

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO – PR

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E FORRAGEIRO DE LINHAGENS S₄ DE MILHO
EM *TOP CROSSES* COM TESTADORES DE BASE GENÉTICA RESTRITA
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

MARIANA MARTINS MARCONDES

GUARAPUAVA – PR

2013

MARIANA MARTINS MARCONDES

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E FORRAGEIRO DE LINHAGENS S₄ DE MILHO
EM *TOP CROSSES* COM TESTADORES DE BASE GENÉTICA RESTRITA**

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

Prof. Dr Marcos Ventura Faria
Orientador

Prof. Dr Mikael Neumann
Co-orientador

GUARAPUAVA

2013

M321d Marcondes, Mariana Martins
Desempenho agrônomo e forrageiro de linhagens S₄ de milho em *top crosses* com testadores de base genética restrita / Mariana Martins Marcondes. - - Guarapuava, 2013
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, 2013

Orientador: Marcos Ventura Faria

Co-orientador: Mikael Neumann

Banca examinadora: Rodrigo Rodrigues Matiello, Marcelo Cruz Mendes, Edson Perez Guerra

Bibliografia

1. Agronomia. 2. Produção vegetal. 3. *Zea mays*. 4. Melhoramento vegetal. 5. Silagem. 6. Fibra em detergente neutro. 7. Fibra em detergente ácido. 8. Nutrientes digestivos totais. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

CDD 633,17

Aos meus pais Luiz e Saete

Ao Grupo do Milho

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus por me confortar na fé e na esperança para que eu conseguisse prosseguir nesta caminhada.

Aos meus pais Luiz e Salete, e à minha irmã Marielle pelo carinho, amor, apoio e confiança em mim depositados.

Aos meus amigos e familiares pelas palavras de incentivo e descontração e, por muitas vezes, entenderem e respeitarem minha ausência em diversos momentos.

À Universidade Estadual do Centro-Oeste pela oportunidade concedida.

À CAPES pela concessão da Bolsa de Estudos.

Ao Prof. Orientador Dr. Marcos Ventura Faria pelos ensinamentos, amizade, confiança e pelo exemplo de profissionalismo.

Ao Prof. Co-orientador Dr. Mikael Neumann pelos ensinamentos e confiança.

A professora Dra. Cacilda Márcia Duarte Rios Faria pela amizade.

Aos demais Professores do PPGA pelas diversas contribuições no ensinamento.

Aos colegas do PPGA pela convivência e amizade.

Aos membros da banca pelas valiosas sugestões apresentadas para a melhoria deste trabalho.

Aos colegas do Grupo do Milho que foram essenciais para a realização e desenvolvimento do trabalho. Também pela amizade e inúmeros momentos de divertimento proporcionados.

Às meninas do Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição de Ruminantes pelos dias de trabalho e pela companhia.

Enfim, a todos que participaram de forma direta e indireta para que este trabalho pudesse ser realizado e concluído.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	vi
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	2
2.1 Geral.....	2
2.2 Específicos.....	2
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
3.1 Aspectos gerais sobre a cultura do milho.....	3
3.2 O milho híbrido.....	4
3.3 Avaliação de linhagens em <i>top crosses</i>	6
3.4 Melhoramento de milho para produção de silagem.....	8
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	12
4.1 Material genético.....	12
4.2 Ambientes de condução dos experimentos.....	13
4.3 Implantação e condução dos experimentos.....	14
4.4 Coleta das plantas no ponto de ensilagem e análises bromatológicas.....	15
4.5 Características agronômicas avaliadas.....	16
4.6 Análises estatísticas.....	17
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5.1 Experimento 1: População 29.....	19
5.1.1 Características agronômicas avaliadas no ambiente 1 e no ambiente 2.....	19
5.1.2 Características agronômicas da forragem, bromatológicas e qualitativas da silagem avaliadas no ambiente 1.....	28
5.2 Experimento 2: População 30.....	38
5.2.1 Características agronômicas avaliadas no ambiente 1 e ambiente 2.....	38
5.2.2 Características agronômicas da forragem, bromatológicas e qualitativas da silagem avaliadas no ambiente 1.....	46
5.3 Experimento 3: População 31.....	57
5.3.1 Características agronômicas avaliadas no ambiente 1 e ambiente 2.....	57
6 CONCLUSÕES.....	66
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Híbridos comerciais precursores de três populações de linhagens e testadores na obtenção dos híbridos <i>top crosses</i> experimentais. Guarapuava: UNICENTRO, 2012.....	12
Tabela 2	Caracterização dos híbridos comerciais utilizados como parentais na obtenção das linhagens S ₄ , testadores e testemunhas. Guarapuava: UNICENTRO, 2012.....	13
Tabela 3	Quadrados médios (QM) e coeficientes de variação experimental (CV) para as características florescimento masculino (FM), produtividade de grãos (PG), altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AE) de 50 genótipos de milho, referentes aos híbridos <i>top crosses</i> da população 29 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12 no ambiente 1. Guarapuava: UNICENTRO, 2012.....	20
Tabela 4	Quadrados médios (QM) e coeficientes de variação experimental (CV) para as características florescimento masculino (FM), produtividade de grãos (PG), altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AE) de 50 genótipos de milho, referentes aos híbridos <i>top crosses</i> da população 29 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12 no ambiente 2. Guarapuava: UNICENTRO, 2012.....	20
Tabela 5	Quadrados médios (QM) da análise conjunta e coeficientes de variação experimental (CV) para as características florescimento masculino (FM), produtividade de grãos (PG), altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AE) de 50 genótipos de milho, referentes aos híbridos <i>top crosses</i> da população 29 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12 em dois ambientes no Município de Guarapuava - PR. UNICENTRO, 2012.....	20
Tabela 6	Valores médios do florescimento masculino (FM), em dias, e produtividade de grãos (PG), em kg ha ⁻¹ , de 50 genótipos de milho, referentes aos híbridos <i>top crosses</i> da população 29 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12 em dois ambientes no Município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2012.....	22
Tabela 7	Valores médios de altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AE), em metros, de 50 genótipos de milho, referentes aos híbridos <i>top</i>	

	<i>crosses</i> da população 29 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12 em dois ambientes no Município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2012.....	26
Tabela 8	Quadrados médios (QM) e coeficientes de variação experimental (CV) para as características produtividade de massa verde (PMV), produtividade de massa seca (PMS) e <i>stay green</i> (SG) de 50 genótipos de milho, referentes aos híbridos <i>top crosses</i> da população 29 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/2012. Guarapuava: UNICENTRO, 2012.....	28
Tabela 9	Quadrados médios (QM) e coeficientes de variação (CV) para o ponto ideal de corte para silagem após o florescimento masculino (DAF), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), teor de carboidratos não fibrosos mais extrato etéreo (CNF+EE), nutrientes digestíveis totais (NDT) e valor relativo da silagem (VRS), da silagem de 50 genótipos de milho, referentes aos híbridos <i>top crosses</i> da população 29 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/2012. Guarapuava, UNICENTRO, 2012.....	29
Tabela 10	Valores médios da produtividade de massa verde (PMV) e produtividade de massa seca (PMS), em kg ha ⁻¹ , e <i>stay green</i> (SG), em número de folhas secas, de 50 genótipos de milho, referentes aos híbridos <i>top crosses</i> da população 29 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12. Guarapuava: UNICENTRO, 2012.....	30
Tabela 11	Valores médios do ponto ideal de corte para silagem após o florescimento masculino (DAF), em dias, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não fibrosos mais extrato etéreo (CNF+EE), nutrientes digestíveis totais (NDT), expressos em porcentagem na matéria seca e valor relativo da silagem (VRS), da silagem de 50 genótipos de milho, referentes aos híbridos <i>top crosses</i> da população 29 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12. Guarapuava: UNICENTRO, 2012.....	33
Tabela 12	Quadrados médios (QM) e coeficientes de variação experimental (CV) para as características florescimento masculino (FM), produtividade de grãos (PG), altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AE) de 77 genótipos de milho, referentes aos híbridos <i>top crosses</i> da população 30 e	

	testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12 no ambiente 1. Guarapuava: UNICENTRO, 2012.....	38
Tabela 13	Quadrados médios (QM) e coeficientes de variação experimental (CV) para as características florescimento masculino (FM), produtividade de grãos (PG), altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AE) de 77 genótipos de milho, referentes aos híbridos <i>top crosses</i> da população 30 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12 no ambiente 2. Guarapuava: UNICENTRO, 2012.....	38
Tabela 14	Quadrados médios (QM) da análise conjunta e coeficientes de variação experimental (CV) para as características florescimento masculino (FM), produtividade de grãos (PG), altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AE) de 77 genótipos de milho, referentes aos híbridos <i>top crosses</i> da população 30 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/2012 em dois ambientes no Município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2012.....	39
Tabela 15	Valores médios do florescimento masculino (FM), em dias, e produtividade de grãos (PG), em kg ha ⁻¹ , de 77 genótipos de milho, referentes aos híbridos <i>top crosses</i> da população 30 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12 em dois ambientes no Município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2012.....	40
Tabela 16	Valores médios de altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AE), em metros, de 77 genótipos de milho, referentes aos híbridos <i>top crosses</i> da população 30 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12 em dois ambientes no Município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2012.....	44
Tabela 17	Quadrados médios (QM) e coeficientes de variação experimental (CV) para as características produtividade de massa verde (PMV), produtividade de massa seca (PMS) e <i>stay green</i> (SG) de 77 genótipos de milho, referentes aos híbridos <i>top crosses</i> da população 30 e testemunhas avaliados na safra agrícola 2011/2012. Guarapuava: UNICENTRO, 2012.....	47
Tabela 18	Quadrados médios (QM) e coeficientes de variação (CV) para o ponto ideal de corte para silagem após o florescimento masculino (DAF), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), teor de carboidratos não fibrosos mais extrato etéreo (CNF+EE), nutrientes	

	digestíveis totais (NDT) e valor relativo da silagem (VRS), da silagem de 77 genótipos de milho, referentes aos híbridos <i>top crosses</i> da população 30 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/2012. Guarapuava, UNICENTRO, 2012.....	47
Tabela 19	Valores médios da produtividade de massa verde (PMV) e produtividade de massa seca (PMS), em kg ha ⁻¹ , e <i>stay green</i> (SG), em número de folhas secas, de 77 genótipos de milho, referentes aos híbridos <i>top crosses</i> da população 30 e testemunhas, avaliados no ano agrícola 2011/12. Guarapuava: UNICENTRO, 2012.....	48
Tabela 20	Valores médios do ponto ideal de corte para silagem após o florescimento masculino (DAF), em dias, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não fibrosos mais extrato etéreo (CNF+EE), nutrientes digestíveis totais (NDT), expressos em porcentagem na matéria seca e valor relativo da silagem (VRA), da silagem de 77 genótipos de milho, referentes aos híbridos <i>top crosses</i> da população 30 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12. Guarapuava: UNICENTRO, 2012.....	52
Tabela 21	Quadrados médios (QM) e coeficientes de variação experimental (CV) para as características florescimento masculino (FM), produtividade de grãos (PG), altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AE) de 85 genótipos de milho, referentes aos híbridos <i>top crosses</i> da população 31 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12 no ambiente 1. Guarapuava: UNICENTRO, 2012.....	57
Tabela 22	Quadrados médios (QM) e coeficientes de variação experimental (CV) para as características florescimento masculino (FM), produtividade de grãos (PG), altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AE) de 85 genótipos de milho, referentes aos híbridos <i>top crosses</i> da população 31 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12 no ambiente 2. Guarapuava: UNICENTRO, 2012.....	57
Tabela 23	Quadrados médios (QM) da análise conjunta e coeficientes de variação experimental (CV) para as características florescimento masculino (FM), produtividade de grãos (PG), altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AE) de 85 genótipos de milho, referentes aos híbridos <i>top crosses</i>	

	da população 31 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12 em dois ambientes no Município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2012.....	58
Tabela 24	Valores médios do florescimento masculino (FM), em dias, e produtividade de grãos (PG), em kg ha ⁻¹ , de 85 genótipos de milho, referentes aos híbridos <i>top crosses</i> da população 31 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12 em dois ambientes no Município de Guarapuava - PR. UNICENTRO, 2012.....	59
Tabela 25	Valores médios de altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AE), em metros, de 85 genótipos de milho, referentes aos híbridos <i>top crosses</i> da população 31 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12 em dois ambientes no Município de Guarapuava - PR. UNICENTRO, 2012.....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Dados da precipitação pluviométrica obtidos no <i>campus</i> CEDETEG e Fazenda Três Capões, no Município de Guarapuava-PR, apresentados por decêndio, durante a safra agrícola 2011/2012.....	14
-----------------	---	----

RESUMO

MARCONDES, Mariana Martins. **Desempenho agrônômico e forrageiro de linhagens S₄ de milho em *top crosses* com testadores de base genética restrita.** 2013. 84p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). UNICENTRO.

