PMV), produtividade de massa seca (PMS), produtividade de grãos no ponto de silagem (PGS) e vitreosidade (VIT) relativo a 12 híbridos de milho avaliados em Laranjeiras do Sul. UNICENTRO, 2014.

FV	GL	Quadrados Médios				
		PG	PMV	PMS	PGS	VIT
Bloco	3	563.591,1	9.153.385,4	141.204,7	347838,2	48,32
Híbrido	11	3.310.209,8**	126.943.006,6**	12.498.294,7**	3063641,2**	192,8**
Dentado (D)	5	2.266.383,0**	173.610.604,1**	14.759.694,2**	4413637,6**	201,98**
Duro (F)	5	4.627.254,1**	102.615.250**	11.871.825,5**	2304575,5**	35,6*
D vs F	1	2.234.289,7**	15.243.802,0	4.323.642,7	108986,9	932,7**
Erro	33	604.739,8	10.450.582,3	1.555.945,5	586706,7	12,18
Média		12.117,4	51.001,0	18.979,3	9879,2	65,17
CV%		6,42	6,34	6,57	7,75	5,35

* e ** significativo, a 5% e 1% probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

Tabela 20. Resumo da análise de variância individual para os percentuais de digestibilidade de grãos (DEGG) e forragem (DEGF), produtividade de massa seca digestível (PMSD) e fibra em detergente neutro da forragem (FDNF) e nos grãos (FDNG) relativo a 12 híbridos de milho avaliados em Laranjeiras do Sul. UNICENTRO, 2014.

FV	GL	Quadrados Médios					
		DEGG	DEGF	PMSD	GL	FDNF	FDNG
Bloco	1	3,59	3,5	31.385,0	3	1,51	0,4748
Híbrido	11	73,83**	42,24**	42.73.942,2**	11	91,21**	5,65**
Dentado (D)	5	111,32**	17,22**	2.860.776,0**	5	109,15**	1,08
Duro (F)	5	23,67**	35,48**	3.939.871,5**	5	90,27**	9,96**
D vs F	1	137,13**	201,08**	13.010.097,0**	1	6,16	6,93**
Erro	11	9,24	3,35	245.519,2	1	14,46	0,6656
Média		51,6	66,77	12.670,08	33	53,59	11,74
CV%		5,89	2,74	3,91		7,1	6,94

* e ** significativo, a 5% e 1% probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

Tabela 21. Resumo da análise de variância individual, para os percentuais de fibra em detergente ácido da forragem (FDAF) e nos grãos (FDAG), proteína bruta na forragem (PBF) e nos grãos (PBG), matéria mineral na forragem (MMF) e nos grãos (MMG) e teor de massa seca da forragem (MS) e nos grãos no ponto de silagem (MSGs), relativo a 12 híbridos de milho avaliados em Laranjeiras do Sul. UNICENTRO, 2014.

FV	GL	Quadrados Médios							
		FDAF	FDAG	PBF	PBG	MMF	MMG	MS	MSGs
Bloco	3	1,30	0,116	0,1778	0,2697	0,0268	0,0018	2,81	2,36
Híbrido	11	8,85**	1,29**	0,4141	0,6412**	0,4180**	0,0229**	6,8**	30,84**
Dentado (D)	5	7,25	0,8136**	0,3841*	0,6168	0,3169**	0,0051	10,64**	30,52**
Duro (F)	5	9,00	2,03**	0,3689	0,4970*	0,5429**	0,0451**	3,87*	31,93**
D vs F	1	16,07*	0,0320	0,7905	1,48*	0,2992**	0,0006	2,24	26,97**
Erro	33	3,31	0,1126	0,2931	0,1945	0,0378	0,0049	1,82	4,84
Média		26,26	3,65	6,23	7,63	2,24	0,7795	37,3	60,2
CV%		6,93	9,18	8,56	5,78	8,66	9,01	3,62	3,65

* e ** significativo, a 5% e 1% probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

Tabela 22. Resumo da análise de variância individual para número de grânulos de amido no endosperma vítreo (EV) e farináceo (EF) em 5200 μm^2 com 2000X de aumento, referente a 12 híbridos comerciais de milho avaliados em Guarapuava e Laranjeiras do Sul. UNICENTRO 2014.

FV	GL	Quadrados Médios	
		Guarapuava	Laranjeiras do Sul
Bloco	2	868,16	466,93
Híbrido (H)	11	50,95	159,89
erro1	22	106,66	81,03
Endosperma (E)	1	2266,88**	4309,01**
H x E	11	66,25	22,34
erro 2	24	64,26	27,69
Média Geral		51,58	57,98
CV1%		20,02	15,52
CV2%		15,54	9,08