Foi avaliado o desempenho de linhagens parcialmente endogâmicas (S₄) de milho, provenientes de três populações, denominadas 29, 30 e 31, em *top crosses* com testadores de base genética restrita (híbridos simples), quanto a caracteres agrônômicos para produção de grãos e forragem, além de caracteres bromatológicos e qualitativos para produção de silagem. Para os *top crosses* de cada população foram realizados dois experimentos em ambientes distintos no Município de Guarapuava, na safra agrícola 2011/12. O ambiente 1 foi na área experimental do *campus* CEDETEG da UNICENTRO, caracterizado pelo espaçamento de 0,80 metros entre linhas de cultivo e o ambiente 2 foi na área experimental da Fazenda Três Capões, caracterizado pelo espaçamento de 0,45 metros entre linhas de cultivo. Foram avaliadas as características: florescimento masculino (FM), produtividade de grãos (PG), altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AE) nos *top crosses* das três populações nos dois ambientes e, produtividade de massa verde (PMV), produtividade de massa seca (PMS), *stay green* (SG), ponto ideal de corte para silagem após o florescimento masculino (DAF), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), teor de carboidratos não fibrosos mais extrato etéreo (CNF+EE), nutrientes digestíveis totais (NDT) e valor relativo da silagem (VRS) nos *top crosses* das populações 29 e 30 no ambiente 1. Houve efeito significativo para as fontes de variação ‘genótipos’ e ‘ambientes’ para todas as características avaliadas, exceto influência do ambiente para FM nos *top crosses* da população 30 e PG nos *top crosses* da população 31. Houve interação genótipos x ambientes significativa para PG em todos os experimentos. Para PG destacaram-se em ambos os ambientes os híbridos *top crosses* 5, 35, 42, 44, 109 e 183 (da população 29); 8, 14, 18, 22, 53, 73, 77, 91, 122, 139, 160 e 173 (da população 30) e 19, 82, 97 e 213 (da população 31). Ainda, no ambiente 1 apresentou alta PG o *top cross* 11 da população 30. No ambiente 2 destacaram-se os híbridos *top crosses* 185 da população 29 e 37, 50, 57 e 148, da população 30. Os híbridos *top crosses* que apresentaram as características mais favoráveis para a produção de forragem e silagem foram 14, 76, 109, 112, 140, 154 e 183 (da população 29) e 18, 22, 50, 53, 80, 82, 88, 110, 111, 131, 140 e 149 (da população 30).

Palavras-chave: *Zea mays*, melhoramento vegetal, silagem, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, nutrientes digestíveis totais.

ABSTRACT

MARCONDES, Mariana Martins. **Agronomic and forage performance of S₄ lines of maize in top crosses with testers of restricted genetic base.** 2013. 84p. Dissertation (MSc in Plant Production). UNICENTRO.

It was evaluated the performance of partially inbred lines (S₄) of maize, from three populations, called 29, 30 and 31, in top crosses with tester of restricted genetic base (single cross hybrids), regarding to agronomic characteristics for grain and forage production, beyond bromatologic and qualitative characteristics for silage production. For the top crosses of each population, it was performed two experiments in two different environments in Guarapuava, in the agricultural crop 2011/12. The environment 1 was conducted in the experimental area of campus CEDETEG, of UNICENTRO, characterized by the spacing of 0.80 meters between rows of crop and the environment 2 was conducted in the experimental area of Três Capões Farm, characterized by the spacing of 0.45 meters between rows of crop. The experiment was in randomized block design with three replications. Were evaluated the characteristics: male flowering (MF), seed yield (SY), plant height (PH) and ear insertion height (EH) in the top crosses of three populations in both environments and, green mass productivity (GMP), dry mass productivity (DMP), stay green (SG), ideal point cut for silage after male flowering (DAF), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), non fiber carbohydrates plus ether extract (NFC+EE), total digestible nutrients (TDN) and relative value of the silage in top crosses the 29 and 30 populations in environment 1. Significant effect was observed for the sources of variation 'genotypes' and 'environments' in all characteristics evaluated, the except influence of the environment for MF in top crosses of the population 30 and SY in top crosses of the population 31. It was observed for 'genotypes x environment' interaction SY in all experiments. For SY stood out in both environments the top crosses hybrids 5, 35, 42, 44, 109 and 183 (of population 29); 8, 14, 18, 22, 53, 73, 77, 91, 122, 139, 160 and 173 (of population 30) and 19, 82, 97 and 213 (of population 31). Yet, in environment 1, it was showed high SY the 11 top cross hybrid of population 30. In environment 2 stood out the 185 top cross hybrid of population 29 and 37, 50, 101 and 148 top crosses hybrids of population 30. The top crosses hybrids that showed the best characteristics for forage and silage production were 14, 76, 109, 112, 140, 154 and 183 (of population 29) and 18, 22, 50, 53, 80, 82, 88, 110, 111, 131, 140 and 149 (of population 30).

Keywords: *Zea mays*, plant breeding, silage, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, total digestible nutrients.

1 INTRODUÇÃO

Os elevados níveis de produtividade do milho obtidos na atualidade têm sido alcançados graças ao eficiente trabalho desenvolvido pelos melhoristas ao longo dos anos, impulsionado pelo advento do milho híbrido.

Atualmente, quase totalidade dos programas de melhoramento do milho tem como foco principal o desenvolvimento de híbridos voltados para a elevada produção de grãos e não dão ênfase a genótipos específicos para a produção de silagem, devido à baixa quantidade de sementes comercializadas especificamente para este fim.

Rotineiramente, para a produção de silagem são recomendados os mesmos híbridos desenvolvidos para produção de grãos, que proporcionam elevada produção de massa verde e de matéria seca, sem necessariamente considerar a excelência qualitativa e nutricional da silagem. Ainda assim, a variabilidade existente permite prever a possibilidade de sucesso em programas de melhoramento visando à obtenção de híbridos apropriados para a produção de silagem, conciliando elevada participação de grãos na massa ensilada, alto rendimento de matéria seca, alto valor nutritivo e reduzida porcentagem da porção fibrosa, que são metas prioritárias em trabalhos de seleção de genótipos de milho para essa finalidade.

Nos programas de melhoramento do milho é comum a utilização de híbridos comerciais para servir de base na formação de novas populações para extração de linhagens, pois possuem a vantagem de terem sido avaliados em diversos ambientes e associam dessa forma, alta produtividade e características agronômicas desejáveis, com grandes proporções de locos favoráveis. Nesse processo, a etapa de avaliação da capacidade de combinação das linhagens é a que exige maior dispêndio de recursos, atenção dos melhoristas e, sobretudo, boa precisão experimental.

O método *top cross* permite a avaliação do mérito relativo de um grande número de linhagens, em nível intermediário de endogamia, com um testador comum, permitindo a eliminação das linhagens de desempenho inferior, tornando mais racional e eficiente o programa de desenvolvimento de híbridos.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar o desempenho de linhagens parcialmente endogâmicas (S_4) de milho, provenientes de três populações, em *top crosses* com testador de base genética restrita (híbridos simples), quanto aos caracteres agronômicos para produção de grãos e forragem e caracteres bromatológicos e qualitativos para produção de silagem.

2.2 Específicos

Avaliar o desempenho relativo de linhagens S_4 provenientes da população gerada a partir do cruzamento entre os híbridos Penta e P30F53, em cruzamentos *top crosses* com o testador Dow8460 quanto aos caracteres agronômicos para produção de grãos e forragem, e bromatológicos e qualitativos para produção de silagem.

Avaliar o desempenho relativo de linhagens S_4 provenientes da população gerada a partir do cruzamento entre os híbridos P30P70 e Dow8460, em cruzamentos *top crosses* com o testador P30F53 quanto aos caracteres agronômicos para produção de grãos e forragem, e bromatológicos e qualitativos para produção de silagem.

Avaliar o desempenho relativo de linhagens S_4 provenientes da população gerada a partir do híbrido Penta, em cruzamento *top cross* com o testador P30F53 quanto a caracteres agronômicos e produção de grãos.

Selecionar, por meio dos *top crosses*, as melhores linhagens S_4 com potencial para avançar o programa de melhoramento de milho da UNICENTRO, visando à produção de grãos e/ou silagem de alto valor nutritivo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Aspectos gerais sobre a cultura do milho

O milho é hoje uma das plantas mais cultivadas e estudadas em todo o mundo, sendo totalmente dependente da ação do homem. A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Na realidade, o uso do milho em grão como alimentação animal representa cerca de 70% do consumo desse cereal no mundo (EMBRAPA, 2011).

A porcentagem de milho destinado à alimentação animal no Brasil varia entre 60% e 80% dependendo do ano, já nos Estados Unidos essa porcentagem gira em torno de 50% (EMBRAPA, 2011). No entanto, a utilização do milho para a produção do combustível etanol nos EUA vem aumentando, sendo estimado que a demanda norte-americana para este fim seja de aproximadamente 40% da produção de milho no país (SEAB, 2012).

Na safra agrícola 2011/12 a produção mundial de milho foi de 877,75 milhões de toneladas e o Brasil ocupou o terceiro lugar no ranking como maior produtor, com safra total de 72,73 milhões de toneladas, e também como exportador de 12,70 milhões de toneladas (SEAB, 2012), com produtividade média alcançada na primeira safra de 4.480 kg ha⁻¹ (CONAB, 2012). Essa baixa produtividade média brasileira quando comparada ao potencial produtivo dos cultivares disponíveis no mercado, reflete a baixa utilização de tecnologias na grande maioria das lavouras no país.

O Paraná lidera a produção nacional com 17 milhões de toneladas de milho produzidas na safra agrícola 2011/12, cerca de 23% da produção do país, com produtividade média de 6.800 kg ha⁻¹ na primeira safra (SEAB, 2012). O núcleo de Guarapuava, conforme divisão da SEAB, é o terceiro maior produtor e, na média dos últimos cinco anos, foi responsável por 10% da produção estadual (CONAB, 2012), atingindo produtividade média de 10.000 kg ha⁻¹ no último ano (CEPEA-CNA, 2012).

A elevada produção e produtividade da região de Guarapuava se devem, principalmente, às condições edafoclimáticas favoráveis para o cultivo do milho, seguido pela alta e adequada tecnologia empregada por boa parte dos produtores que tem como tradição o cultivo do milho (OLIBONI, 2009).

No mercado brasileiro, para a safra agrícola 2011/2012, foram disponibilizadas 489 cultivares de milho, sendo 316 cultivares convencionais e 173 transgênicas, com grande predominância de híbridos simples (60,32%) e triplos (20,04%), de maior potencial genético.

As cultivares de ciclo precoce representaram 72,5% do mercado, sendo as mais cultivadas tanto na safra como na safrinha, em segundo lugar ficaram as cultivares hiperprecoce ou superprecoce que ocuparam cerca de 24% do mercado. Houve ainda a predominância de cultivares de grãos semiduros (em torno de 54%) e duros (em torno de 28%), cultivares dentados foram minoria (em torno de 5%), esses últimos que são, geralmente, destinados à produção de milho-verde ou produção de silagem (CRUZ et al., 2010).

Há sempre uma dinâmica de renovação de cultivares sendo algumas retiradas e outras lançadas no mercado a cada safra. No entanto, é fundamental utilizar um sistema de produção com nível tecnológico adequado para que essas sementes possam mostrar o seu potencial produtivo.

3.2 O milho híbrido

Os elevados níveis de produtividade do milho obtidos na atualidade têm sido alcançados graças aos métodos de melhoramento que permitem a obtenção de genótipos superiores e ao eficiente trabalho desenvolvido pelos melhoristas ao longo dos anos (FERREIRA, 2008).

No século XIX, os agricultores utilizavam variedades de polinização livre, obtendo produtividades relativamente baixas, mas com o passar do tempo, houve a necessidade de se elevarem as produtividades devido ao aumento da população mundial e, a partir deste período, novas técnicas começaram a ser colocadas em prática, como a técnica de hibridação (LÜDERS, 2003).

Na produção de híbridos estão envolvidos os fenômenos genéticos da endogamia e da heterose. O primeiro aumenta o nível de homozigose conduzindo a um efeito depressivo na expressão dos caracteres, o que é conhecido como depressão por endogamia, enquanto que o segundo refere-se ao aumento do vigor e da expressão dos caracteres no cruzamento entre linhagens divergentes (CABRERA, 2001).

A obtenção de híbridos foi descrita por Shull (1909) ao estudar a variabilidade dentro de uma população de milho, quando concluiu que uma população de polinização livre inclui vários genótipos e que pelo processo de endogamia pode-se ter uma série de linhagens puras e, inter cruzando as linhagens puras, observou que o vigor era restaurado nos cruzamentos, formando híbridos simples. No entanto a aceitação dos híbridos simples nesta época não foi satisfatória pelo elevado custo da semente, devido à baixa produtividade das linhagens. Então Jones (1918) sugeriu o uso de híbridos duplos, resultantes do cruzamento de dois híbridos

simples, superando as desvantagens na produção de híbridos simples e estimulando o uso comercial de sementes de milho híbrido.

O advento do milho híbrido em 1920 nos Estados Unidos é considerado um marco na história do melhoramento de plantas, pelo impulso propiciado a essa cultura em todo o mundo (MELO, 2009). O Brasil foi o segundo país a adotar essa tecnologia e o primeiro programa de melhoramento de milho foi desenvolvido no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) em 1932, onde também, em 1939, Krug e colaboradores produziram o primeiro híbrido duplo brasileiro (FERREIRA, 2008).

O milho é o exemplo mais notável da utilização do processo da hibridação para explorar o vigor de híbrido ou heterose (FERREIRA, 2008). A heterose se manifesta, em geral, em híbridos F_1 , ou primeira geração filial, já demonstrando o desempenho superior em relação a cultivares comuns, de polinização aberta, no que diz respeito ao elevado potencial produtivo, precocidade, uniformidade, resistência a doenças e a distúrbios fisiológicos (MELO, 2009).

Com o avanço das gerações por autofecundação ocorre a depressão por endogamia, porém linhagens S_1 e S_2 apresentam ainda alta variabilidade genética, em média, de 50% e 25% de heterozigose, respectivamente. Já linhagens S_3 possuem 87,5% dos locos em homozigose, o que pode viabilizar o uso dessas linhagens para produzir híbridos de milho em escala comercial (SOUZA JUNIOR, 2001). Além disso, essa pequena variabilidade existente pode proporcionar a obtenção de híbridos ainda melhores com o avanço das gerações (S_4 , S_5) (SILVEIRA e MORO, 2009).

A etapa mais onerosa e demorada em um programa de híbridos de milho é a obtenção e avaliação das linhagens (MIRANDA FILHO e VIÉGAS, 1987), com isso novas concepções de híbridos, como os híbridos de F_2 (S_0) resultantes do cruzamento de duas populações F_2 de híbridos comerciais e os híbridos de linhagens parcialmente endogâmicas (S_2 , S_3 , S_4) têm sido estudadas (AMORIM e SOUZA, 2005).

A utilização de linhagens parcialmente endogâmicas geram redução no tempo e custos para obtenção dos híbridos por apresentarem maior facilidade de manuseio (CARVALHO et al., 2004), necessitando de menor número de autofecundações, e menor área para obtenção e multiplicação das linhagens, mantendo também uma produtividade superior quando comparadas com linhagens endogâmicas (FERREIRA, 2008). A alternativa mais viável para extração de linhagens para produção de híbridos tem sido a utilização de híbridos simples comerciais, pois têm as vantagens de já terem sido testados em vários ambientes, possuem

grande proporção de alelos favoráveis já fixados e estão associados à alta produtividade (AMORIM e SOUZA, 2005).

O melhoramento do milho evoluiu, até a década de 1980, dando ênfase à produtividade, porte da planta, altura da inserção da espiga e resistência ao acamamento. Nos últimos anos, tem havido mudanças na arquitetura da planta, predominando cultivares modernas de porte baixo, ciclo precoce a super-precoce e adaptados a uma maior amplitude de ambientes, obtidas com a introgressão de germoplasma proveniente de regiões subtropicais e temperadas (LÜDERS, 2003).

Atualmente os programas de melhoramento de milho, privados ou públicos, têm como objetivo o incremento da produtividade pelo aumento da tolerância aos estresses bióticos (pragas e doenças), maior densidade de plantas, resistência de plantas ao acamamento e melhor qualidade dos grãos. Os estresses abióticos também são considerados, como os relacionados à fertilidade do solo e à disponibilidade hídrica. Alguns programas visam outras características além destas, como a obtenção de tipos especiais de milho com alta qualidade nutricional, pipoca, verde, doce e com maior teor de óleo (SOUZA JÚNIOR, 2001).

Silveira e Moro (2009) avaliaram o potencial heterótico de linhagens S_3 parcialmente endogâmicas, provenientes de híbridos comerciais, para obtenção de híbridos simples de milho em condições de safrinha. Foram obtidos 243 híbridos simples em esquema dialélico a partir de 37 linhagens S_3 , observaram que 26 híbridos superaram as duas testemunhas, e 38 superaram pelo menos uma delas em produtividade de grãos.

Carvalho et al. (2004) ao avaliarem o potencial de produtividade de híbridos obtidos a partir de cruzamentos dialélicos de 20 progênies S_2 parcialmente endogâmicas, provenientes de híbridos simples, encontraram diferença significativa entre os híbridos para todos os caracteres avaliados (altura de plantas e de espigas, porcentagem de espigas sadias e produtividade de espigas despalhadas), porém, estas características não diferiram significativamente em contraste com as testemunhas (híbridos simples), ou seja, em média, o desempenho dos híbridos $S_2 \times S_2$ foi semelhante ao das testemunhas. Como a maior parte das testemunhas eram híbridos com grande aceitação comercial ficou evidenciado o potencial dos híbridos $S_2 \times S_2$ obtidos.

3.3 Avaliação de linhagens em *top crosses*

Em programas visando à obtenção de híbridos de milho, a etapa de avaliação da capacidade de combinação das linhagens é a que exige maior recurso e atenção dos

melhoristas, sobretudo na necessidade de uma boa precisão experimental (RIBEIRO et al., 2000).

O método de *top cross* foi proposto por Davis (1927) e consiste na avaliação de um grande número de linhagens com um testador comum, em que as linhagens são despendoadas, dispensando-se as polinizações manuais, obtendo-se um enorme número de híbridos. O *top cross* tem por objetivo avaliar o mérito relativo das linhagens em cruzamentos com testadores, eliminando as de desempenho agrônômico inferior, tornando mais racional e eficiente o programa de híbridos (NURMBERG et al., 2000).

Originalmente, o método consistia no cruzamento de um grande número de linhagens com um testador comum, sendo em geral, uma variedade ou qualquer genótipo de base genética ampla. Tal avaliação era sugerida para linhagens com poucos ciclos de autofecundações e tinha por objetivo praticar seleção nas fases iniciais do programa de melhoramento, reduzindo o número de linhagens autofecundadas nos ciclos posteriores (LÜDERS, 2003).

Atualmente, a utilização de testadores de base genética restrita (híbridos simples ou linhagens) vem sendo utilizada, permitindo a obtenção e utilização de híbridos superiores (LÜDERS, 2003). O uso de linhagens elites como testadora é indicado quando o objetivo do programa é a obtenção de híbridos simples; quando o objetivo é a obtenção de híbridos triplos deve-se usar como testador um híbrido simples (SOUZA JUNIOR, 2001).

Segundo Fuzatto (2003) apesar da grande utilidade do esquema de cruzamentos *top cross*, a identificação de um testador perfeito ainda não foi possível, pois sempre existe a possibilidade de eliminação de linhagens úteis por não apresentarem boa capacidade combinatória com o testador utilizado.

Já para Miranda Filho e Gorgulho (2001), o uso do cruzamento *top cross* para avaliar o valor genético de linhagens em cruzamentos é eficiente, pois todas as linhagens de um determinado conjunto são cruzadas com um mesmo testador e o valor genético relativo dessas linhagens é determinado com base em contrastes de médias (média dos respectivos *top cross* – média geral) de caracteres quantitativos.

Duarte et al. (2003) avaliaram o potencial de três testadores elite de base genética restrita (linhagens), e observaram que os testadores promoveram uma classificação diferenciada, mas nenhum deles apresentou a capacidade de reunir simultaneamente várias características. Foram verificados híbridos experimentais com produtividade de grãos superior às testemunhas comerciais.

Ferreira et al. (2010) avaliaram o potencial de híbridos comerciais de milho para extração de linhagens por meio da produtividade de grãos, para isso realizaram cruzamentos, em esquema *top cross*, de 49 linhagens parcialmente endogâmicas (S_3) com um testador comum. Encontraram híbridos com maior potencial para extração de linhagens superiores para este testador comum, porém concluíram que não se pode inferir que linhagens provenientes de um determinado híbrido comercial tenham comportamento superior, em combinações híbridas.

Nurmburg et al. (2000) ao estudarem o desempenho de três híbridos simples como testadores de linhagens de milho em *top crosses*, identificaram a eficiência de um deles na discriminação das linhagens com base nas estimativas de herdabilidade, capacidade geral de combinação e no desempenho médio dos híbridos *top crosses*. Também concluíram que embora as interações *top crosses* x locais e *top crosses* x testadores fossem significativas, foi possível identificar linhagens com boa performance nos três ambientes de estudo.

Paterniani et al. (2006) avaliaram o desempenho de 60 híbridos triplos oriundos de cruzamentos de 30 linhagens com dois testadores de base genética estreita (híbridos simples), e obtiveram híbridos triplos similares aos híbridos comerciais utilizados como testemunha.

3.4 Melhoramento de milho para produção de silagem

Sendo o milho a principal planta ensilada para utilização em sistemas de produção animal, é imprescindível que esta proporcione silagens de alta qualidade, visto que, principalmente em sistemas intensivos de criação de bovinos, tanto para produção de carne quanto de leite, os animais apresentam elevado potencial genético e precisam de alimentos de alta qualidade para poder expressá-lo (GOMES et al., 2004).

A ensilagem consiste na preservação de forragens úmidas recém-colhidas, que são mantidas em condições de anaerobiose, pela boa compactação e vedação dos silos. Nesse ambiente ocorre a produção de ácidos orgânicos, principalmente o ácido lático, a partir de açúcares solúveis, o que promove a redução do pH e inibe o desenvolvimento de microrganismos deletérios indesejáveis. A quantidade de carboidratos solúveis, além do teor de matéria seca e da composição da microflora epifítica, são características importantes nas forrageiras para que ocorra uma boa fermentação (SANTOS et al., 2006).

O armazenamento de forragens na forma de silagem é um processo de custo elevado, cuja relação custo/benefício é diretamente dependente do volume e qualidade da massa

produzida. Esse custo elevado muitas vezes é devido à baixa produtividade das culturas (BALIEIRO NETO et al., 2011).

A planta de milho é considerada padrão para ensilagem por proporcionar uma silagem de boa qualidade com alto valor nutritivo (SALAZAR et al., 2010), apresentando cerca de 6 a 8% de proteína bruta, 45 a 60% de fibra em detergente neutro e 65 a 75% de nutrientes digestíveis totais (MELLO, 2004). Também apresenta alto potencial de produção de matéria seca aliado à produção de grãos, o que enriquece a forragem produzida (ALVAREZ et al., 2006), e possui baixo poder tampão, proporcionando uma boa fermentação microbiana (NUSSIO et al., 2001a).

No Brasil, as silagens de milho possuem média qualidade e rendimento abaixo do potencial da planta no que diz respeito à produção de energia digestível por área, contudo, a utilização de cultivares modernas pode representar maiores ganhos em produtividade, desde que fatores limitantes não influenciem no potencial produtivo da cultura (BALIEIRO NETO et al., 2011).

Grande parte dos programas de melhoramento de milho no Brasil não dá ênfase ao desenvolvimento de cultivares para produção de silagem, visto à baixa quantidade de sementes comercializadas especificamente para este fim, sendo recomendados, geralmente, os mesmos híbridos recomendados para produção de grãos (GOMES et al., 2004).

Conforme Nussio et al. (2001b) a planta ideal para ensilagem é aquela que apresenta elevada participação de grãos na massa ensilada, possui fibras e parede celular de melhor digestibilidade, suporta alta produtividade de massa e que possui boas condições de sanidade a doenças e pragas, compatível com sistemas de produção eficientes. A silagem deve ser um volumoso com boa concentração de energia (%NDT ou energia líquida), aliada a uma boa produção de massa que permita alta ingestão pelos animais (kg ingerido por 100 kg de peso vivo) (LUPATINI et al., 2004).

Alguns parâmetros químico bromatológicos, sugeridos por Neumann (2011), para que uma planta de milho proporcione a confecção de silagem de boa qualidade são: 30 a 35% de matéria seca; 7 a 10% de proteína bruta; mais de 24% de amido; mais de 65% de nutrientes digestíveis totais; menos de 38% e 53% para fibra em detergente ácido e neutro, respectivamente e de 2 a 5% de extrato etéreo e matéria mineral, todos baseados em porcentagem na matéria seca.

Quanto às características agrônomicas produtivas da planta de milho para silagem, deve apresentar: menos de 5 folhas secas no momento da colheita, altura de espiga entre 0,8 e 1,2 m; altura de planta entre 1,9 e 2,6 m; produtividades de matéria verde e de matéria seca

superiores à 55.000 kg ha⁻¹ e 18.000 kg ha⁻¹, respectivamente; produção de grãos superior a 7.000 kg ha⁻¹ na estádio de colheita; taxa de secagem menor que 0,5% ao dia e janela de colheita superior a 10 dias (NEUMANN, 2011).

O teor de matéria seca (MS) da planta deve ser o critério utilizado para confirmação do ponto ótimo da colheita de planta de milho para a ensilagem, sendo a evolução da linha de leite no grão o principal fator indicador do momento de se iniciar as determinações dos teores de MS da planta inteira (NUSSIO et al., 2001a). Nussio e Manzano (1999) relataram que os teores de 30 a 35% de matéria seca são obtidos nas plantas de milho no momento em que a consistência dos grãos estiver variando entre o estádio pastoso e o farináceo duro, o que corresponde à visualização da linha de leite entre 1/3 e 2/3.

O ponto de colheita das plantas de milho para confecção de silagem é um fator importante na tomada de decisão, pois esse afeta diretamente a produção de forragem por área, a qualidade e o consumo de silagem obtida, determinando os níveis de produtividade a serem alcançados e consequentemente os resultados econômicos em determinado sistema de produção animal. O alto valor nutritivo da planta de milho caracterizado pela elevada digestibilidade ou densidade energética determinam a excelência dessa planta e, em geral, esse é o atributo que as qualifica a serem eleitas para serem utilizadas na alimentação em sistemas de produção animal (CAETANO, 2001).

O híbrido utilizado interfere diretamente na quantidade e qualidade da forragem produzida, porém resultados referentes à avaliação da qualidade da silagem de diferentes híbridos de milho são pouco comuns (OLIVEIRA et al., 2003). Na maioria dos trabalhos encontrados na literatura, constata-se a existência de ampla variabilidade entre os híbridos para a produtividade de matéria seca de silagem de milho (MELO et al., 1999; VILLELA, 2001; MENDES et al., 2008; GRALAK, 2011). Além disso, os híbridos disponíveis no mercado apresentam forte interação com os ambientes (GOMES et al., 2002; PFANN, 2010), sendo necessárias avaliações em vários locais, para a identificação daqueles com melhor desempenho em regiões específicas (MITTELMANN et al., 2005).

Dentre os principais objetivos dos programas de melhoramento para a silagem deve estar à procura por híbridos de milho adaptados a diferentes tipos de solo e clima, com maior resistência a pragas e doenças regionais, com estabilidade de produção, que possuam alta produtividade total de matéria seca, elevada participação de grãos na matéria seca total, colmos fortes e resistentes ao acamamento, acentuado *stay green* (característica da planta de permanecer verde mesmo quando a espiga já se encontra em adiantado estádio de maturação) e menor *dry down* (taxa de secagem) (MELLO, 2004). Além destes fatores, o valor nutritivo proveniente das porções vegetativa e espiga sobre a taxa de degradabilidade da fração fibrosa

da planta, bem como a degradabilidade potencial da fração amido da espiga devem integrar os objetivos dos programas de melhoramento (NUSSIO et al., 2001a).

Mittelmann et al. (2005) avaliaram o potencial de híbridos comerciais de milho para produção de silagem na região sul do Brasil, vinte e um híbridos foram testados em sete locais e foi avaliada a produção de matéria seca com base em análises bromatológicas. Verificaram que as médias dos híbridos variaram de 11,27 a 14,83 t ha⁻¹ para produção de matéria seca, os efeitos de local e da interação de híbrido por local foram importantes na determinação dos caracteres, as médias dos locais para produção de matéria seca variaram de 8,69 a 19,22 t ha⁻¹. Concluíram que existe variabilidade entre os materiais indicados para cultivo na região sul quanto ao potencial de utilização na forma de silagem, por isso, é necessário que as recomendações sejam regionalizadas.

Fonseca et al. (2002) avaliaram o desempenho de 60 híbridos de milho quanto à produção de silagem correlacionando as características agrônomicas, químicas e de degradabilidade da planta. Constataram variabilidade na maioria das características avaliadas, evidenciando a importância da escolha dos genótipos para a produção de silagem, e concluíram que a variabilidade permite prever a possibilidade de sucesso em programas de melhoramento visando à obtenção de híbridos apropriados para a produção de silagem, que há possibilidade de materiais que conciliem alto rendimento de matéria seca e alto valor nutritivo e também, que a baixa porcentagem da porção fibrosa são metas prioritárias em trabalhos de seleção de genótipos de milho para produção de silagem, com ênfase na qualidade nutricional.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material genético

Os híbridos comerciais de milho Penta, P30F53, P30P70 e Dow8460, que se destacaram em estudos prévios na região Centro-Sul do Paraná quanto à produção de grãos e/ou silagem, foram utilizados para formação de três populações denominadas 29, 30 e 31 (Tabela 1), a partir das quais foram obtidas, por autofecundações, linhagens S₄ parcialmente endogâmicas.

No ano de 2010 as linhagens S₄ obtidas de cada população foram semeadas isoladamente e cruzadas em esquema *top cross* com um testador (híbrido comercial) (Tabela 1).

Tabela 1. Híbridos comerciais precursores de três populações de linhagens e testadores na obtenção dos híbridos *top crosses* experimentais. Guarapuava: UNICENTRO, 2012.

População	Origem das linhagens	Híbrido testador	Número de cruzamentos <i>top crosses</i>
29	(Penta x P30F53)	Dow8460	46
30	(P30P70 x Dow8460)	P30F53	74
31	Penta	P30F53	82

Em março de 2011 os híbridos *top crosses* obtidos foram selecionados com base no número de sementes suficiente para implantação de experimento.

Foram realizados três experimentos distintos, em cada um foram avaliados os híbridos *top crosses*, mais os híbridos comerciais parentais de cada população, o testador e o híbrido Status, utilizados como testemunhas. O híbrido Status possui ótima sanidade foliar, alto potencial produtivo e recomendado para cultivo em população de 70.000 pl ha⁻¹ na região Sul (SYNGENTA, 2013). A caracterização dos híbridos comerciais utilizados encontra-se na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização dos híbridos comerciais utilizados como parentais na obtenção das linhagens S₄, testadores e testemunhas. Guarapuava: UNICENTRO, 2012.

Híbrido	Tipo	Ciclo	Cor do grão	Textura do grão	Empresa
Penta	HS	P	AL	Duro	Syngenta
P30F53	HS	P	AL	Semiduro	Pioneer
Dow8460	HSm	P	AL	Duro	Dow Agrosience
P30P70	HS	P	AL	Semiduro	Pioneer
Status	HS	P	AL	Duro	Syngenta

HS = híbrido simples; HSm = híbrido simples modificado; P = precoce; AL = alaranjado.

4.2 Ambientes de condução dos experimentos

Os experimentos para a avaliação dos híbridos *top crosses* e testemunhas foram conduzidos em dois ambientes no Município de Guarapuava (PR). O ambiente 1 localizado na área experimental do *campus* CEDETEG da UNICENTRO, com coordenadas geográficas 25°23'36" de latitude sul, 51°27'19" de longitude oeste e 1.120 m de altitude (EMBRAPA, 2006), foi caracterizado pelo espaçamento de 0,80 m nas entrelinhas de cultivo. O ambiente 2 localizado na área experimental da Fazenda Três Capões da Empresa Santa Maria, com coordenadas geográficas 25°25'60" de latitude sul, 51°39'27" de longitude oeste e 990 m de altitude (EMBRAPA, 2006), foi caracterizado pelo espaçamento de 0,45 m nas entrelinhas de cultivo. O clima da região, segundo classificação de Köppen é Cfb subtropical, sem estação seca definida, temperatura média do mês mais quente inferior a 22 °C e com precipitação anual média de 1800 mm (PEREIRA et al., 2001), sendo o solo dos dois ambientes classificado como Latossolo Bruno Alumínico (EMBRAPA, 2006).

Os dados sobre a precipitação pluviométrica do ambiente 1 e ambiente 2, obtidos durante os meses de execução dos experimentos, de novembro de 2011 a maio de 2012, foram fornecidos pela Estação Meteorológica do *campus* CEDETEG e pela Empresa Santa Maria e estão apresentados na Figura 1.

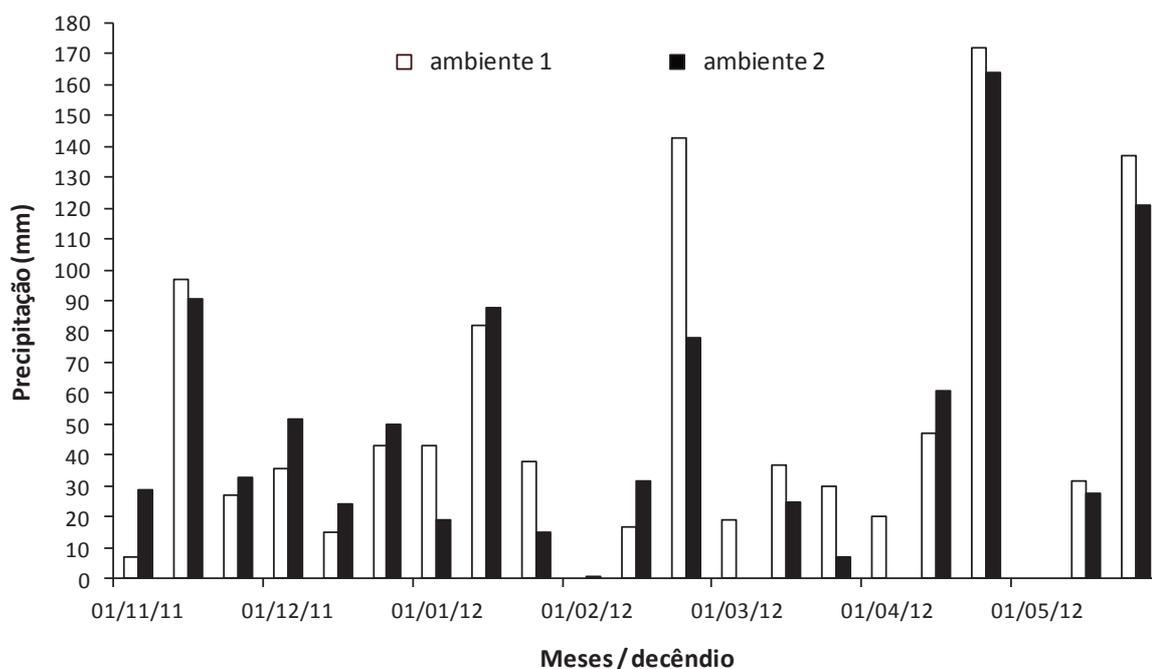


Figura 1. Dados da precipitação pluviométrica obtidos no *campus* CEDETEG e Fazenda Três Capões, no Município de Guarapuava-PR, apresentados por decênio, durante a safra agrícola 2011/2012.

4.3 Implantação e condução dos experimentos

Os experimentos foram instalados em esquema de blocos com os tratamentos ao acaso, com três repetições.

No ambiente 1 a semeadura foi realizada no dia 01/11/2011 e no ambiente 2 os experimentos foram instalados em 02/11/2011. Os experimentos foram semeados sob sistema de plantio direto, com semeadoras manuais, após prévia dessecação nas áreas, ambas tendo a aveia como cultura antecessora, utilizando herbicida glifosato (4 L ha^{-1}).

Cada unidade experimental foi constituída por uma linha de 5 m de comprimento para produção de silagem e uma linha de 5 m de comprimento para avaliação da produção de grãos, espaçada em 0,80 m no ambiente 1 e duas linhas de 5 m de comprimento para avaliação da produção de grãos, espaçadas 0,45 m entre si no ambiente 2, totalizando área útil de 4 m^2 e $4,5 \text{ m}^2$, nos respectivos ambientes. Trinta dias após a semeadura foi realizado o raleio das plantas em cada parcela para obtenção da densidade final de $70.000 \text{ plantas ha}^{-1}$ para os experimentos em ambos os ambientes.

Para todos os experimentos foi realizada adubação de semeadura com 350 kg ha^{-1} do formulado comercial 8-28-16 (N-P-K) e adubação nitrogenada de cobertura com 400 kg ha^{-1}

de uréia, parcelada em duas vezes de 200 kg ha⁻¹, sendo a primeira no estágio de três folhas expandidas e a segunda com seis folhas expandidas.

As sementes utilizadas nos experimentos foram tratadas com o inseticida Cropstar[®] (Imidacloprido + Tiodicarbe) na dose de 0,35 litros para 60.000 sementes. Para o manejo de pragas foram realizadas duas aplicações dos inseticidas Certero[®] (Triflumurom, 0,5 L ha⁻¹) e Lorsban[®] (Clorpirifós, 0,5 L ha⁻¹). Para manejo de plantas daninhas foram feitas duas aplicações com o herbicida atrazina (5 L ha⁻¹) mais Soberan[®] (Tembotriona – 0,25 L ha⁻¹). Não foram realizadas aplicações de fungicidas para o controle de doenças.

4.4 Coleta das plantas no ponto de ensilagem e análises bromatológicas

A confecção de silagem foi realizada apenas nos experimentos das populações 29 e 30 conduzidos no ambiente 1. Nesses experimentos o ponto de ensilagem das plantas de cada parcela foi monitorado até os grãos atingirem 75% da linha de leite. Neste ponto foi realizado o corte manual, a 20 cm do solo, das plantas da linha de cada parcela de duas repetições. Após o corte, as plantas foram imediatamente pesadas para a determinação da produtividade de massa verde (PMV). Posteriormente, a produtividade de massa seca (PMS) foi obtida pelo peso resultante da PMV, multiplicado pela porcentagem de massa seca obtida em laboratório.

Em seguida, seis plantas de cada parcela foram picadas em triturador estacionário da marca Nogueira[®], modelo EM 6400, com tamanho médio de partículas de 2 cm. O material picado de cada parcela foi homogeneizado e parte foi ensilado em silos experimentais de PVC (*Poly Vinyl choride*), com 10 cm de diâmetro e 45 cm de comprimento. A compactação da silagem foi realizada manualmente com um bastão de madeira. Para o fechamento dos silos foi utilizada lona plástica preta vedada com fita adesiva, para evitar trocas gasosas.

Após 120 dias do processo de ensilagem os silos foram abertos, as porções da silagem localizadas nas extremidades de cada silo foram descartadas e a porção central foi homogeneizada. Uma amostra de 0,5 kg da massa central ensilada de cada parcela foi acondicionada em sacos plásticos e mantida em congelador como contra-amostra; outra amostra de 0,3 kg foi levada para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 55 °C até obtenção de peso constante para a determinação de amostra seca ao ar. Posteriormente, cada amostra seca foi moída em moinho estacionário tipo Willey, com peneira de 1 mm de malha e acondicionada em sacos plásticos para a realização das análises bromatológicas.

No laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição de Ruminantes da UNICENTRO foram determinadas em duplicata de cada parcela as seguintes características bromatológicas:

- Teor de Matéria Seca (MS) (%): determinada em secagem por estufa a 105 °C até peso constante (SILVA e QUEIROZ, 2002).
- Teor de Matéria Mineral (MM) (%): determinada pela combustão das amostras em mufla a 550 °C por 4 horas (AOAC, 1990).
- Teor de Proteína Bruta (PB) (%): determinado o teor de nitrogênio conforme AOAC (1990) utilizando o método Kjeldal, segundo Silva e Queiroz (2002), utilizando aparelho destilador de nitrogênio da marca Tecnal® modelo TE-0363.
- Componentes da parede celular: fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), em %: foram obtidas utilizando aparelho digestor marca Tecnal® modelo TE-149 e solução de detergente neutro e detergente ácido de acordo com Van Soest et al. (1991). Os sacos utilizados foram de TNT (tecido não tecido) de densidade 100 g dm⁻³. Foram utilizados 0,5 mL de α amilase termoestável para cada amostra na determinação da FDN.

Os valores obtidos de MS, MM, PB, FDN e FDA foram utilizados para estimar os seguintes parâmetros qualitativos da silagem:

- Teor de Carboidratos Não-Fibrosos + Extrato Etéreo (CNF+EE) (%): obtido pelo estimador $CNF+EE = [100 - (\%MM + \%PB + \%FDN)]$, conforme NRC (2001).
- Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) (%): obtido pelo estimador $NDT = 87,84 - (0,7 * FDA)$, conforme Bolsen (1996).
- Valor Relativo da Silagem (VRS): obtido pelo estimador $VRS = (DMS * CMSP) / 1,29$, conforme Bolsen (1996).

Em que:

DMS (%): digestibilidade estimada da MS. $DMS = 88,9 - (0,779 * FDA)$, conforme Bolsen (1996).

CMSP (%PV): consumo de MS em função do peso vivo. $CMSP = 120 / FDN$, conforme Mertens (1994).

4.5 Características agronômicas avaliadas

Para todos os experimentos, nos dois ambientes, foram avaliados os seguintes caracteres agronômicos:

- Florescimento masculino (FM) (dias): número de dias até a emissão de pendões em 50% das plantas na parcela, a contar da data de semeadura;
- Altura de planta (AP) (m): média da medida amostrada de seis plantas competitivas de cada parcela, tomada desde o solo até a folha bandeira, após o completo florescimento;

- Altura de inserção da espiga (AE) (m): média da medida amostrada de seis plantas competitivas de cada parcela, tomada desde o solo até a inserção da espiga principal, após o completo florescimento;
- Estande: número total de plantas estabelecidas na parcela no momento da colheita;
- Produtividade de Grãos (PG) (kg ha⁻¹): estimada por meio da massa dos grãos resultantes da debulha em batedor tracionado por trator, do total de espigas da parcela, tomado com auxílio de balança eletrônica, corrigida para 13% de umidade, pelo estimador: $PG = PC (100-U)/87$.

Em que:

PG: produtividade de grãos corrigida para 13% de umidade;

PC: massa de grãos no momento da colheita;

U: teor de umidade dos grãos em cada parcela no momento da pesagem.

Nos experimentos avaliados quanto à silagem foram avaliados também:

- *Stay green* (SG) (número de folhas): média do número de folhas secas amostrada de seis plantas competitivas de cada parcela, tomada no momento do corte das plantas para confecção da silagem;
- Ponto ideal de corte para silagem após o florescimento masculino (DAF) (dias): obtido pelo número de dias até as parcelas atingirem o ponto ideal de corte para silagem subtraído o número de dias para o FM.

4.6 Análises estatísticas

Para cada experimento foi realizada a correção de estande pelo método da covariância (RAMALHO et al., 2000) considerando o estande ideal de 28 e 32 plantas por parcela, respectivamente para o ambiente 1 e ambiente 2, após constatado efeito não significativo para o número de plantas por parcela. Os dados foram então submetidos à análise de variância segundo o delineamento de blocos completos com os tratamentos casualizados.

Assim, para as características agrônômicas FM, PG, AP e AE avaliadas nos dois ambientes e PMV, PMS, SG, ponto ideal e características bromatológicas da silagem, avaliadas somente no ambiente 1, a análise de variância individual foi feita utilizando o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = m + G_i + B_j + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} : é o valor observado do genótipo i no bloco j ;
 m : é a média geral;
 G_i : é o efeito do genótipo i ($i = 1, 2, \dots, i$);
 B_j : é o efeito do bloco j ($j = 1, \dots, j$);
 e_{ij} : é o erro experimental $e_{ij} \cap N(0, \sigma^2)$.

Na análise conjunta das características agronômicas florescimento masculino (FM), produtividade de grãos (PG), altura de planta (AP) e altura *de inserção da espiga (AE)* o modelo estatístico utilizado foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = m + G_i + B/A_{jk} + A_j + GA_{ij} + e_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} : é o valor fenotípico do caráter Y medido no genótipo i , no ambiente j ;
 m : é a média geral;
 G_i : é o efeito do genótipo i ($i = 1, 2, \dots, i$);
 A_j : é o efeito do ambiente j ($j = 1, 2$);
 B/A_{jk} : é o efeito de blocos dentro de ambiente;
 GA_{ij} : é o efeito da interação do genótipo i com o ambiente j ;
 e_{ijk} : é o erro médio associado à observação Y_{ijk} .

As médias dos tratamentos foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, sendo as análises realizadas com o auxílio do software estatístico Genes (CRUZ, 2006).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados da precipitação pluviométrica (Figura 1), houve distribuição frequente de chuvas, sem períodos de estiagem prolongada, durante todo o período de condução dos experimentos. Nos primeiros três meses de condução dos experimentos, fases de desenvolvimento das raízes, folhas, colmo, florescimento e polinização e quando é definido o potencial produtivo das plantas, ocorreu maior volume de chuvas no ambiente 2 em relação ao ambiente 1. Já nos quatro últimos meses da condução dos experimentos, período em que ocorre o enchimento dos grãos até atingir a maturação fisiológica, o volume de chuvas foi maior no ambiente 1 quando comparado ao ambiente 2. Os índices mais altos de precipitação no ambiente 1 foram atingidos no último decêndio do mês de fevereiro (dias 21 a 29), na fase final da polinização, e durante o final do ciclo da cultura, no último decêndio do mês de abril (dias 21 a 30) de 2012, coincidente com as fases finais do enchimento de grão até atingir a maturação fisiológica. Já para o ambiente 2 os índices mais altos ocorreram no segundo decêndio dos meses de novembro de 2011 e janeiro de 2012 (dias 11 a 20), coincidentes com as fases iniciais e finais do crescimento vegetativo até o início do florescimento masculino, respectivamente, e também no último decêndio do mês de abril de 2012, coincidente com as fases finais do enchimento de grão até atingir a maturação fisiológica. Durante o mês de março no ambiente 1, quando foi realizado o corte das parcelas para confecção da silagem, os índices pluviométricos se mantiveram entre 20 e 37 mm a cada decêndio.

5.1 Experimento 1: População 29

5.1.1 Características agronômicas avaliadas no ambiente 1 e no ambiente 2

O resumo das análises de variância individuais das características agronômicas florescimento masculino (FM), produtividade de grãos (PG), altura de planta (AP) e altura de espiga (AE) avaliadas nos híbridos *top crosses* da população 29 e testemunhas no ambiente 1 (Tabelas 3) e ambiente 2 (Tabela 4), e da análise conjunta (Tabela 5) estão apresentados a seguir.

Tabela 3. Quadrados médios (QM) e coeficientes de variação experimental (CV) para as características florescimento masculino (FM), produtividade de grãos (PG), altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AE) de 50 genótipos de milho, referentes aos híbridos *top crosses* da população 29 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12 no ambiente 1. Guarapuava: UNICENTRO, 2012.

FV	GL	QM			
		FM	PG	AP	AE
Bloco	2	8,66	4171466,6	0,123601	0,108129
Genótipo	49	4,7205*	4563559,4*	0,02955*	0,016954*
Erro	98	1,0817	1622361,1	0,009231	0,004974
Média Geral		85,32	11.336,31	2,36	1,32
CV (%)		1,22	11,24	4,07	5,34

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 4. Quadrados médios (QM) e coeficientes de variação experimental (CV) para as características florescimento masculino (FM), produtividade de grãos (PG), altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AE) de 50 genótipos de milho, referentes aos híbridos *top crosses* da população 29 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12 no ambiente 2. Guarapuava: UNICENTRO, 2012.

FV	GL	QM			
		FM	PG	AP	AE
Bloco	2	0,72	5625544,37	0,023345	0,024813
Genótipo	49	7,766122*	3789725,38*	0,034371*	0,033585*
Erro	98	1,046531	2137335,36	0,015307	0,011582
Média Geral		86,58	10.638,03	2,28	1,18
CV (%)		1,18	13,74	5,44	9,11

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 5. Quadrados médios (QM) da análise conjunta e coeficientes de variação experimental (CV) para as características florescimento masculino (FM), produtividade de grãos (PG), altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AE) de 50 genótipos de milho, referentes aos híbridos *top crosses* da população 29 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12 em dois ambientes no Município de Guarapuava - PR. UNICENTRO, 2012.

FV	GL	QM			
		FM	PG	AP	AE
Blocos/Ambientes	4	4,69	4898505,47	0,07347	0,06647
Genótipos (G)	49	8,96088*	4731500,56*	0,05123*	0,03881*
Ambientes (A)	1	119,07*	36569894,20*	0,5043*	1,47*
G x A	49	3,52578*	3621784,30*	0,01269	0,01173
Erro médio	196	1,06415	1879848,25	0,01227	0,00828
Média Geral		85,95	10.987,17	2,32	1,25
CV (%)		1,20	12,48	4,78	7,27

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Os quadrados médios dos genótipos obtidos nas análises de variância individuais mostraram diferenças significativas pelo teste F ($P < 0,05$) para todas as características avaliadas nos dois ambientes (Tabelas 3 e 4), o que indica existência de variação genética entre os genótipos.

Os menores valores do coeficiente de variação experimental foram obtidos para o caráter FM, 1,18% e 1,22% para os experimentos conduzidos no ambiente 2 e ambiente 1, respectivamente. Lüders (2003) também encontrou valores de menor magnitude ($\leq 2,00\%$) para o CV da característica FM ao avaliar híbridos triplos resultantes de *top crosses* em dois locais no Estado de São Paulo. A característica PG foi a que obteve os maiores coeficientes de variação, 13,74% no ambiente 2 (Tabela 4) e 11,24% no ambiente 1 (Tabela 3).

Na análise conjunta o teste F mostrou significância a 5% de probabilidade para as fontes de variação ‘genótipos’ e ‘ambientes’ para todas as características avaliadas (Tabela 5). Houve também efeito significativo da interação ‘genótipos x ambientes’ para as características FM e PG, mostrando comportamento diferenciado dos genótipos em função das variações ambientais existentes, caracterizadas principalmente pelas diferenças de altitude, de espaçamento entre linhas e de arranjo de plantas entre os dois ambientes.

Os coeficientes de variação para as características FM, PG, AP e AE (Tabela 5) estão dentro dos padrões normais de experimentação em milho conforme Scapim et al. (1995), com boa precisão experimental. O maior coeficiente de variação foi encontrado para PG (12,48%) e depois para AE (7,27%), mostrando serem os caracteres mais influenciados pelas variações ambientais. Gralak (2011) também encontrou coeficientes de variação mais altos para as características PG (9,13%) e AE (5,37) ao avaliar a capacidade combinatória, em cruzamentos dialélicos, de híbridos comerciais de milho recomendados para a região Centro-Sul do Paraná.

Os valores médios obtidos para a característica FM, apresentados na Tabela 6, mostram que, em média, no ambiente 1 os híbridos *top crosses* emitiram os pendões em 50% das plantas da parcela aos 85 dias, os genitores aos 86 dias e a testemunha aos 83 dias. Houve a formação de três grupos distintos de genótipos quando submetidos ao teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, com médias variando de 83 a 88 dias. Os híbridos *top crosses* 42, 51, 71, 148, 165 e 170 foram classificados no grupo mais tardio, juntamente com o híbrido testador Dow8460 (87 dias). Dos 46 híbridos *top crosses*, 25 tiveram FM mais precoce, não diferindo do genitor P30F53 (84 dias) e da testemunha Status (83 dias), atribuindo a precocidade desses híbridos às linhagens S₄, visto que apresentaram FM mais precoce que o híbrido testador. O genitor Penta (86 dias) e os demais híbridos foram classificados no grupo intermediário.

Tabela 6. Valores médios do florescimento masculino (FM), em dias, e produtividade de grãos (PG), em kg ha⁻¹, de 50 genótipos de milho, referentes aos híbridos *top crosses* da população 29 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12 em dois ambientes no Município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2012.

Genótipo	FM (dias)				PG (kg ha ⁻¹)			
	Ambiente 1		Ambiente 2		Ambiente 1		Ambiente 2	
<i>Top cross</i>								
5	85	c A	85	d A	11.881	a A	11.831	a A
14	84	c A	86	c A	10.148	b A	8.416	b A
28	84	c B	88	a A	11.432	b A	10.125	b A
32	86	b A	84	d A	9.442	b A	10.199	b A
35	85	c A	84	d A	13.393	a A	11.546	a A
42	87	a A	85	d B	11.971	a A	11.266	a A
44	86	b A	86	c A	11.954	a A	11.020	a A
48	84	c B	86	c A	11.572	b A	10.376	b A
51	88	a A	89	a A	10.849	b A	10.417	b A
54	86	b B	90	a A	12.624	a A	9.005	b B
61	84	c A	83	d A	11.610	b A	9.933	b A
65	84	c A	85	d A	13.255	a A	10.341	b B
69	84	c A	86	c A	11.213	b A	10.768	b A
70	86	b B	89	a A	10.972	b A	11.269	a A
71	88	a A	87	b A	10.117	b A	9.815	b A
76	86	b B	90	a A	11.607	b A	10.443	b A
77	83	c A	84	d A	11.062	b A	10.301	b A
84	86	b A	87	b A	11.029	b A	9.836	b A
97	84	c A	86	c A	10.795	b A	10.019	b A
101	85	c B	88	a A	10.976	b A	13.043	a A
105	86	b A	86	c A	10.521	b A	10.026	b A
109	84	c A	86	c A	12.192	a A	11.153	a A
112	86	b A	87	b A	10.496	b A	11.400	a A
114	86	b A	86	c A	9.636	b A	10.790	b A
115	85	c B	87	b A	10.721	b A	10.391	b A
118	84	c B	86	c A	12.077	a A	10.356	b A
119	86	b A	87	b A	13.364	a A	12.839	a A
121	85	c A	86	c A	10.003	b A	11.346	a A
124	85	c A	85	d A	11.617	b A	10.930	a A
132	86	b A	87	b A	10.257	b A	11.727	a A
140	86	b A	86	c A	11.877	a A	8.704	b B
148	87	a A	88	a A	11.278	b A	11.761	a A
151	84	c B	87	b A	10.382	b A	10.918	a A
152	86	b B	88	a A	10.914	b A	8.992	b A
154	86	b B	89	a A	9.901	b A	10.036	b A
156	84	c A	84	d A	13.260	a A	10.054	b B
165	87	a A	88	a A	9.751	b A	9.518	b A
168	84	c A	86	c A	10.287	b A	10.613	b A
169	84	c B	86	c A	10.194	b A	8.998	b A
170	88	a A	87	b A	10.939	b A	11.357	a A
181	85	c A	86	c A	10.987	b A	9.778	b A
182	84	c B	87	b A	10.775	b A	10.036	b A
183	85	c B	87	b A	12.601	a A	10.959	a A

Tabela 6 continuação...

185	84	c	B	87	b	A	10.538	b	B	13.428	a	A
190	86	b	B	87	b	A	10.121	b	A	10.647	b	A
193	84	c	B	88	a	A	10.160	b	A	12.246	a	A
Média	85			87			11.147			10.630		
Genitores												
Dow8460 (Testador)	87	a	A	86	c	A	11.549	b	A	9.728	b	A
P30F53	84	c	A	84	d	A	13.235	a	A	10.740	b	B
Penta	86	b	A	84	d	B	14.821	a	A	9.184	b	B
Média	86			85			13.202			9.884		
Status	83	c	B	85	d	A	14.435	a	A	13.248	a	A
Média Geral	85		B	87		A	11.336		A	10.638		B

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott- Knott a 5% de probabilidade.

Já no ambiente 2 os híbridos *top crosses* tiveram FM médio aos 87 dias e os genitores e o híbrido testemunha Status aos 85 dias (Tabela 6). Formaram-se quatro grupos distintos pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$), com médias entre 83 e 90 dias em que, 11 híbridos *top crosses* tiveram FM mais tardio quando comparado aos demais híbridos. Os híbridos *top crosses* 5, 32, 35, 42, 61, 65, 77, 124 e 156 foram classificados como mais precoces, não diferindo estatisticamente dos genitores P30F53 e Penta (84 dias) e da testemunha Status (85 dias), indicando precocidade das linhagens S_4 utilizadas na obtenção desses híbridos quando comparadas às demais linhagens. Os 26 híbridos restantes formaram dois grupos intermediários, dez deles juntamente com o testador Dow8460 (86 dias).

Dos 46 híbridos experimentais, os híbridos 51, 148 e 165 foram mais tardios tanto no ambiente 1 quanto no ambiente 2, sendo este comportamento atribuído ao genótipo das linhagens utilizadas para a obtenção dos híbridos. Em contrapartida, nestas mesmas condições, os híbridos 5, 35, 61, 65, 77, 124 e 156 apareceram como os mais precoces, juntamente com o genitor P30F53 e a testemunha Status (Tabela 6). Os resultados demonstram que, embora tenha havido efeito significativo de ambientes e da interação genótipos x ambientes, as diferenças não foram demasiadamente grandes considerando as variações no espaçamento entre as linhas de cultivo e o arranjo entre as plantas nos ambientes.

As médias obtidas neste experimento foram superiores às relatadas por Santos et al. (2002) que avaliaram o desempenho agrônômico de 23 híbridos em Uberlândia (MG) e encontraram médias variando de 58 a 71 dias para o FM, isso pode ter ocorrido pelas temperaturas médias durante os meses mais quentes na região de Guarapuava serem mais baixas que as de Uberlândia. A temperatura constitui-se em um dos fatores de produção mais importantes e decisivos para o desenvolvimento do milho e, por ocasião do florescimento e

maturação, temperaturas médias superiores a 26 °C podem promover a aceleração desses estádios, da mesma forma que temperaturas inferiores a 15,5 °C podem prontamente retardá-las (FANCELLI e DOURADO NETO, 2004). No entanto se assemelham às obtidas por Oliboni (2009) que avaliou doze híbridos comerciais em cruzamentos dialélicos, apresentando FM médio de 81 dias para os mesmos híbridos parentais P30F53 e Penta e de 84 dias para o cruzamento entre estes em Guarapuava (PR). Pode-se inferir que os híbridos *top crosses* mais tardios observados no presente experimento foram decorrentes das combinações específicas das linhagens S₄ com o testador Dow8460.

No ambiente 1 as médias na PG variaram de 9.442 (híbrido 32) a 14.821 kg ha⁻¹ (híbrido Penta) (Tabela 6). No teste de agrupamento de médias formaram-se dois grupos distintos em que 15 híbridos *top crosses* mais produtivos foram classificados no primeiro grupo, mostrando a superioridade das linhagens S₄ utilizadas na obtenção desses cruzamentos, para a PG, pois além de não diferirem dos híbridos genitores Penta e P30F53 e da testemunha Status, que apresentaram PG de 14.821, 13.235 e 14.435 kg ha⁻¹, respectivamente, foram mais produtivos que o híbrido testador Dow8460, que produziu 11.549 kg ha⁻¹, e foi classificado no grupo de genótipos menos produtivos, juntamente com os demais *top crosses*.

No ambiente 2 a PG variou de 8.416 kg ha⁻¹ a 13.428 kg ha⁻¹, formando também dois grupos distintos pelo teste de Scott-Knott (P < 0,05) (Tabela 6). O híbrido *top cross* 185 superou em 20% a média de PG dos híbridos comerciais, que foi de 10.725 kg ha⁻¹, e não diferiu estatisticamente de outros 18 híbridos *top crosses* mais produtivos e da testemunha Status, que produziu 13.248 kg ha⁻¹. Esses híbridos atingiram médias superiores aos genitores P30F53 (10.740 kg ha⁻¹) e Penta (9.184 kg ha⁻¹) e ao testador Dow8460 (9.728 kg ha⁻¹) que formaram o grupo de menor PG juntamente com os demais híbridos *top crosses*.

Os valores obtidos no presente trabalho concordam com Ferreira et al. (2009) que encontraram híbridos *top crosses* de linhagens parcialmente endogâmicas S₃ com produtividades semelhantes ou superiores às testemunhas (híbridos comerciais). Oliboni et al. (2013) ao avaliarem um dialelo envolvendo um conjunto de híbridos comerciais encontraram estimativas positivas de capacidade geral de combinação para o genitor P30F53 para a característica produção de espigas despalhadas, indicando aumento médio na contribuição gênica para o rendimento de grãos nos cruzamentos em que participou e também foi classificado entre o grupo de híbridos mais produtivos, sendo, portanto, promissor para ser usado em programas de melhoramento, propiciando populações híbridas resultantes do cruzamento com elevado potencial para seleção de linhagens superiores. Os mesmos autores

também relataram alta capacidade específica de combinação para a característica avaliada no cruzamento entre os genitores P30F53 e Penta.

Os híbridos *top crosses* 5, 35, 42, 44, 109, 119 e 183 e o comercial Status classificaram-se entre os mais produtivos nos dois ambientes, corroborando com os resultados obtidos por Oliboni et al. (2013) que evidenciaram a possibilidade da extração de linhagens superiores a partir de população obtida do cruzamento entre os híbridos P30F53 e Penta. Entre os menos produtivos o híbrido *top cross* 165 foi o único que apresentou produtividade menor que 10.000 kg ha⁻¹ nos dois ambientes, os demais híbridos revelaram potencial diferenciado, reforçando a existência da interação dos genótipos com os ambientes de avaliação (Tabela 6). Excetuando-se o híbrido 185 que foi mais produtivo no ambiente 2, de maneira geral, o ambiente 1 proporcionou melhores condições ambientais de cultivo para que os genótipos atingissem maior PG, este último caracterizado, principalmente, pela maior altitude e maior espaçamento entre as linhas de semeadura.

Os resultados obtidos neste experimento divergem dos resultados apresentados em trabalhos de pesquisa (DOURADO NETO et al., 2003; ALVAREZ et al., 2006; DEMÉTRIO et al., 2008) que mostraram respostas positivas ao aumento da produtividade do milho pela redução do espaçamento entre linhas e aumento da população de plantas, com produtividades máximas sendo atingidas com 70 mil a 80 mil plantas ha⁻¹. Esses resultados sugerem que as linhagens estudadas no presente trabalho, quando cruzadas com o testador, na média geral, apresentaram desvantagem na interação com o ambiente 2, com 0,45 m entre as linhas de cultivo associado a densidade populacional de 70.000 plantas ha⁻¹.

Contudo, os resultados para PG obtidos nos dois ambientes se aproximam da produtividade média de 10.000 kg ha⁻¹ obtida para o Município de Guarapuava na safra agrícola 2011/12 conforme Cepea-CNA (2012), tendo a grande maioria dos híbridos atingido médias superiores a este patamar produtivo.

Para as características AP e AE foram formados dois grupos estatísticos por Scott-Knott (Tabela 7). A interação ‘genótipos x ambientes’ foi não significativa (Tabela 5), demonstrando que não houve inversão de desempenho dos híbridos *top crosses* frente às variações ambientais.

Na média dos dois ambientes (Tabela 7) 23 híbridos *top crosses* foram classificados com maior AP, com médias entre 2,32 e 2,52 m, não diferindo estatisticamente do testador Dow8460 (2,47 m), do genitor P30F53 (2,42 m) e da testemunha Status (2,36 m). Os demais híbridos atingiram menor estatura, entre 2,14 e 2,31 m, da mesma forma que o genitor Penta (2,27 m).

Segundo Pinto et al. (2010) plantas que apresentam altura de 2,80 a 2,20 m caracterizam-se de porte médio e plantas menores que 2,20 m de porte baixo. Desta forma, a grande maioria dos híbridos estudados podem ser considerados de porte médio, exceto os *top crosses* 14, 109, 112, 114, 115 e 124 (Tabela 7) que foram de porte baixo. Esses resultados reforçam os apresentados por Oliboni et al. (2013) que encontraram valores negativos da capacidade geral de combinação para a característica AP no município de Guarapuava, para os genitores P30F53 e Penta, indicando que são híbridos potenciais para os programas de melhoramento que visam a obtenção de genótipos mais baixos.

Tabela 7. Valores médios de altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AE), em metros, de 50 genótipos de milho, referentes aos híbridos *top crosses* da população 29 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12 em dois ambientes no Município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2012.

Genótipo	AP (m)		AE (m)	
<i>Top cross</i>	Média (conjunta)		Média (conjunta)	
5	2,25	b	1,26	a
14	2,14	b	1,08	b
28	2,33	a	1,30	a
32	2,37	a	1,31	a
35	2,48	a	1,37	a
42	2,49	a	1,33	a
44	2,29	b	1,18	b
48	2,31	b	1,15	b
51	2,31	b	1,27	a
54	2,37	a	1,31	a
61	2,33	a	1,25	a
65	2,38	a	1,27	a
69	2,39	a	1,31	a
70	2,28	b	1,25	a
71	2,31	b	1,25	a
76	2,44	a	1,44	a
77	2,30	b	1,12	b
84	2,33	a	1,23	b
97	2,37	a	1,33	a
101	2,37	a	1,22	b
105	2,43	a	1,31	a
109	2,16	b	1,17	b
112	2,19	b	1,12	b
114	2,15	b	1,16	b
115	2,20	b	1,19	b
118	2,20	b	1,14	b
119	2,35	a	1,20	b
121	2,27	b	1,23	b
124	2,18	b	1,17	b

Tabela 7 continuação...

132	2,52	a	1,25	a
140	2,45	a	1,34	a
148	2,36	a	1,35	a
151	2,30	b	1,24	a
152	2,28	b	1,28	a
154	2,37	a	1,30	a
156	2,21	b	1,15	b
165	2,40	a	1,31	a
168	2,25	b	1,19	b
169	2,27	b	1,31	a
170	2,26	b	1,22	b
181	2,22	b	1,21	b
182	2,21	b	1,09	b
183	2,35	a	1,29	a
185	2,34	a	1,27	a
190	2,32	a	1,29	a
193	2,29	b	1,21	b
Média	2,31		1,24	
Genitores				
Dow8460 (Testador)	2,47	a	1,37	a
P30F53	2,42	a	1,35	a
Penta	2,27	b	1,35	a
Média	2,39		1,35	
Status	2,36	a	1,34	a
Média Ambiente 1	2,36	A	1,32	A
Média Ambiente 2	2,28	B	1,18	B
Média Geral	2,32		1,25	

Médias seguidas da mesma letra minúscula ou maiúscula na coluna pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott- Knott a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos neste experimento se aproximam dos resultados de Lüders (2003) que encontrou médias de AP variando de 2,06 a 2,56 m, para 30 híbridos triplos resultantes de *top cross*, com o testador IAC 21. Fonseca et al. (2002) ressaltam que a altura de planta é uma característica altamente influenciada pela constituição genética e pelo ambiente, o que pode explicar as diferenças encontradas entre os ambientes testados.

Para AE, na média geral, 26 híbridos *top crosses* foram classificados no grupo de inserção de espiga mais alta, da mesma forma que os híbridos comerciais Dow8460 (1,37 m), Penta (1,35 m), P30F53 (1,35 m) e Status (1,34 m), com as médias variando de 1,24 a 1,44 m. Os demais *top crosses* tiveram menor AE, com amplitude de 1,08 a 1,23 m (Tabela 7). Também não houve efeito significativo da interação ‘tratamentos x ambientes’ (Tabela 5), podendo-se, dessa forma, considerar o desempenho médio dos genótipos nos dois ambientes de avaliação.

Segundo Alvarez et al. (2006) a maior altura da espiga principal proporciona uma força de alavanca que torna as plantas mais vulneráveis ao acamamento e quebramento, principalmente em altas densidades populacionais. No entanto, a seleção ou utilização de genótipos com maiores alturas de espiga podem promover o aumento no porte das plantas e na produtividade de grãos e forragem, o que torna esta característica de grande interesse no processo de melhoramento (SANTOS et al., 2002).

No presente experimento o ambiente 1 proporcionou maiores AP e AE enquanto que no ambiente 2 foram encontradas menores AP e AE. Esses resultados corroboram com os obtidos por Argenta et al. (2001a) que encontraram valores de AP e AE decrescendo com a redução do espaçamento entre linhas para o híbrido XL 212. Alguns autores comentam que com a redução no espaçamento entre linhas, ocorrem alterações nas características das plantas, que podem ser devido ao grau de competição entre elas, diminuindo na linha e aumentando entre plantas de linhas diferentes, pela menor radiação solar recebida no interior do dossel da cultura (ARGENTA et al., 2001a; ARGENTA et al., 2001b).

5.1.2 Características agronômicas da forragem, bromatológicas e qualitativas da silagem avaliadas no ambiente 1

O resumo da análise de variância para as características agronômicas da forragem, bromatológicas e qualitativas da silagem dos híbridos *top crosses* da população 29 e híbridos testemunhas, estão apresentados nas Tabelas 8 e 9. Os quadrados médios dos tratamentos foram significativos para todas as características avaliadas, indicando diferenças entre os genótipos.

Tabela 8. Quadrados médios (QM) e coeficientes de variação experimental (CV) para as características produtividade de massa verde (PMV), produtividade de massa seca (PMS) e *stay green* (SG) de 50 genótipos de milho, referentes aos híbridos *top crosses* da população 29 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/2012. Guarapuava: UNICENTRO, 2012.

FV	GL	QM		
		PMV	PMS	SG
Bloco	1	193210000,00	45800,70	0,749956
Genótipo	49	130017739,11*	11661490,40*	0,698007*
Erro	49	27699828,41	1388104,30	0,262273
Média Geral		71.477,50	20.370,37	3,13
CV (%)		7,36	5,78	16,38

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 9. Quadrados médios (QM) e coeficientes de variação (CV) para o ponto ideal de corte para silagem após o florescimento masculino (DAF), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), teor de carboidratos não fibrosos mais extrato etéreo (CNF+EE), nutrientes digestíveis totais (NDT) e valor relativo da silagem (VRS), da silagem de 50 genótipos de milho, referentes aos híbridos *top crosses* da população 29 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/2012. Guarapuava, UNICENTRO, 2012.

FV	GL	QM					
		DAF	FDN	FDA	CNF+EE	NDT	VRS
Bloco	1	4,84	0,000289	0,390625	4	0,194481	0,36
Genótipo	49	25,868571*	13,462129*	7,225135*	13,79674*	3,542496*	102,3053*
Erro	49	0,799184	3,245484	2,987631	1,897959	1,462133	25,15592
Média Geral		42,62	53,47	31,76	37,36	65,61	111,98
CV (%)		2,10	3,37	5,44	3,69	1,84	4,48

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Os valores do CV variaram de 2,10 para DAF (Tabela 9) a 16,38% para SG (Tabela 8). Costa et al. (2008) também constataram alto valor de CV para a característica SG (15,34%) ao avaliar a herança da senescência retardada, ou *stay green*, em 256 genótipos de milho no Estado de São Paulo.

Os valores médios obtidos para PMV, apresentados na Tabela 10, foram classificados em três grupos pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As médias variaram de 48.767 (híbrido 182) a 87.714 kg ha⁻¹ (híbrido 65). Dezenove híbridos *top crosses* tiveram PMV acima de 72.900 kg ha⁻¹ e não diferiram estatisticamente do genitor P30F53 (74.642 kg ha⁻¹) e da testemunha Status (74.821 kg ha⁻¹), e apresentaram PMV superior a dois híbridos comerciais, sendo um deles o híbrido testador. Esses resultados indicam a superioridade das linhagens genitoras desses híbridos para tal característica. O grupo intermediário foi composto por 24 híbridos *top crosses*, pelo genitor Penta (71.428 kg ha⁻¹) e o testador Dow8460 (70.642 kg ha⁻¹), os híbridos 170, 77 e 182 apresentaram as menores médias para PMV, abaixo de 53.000 kg ha⁻¹.

Tabela 10. Valores médios da produtividade de massa verde (PMV) e produtividade de massa seca (PMS), em kg ha⁻¹, e *stay green* (SG), em número de folhas secas, de 50 genótipos de milho, referentes aos híbridos *top crosses* da população 29 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12. Guarapuava: UNICENTRO, 2012.

Genótipo	PMV		PMS		SG	
<i>Top cross</i>	(kg ha ⁻¹)		(kg ha ⁻¹)		(nº de folhas secas)	
5	69.678	b	18.783	c	3,67	a
14	61.607	b	17.795	c	3,17	a
28	62.857	b	17.803	c	3,33	a
32	65.178	b	20.043	c	3,59	a
35	75.535	a	18.580	c	2,25	b
42	77.250	a	20.943	b	3,42	a
44	70.500	b	23.108	a	4,67	a
48	73.928	a	20.779	b	2,75	b
51	75.892	a	18.588	c	2,58	b
54	84.642	a	23.379	a	2,50	b
61	78.571	a	23.589	a	3,17	a
65	87.714	a	26.130	a	3,75	a
69	86.357	a	24.824	a	3,92	a
70	79.107	a	21.009	b	3,25	a
71	67.428	b	17.548	c	3,25	a
76	70.714	b	18.660	c	3,83	a
77	52.535	c	15.621	d	3,75	a
84	67.285	b	21.249	b	3,58	a
97	69.178	b	22.572	a	3,92	a
101	70.000	b	23.374	a	2,59	b
105	70.178	b	18.486	c	3,42	a
109	69.821	b	19.577	c	3,17	a
112	79.928	a	21.796	b	3,25	a
114	73.857	a	20.881	b	3,59	a
115	65.750	b	21.394	b	3,58	a
118	84.464	a	23.748	a	2,83	b
119	77.678	a	22.021	b	2,92	b
121	71.785	b	19.654	c	1,92	b
124	61.428	b	15.881	d	2,84	b
132	74.928	a	22.753	a	2,83	b
140	62.875	b	19.952	c	3,58	a
148	82.142	a	21.042	b	2,92	b
151	78.428	a	20.626	b	3,17	a
152	65.535	b	18.530	c	3,00	b
154	68.250	b	19.654	c	4,33	a
156	72.964	a	20.766	b	3,00	b
165	77.500	a	19.839	c	2,83	b
168	71.928	b	19.898	c	2,92	b
169	67.142	b	18.856	c	2,92	b
170	52.607	c	14.749	d	2,67	b
181	78.392	a	19.820	c	3,17	a
182	48.767	c	15.053	d	2,83	b
183	70.089	b	19.162	c	1,92	b
185	68.678	b	21.800	b	3,75	a

Tabela 10 continuação...

190	70.178	b	22.465	a	2,67	b
193	71.071	b	19.368	c	1,67	b
Média	71.355		20.264		3,14	
Genitores						
Dow8460 (Testador)	70.642	b	21.774	b	3,50	a
P30F53	74.642	a	22.878	a	3,08	b
Penta	71.428	b	20.058	c	2,50	b
Média	72.238		21.570		3,03	
Status	74.821	a	21.635	b	2,67	b
Média Geral	71.477		20.370		3,13	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a de probabilidade.

Ao avaliar características agronômicas, bromatológicas e de degradabilidade ruminal de 23 híbridos comerciais recomendados para a produção de silagem e híbridos experimentais de milho em Lavras (MG), Mendes et al. (2008) encontraram valores de PMV com variação entre 19.458 a 46.250 kg ha⁻¹, valores inferiores aos relatados no presente trabalho, assim como Dias (2002) que obteve média de 52.909 kg ha⁻¹ avaliando parâmetros agronômicos e nutricionais de 20 híbridos de milho no Estado de São Paulo. Esses resultados demonstram a variação na constituição genética entre materiais e também as condições ambientais existentes que promovem resultados distintos entre diferentes regiões, enfatizando-se a necessidade de avaliação dos materiais de forma localizada.

O valor médio encontrado para PMV de 71.477 kg ha⁻¹ (Tabela 11) foi próximo ao encontrado por Gralak (2011), de 68.680 kg ha⁻¹, avaliando 100 genótipos de milho, experimentais e comerciais, em Guarapuava (PR), e que também relatou valores para híbridos experimentais que superaram a PMV de híbridos comerciais.

A produção de massa verde deve ser um dos primeiros caracteres a ser avaliado quando se busca informação sobre a aptidão de um genótipo para produção de silagem, pois além de ser um parâmetro para o dimensionamento de silos, também contribui para a diluição dos custos de implantação da cultura por elevar a produtividade (FERRARI JUNIOR et al., 2005).

Para PMS foi obtida média geral de 20.370 kg ha⁻¹, com valores variando de 14.749 (híbrido 170) a 26.130 kg ha⁻¹ (híbrido 65), ranqueando-se em quatro grupos estatísticos (Tabela 10). Dez híbridos *top crosses* foram classificados no grupo de maior PMS, da mesma forma que o híbrido P30F53 que obteve 22.878 kg ha⁻¹, superando o híbrido testador e a testemunha comercial Status, evidenciando a superioridade das linhagens S₄ genitoras desses *top crosses* para PMS. Quatorze híbridos formaram o segundo grupo de maior PMS, entre eles os comerciais Dow8460 e Status com 21.774 e 21.635 kg ha⁻¹, respectivamente. O

híbrido Penta (20.058 kg ha⁻¹) juntamente com outros 20 híbridos *top crosses* classificaram-se no segundo grupo de menor PMS e as menores médias foram obtidas pelos híbridos 124, 77, 182, 170, todas abaixo de 16.000 kg ha⁻¹. Os híbridos *top crosses* 44, 54, 61, 65, 69, 101, 118 destacaram-se por terem apresentado PMS de 6 a 17% superiores à média obtida dos quatro híbridos comerciais (21.586 kg ha⁻¹).

As médias obtidas para PMS neste experimento (Tabela 11) foram superiores à média encontrada por Soriani Filho (2009) de 15.000 kg ha⁻¹ ao avaliar características agronômicas e qualitativas de cinco híbridos de milho no Noroeste do Paraná e por Rosa et al. (2004), que estudaram o comportamento de três híbridos de milho na Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, e obtiveram PMS variando de 7.200 a 12.400 kg ha⁻¹. No entanto, foram semelhantes às encontradas por Jaremtchuk et al. (2005) que relataram média de 20.730 kg ha⁻¹ avaliando parâmetros agronômicos e bromatológicos de 20 híbridos de milho no Leste do Paraná.

Os híbridos utilizados neste experimento como genitores e o testador são de ciclo precoce. Barrière et al. (1995) relatam que híbridos de ciclo curto apresentam menor produção de matéria seca total, porém têm certa vantagem na relação grão/haste do material ensilado comparado com híbridos de ciclo mais longo.

Neste experimento, quase a totalidade dos híbridos que apresentaram alta PMV também foram os que apresentaram as maiores médias para PMS. Os resultados obtidos mostram que, a priori, a grande maioria dos genótipos avaliados, excetuando-se os híbridos *top crosses* 77, 124, 170 e 182 que não apresentaram PMS satisfatória (<18.000 kg ha⁻¹), possuem linhagens genitoras potencialmente úteis para programas de melhoramento com propósito forrageiro.

Fonseca et al. (2002) comentam que as cultivares existentes no mercado brasileiro apresentam alto potencial para produtividade de matéria seca e que, devido a isso, essa característica parece não ser uma meta prioritária em programas de melhoramento genético do milho, no entanto, o que se prioriza é o aumento no valor nutritivo dos cultivares sem a perda da produtividade de matéria seca.

O caráter *stay green* vem sendo objeto de grande atenção em programas de melhoramento por estar relacionado à resistência ao estresse hídrico, maior tolerância a pragas e doenças, redução do acamamento de plantas, tolerância ao maior adensamento, e tem sido relacionado, também, ao aumento da produtividade direta e indiretamente (COSTA et al, 2008). Neumann (2011) sugere para este caráter, que para confecção de silagem, um bom híbrido deve apresentar menos que cinco folhas secas no momento do corte.

Pelo agrupamento de Scott-Knott os genótipos foram divididos em dois grandes grupos para o caráter SG (Tabela 10), com variação de 1,67 (híbrido 193) a 4,67 (híbrido 44) folhas secas no momento do corte das plantas para confecção da silagem. Vinte e um híbridos *top crosses* foram classificados com menores médias (maior *stay green*) e não diferiram estatisticamente dos genitores P30F53 (3,08) e Penta (2,50) e da testemunha Status (2,67), superando o híbrido testador Dow8460 (3,5), sendo classificado com menor *stay green*, juntamente com outros 25 híbridos *top crosses*. Isso indica a existência de linhagens S₄ favoráveis à obtenção de híbridos que apresentem maior *stay green*, de interesse principalmente em programas de melhoramento genético de milho forrageiro.

No que diz respeito ao ponto ideal de corte para silagem, busca-se aliar aumento da produção de MS pelo aumento de grãos (amido) na massa ensilada à boa qualidade da forragem (NUSSIO et al., 2001b). A posição da linha de leite tem sido recomendada como parâmetro para estabelecer o ponto de colheita de plantas de milho para ensilagem por se mostrar positivamente correlacionada com o teor de matéria seca da planta (SULC et al., 1996). Tem-se recomendado que as plantas sejam colhidas no intervalo entre 30 a 35% de MS, para Evangelista e Lima (2002) corresponde à visualização de 1/3 e 2/3 da linha de leite, quando a consistência dos grãos está variando entre o estádio pastoso e o farináceo duro.

Neste experimento o ponto ideal de corte dos genótipos foi variável em relação aos dias após o florescimento masculino (Tabela 11), ressaltando-se que todas as parcelas foram monitoradas para quando os grãos atingissem 75% da linha de leite, conforme escala de Ritchie e Hanway (1989), correspondente ao estádio R4.

Tabela 11. Valores médios do ponto ideal de corte para silagem após o florescimento masculino (DAF), em dias, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não fibrosos mais extrato etéreo (CNF+EE), nutrientes digestíveis totais (NDT), expressos em porcentagem na matéria seca e valor relativo da silagem (VRS), da silagem de 50 genótipos de milho, referentes aos híbridos *top crosses* da população 29 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12. Guarapuava: UNICENTRO, 2012.

Genótipo	DAF	FDN	FDA	CNF+EE	NDT	VRS
<i>Top cross</i>	(dias)	-----(% na matéria seca)-----				
5	42 d	57,19 a	32,47 a	34,0 e	65,12 b	103,5 c
14	46 c	49,07 b	29,54 b	41,5 c	67,17 a	125,5 b
28	41 e	56,57 a	31,83 b	35,0 e	65,56 a	105,5 c
32	44 d	55,98 a	31,52 b	34,5 e	65,78 a	107,0 c
35	41 e	52,85 a	32,54 a	38,0 d	65,07 b	112,0 c
42	39 f	54,24 a	30,12 b	36,5 d	66,76 a	112,0 c
44	49 b	51,94 b	31,88 b	39,0 c	65,53 a	114,5 c

Tabela 11 continuação...

48	42	d	54,77	a	31,35	b	36,0	d	65,90	a	110,0	c
51	38	f	58,45	a	33,11	a	33,0	e	64,67	b	100,5	c
54	38	f	53,77	a	36,53	a	37,5	d	62,27	b	104,5	c
61	41	e	53,30	a	37,06	a	37,5	d	61,90	b	104,5	c
65	43	d	52,97	a	34,45	a	38,0	d	63,73	b	109,0	c
69	43	d	53,00	a	30,99	b	37,5	d	66,15	a	113,5	c
70	40	e	53,16	a	32,54	a	37,5	d	65,07	b	111,5	c
71	38	f	52,37	b	32,81	a	38,5	c	64,87	b	112,5	c
76	40	e	44,85	c	28,28	b	47,0	a	68,05	a	138,5	a
77	44	d	57,90	a	31,28	b	32,5	e	65,95	a	103,5	c
84	46	c	54,71	a	29,42	b	36,5	d	67,25	a	112,5	c
97	46	c	57,52	a	29,78	b	33,5	e	67,00	a	106,0	c
101	47	c	57,20	a	29,47	b	34,0	e	67,22	a	107,5	c
105	41	e	56,12	a	34,92	a	35,0	e	63,40	b	102,5	c
109	42	d	50,74	b	30,92	b	40,0	c	66,20	a	119,0	b
112	43	d	49,71	b	28,66	b	40,5	c	67,78	a	124,5	b
114	41	e	54,89	a	33,25	a	35,5	e	64,57	b	106,5	c
115	44	d	52,23	b	31,21	b	39,0	c	66,00	a	115,5	c
118	56	a	55,66	a	32,10	b	35,0	e	65,38	a	107,0	c
119	40	e	54,66	a	30,64	b	36,0	d	66,40	a	111,0	c
121	40	e	53,30	a	32,87	a	37,0	d	64,84	b	110,5	c
124	43	d	53,69	a	34,58	a	37,0	d	63,63	b	107,5	c
132	47	c	54,18	a	33,12	a	36,0	d	64,66	b	108,5	c
140	50	b	51,13	b	29,96	b	40,0	c	66,88	a	119,5	b
148	39	f	53,07	a	33,62	a	37,5	d	64,31	b	110,0	c
151	42	d	52,10	b	30,78	b	38,5	c	66,30	a	116,0	c
152	40	e	52,94	a	31,59	b	37,5	d	65,73	a	113,0	c
154	44	d	51,32	b	30,59	b	39,5	c	66,43	a	118,0	b
156	49	b	54,79	a	32,04	b	36,0	d	65,42	a	108,5	c
165	39	f	55,39	a	33,47	a	35,5	e	64,41	b	105,5	c
168	43	d	55,03	a	33,32	a	36,0	d	64,52	b	106,5	c
169	41	e	51,32	b	32,02	b	39,0	c	65,43	a	116,0	c
170	40	e	55,08	a	29,23	b	35,5	e	67,39	a	111,5	c
181	41	e	53,72	a	33,01	a	36,5	d	64,73	b	109,5	c
182	47	c	54,94	a	31,80	b	36,5	d	65,59	a	108,5	c
183	39	f	50,62	b	29,65	b	39,5	c	67,09	a	121,0	b
185	48	b	54,27	a	32,01	b	37,0	d	65,43	a	109,5	c
190	40	e	53,61	a	34,08	a	37,0	d	63,99	b	108,0	c
193	41	e	50,08	b	30,34	b	40,5	c	66,61	a	121,0	b
Média	43		53,61		31,88		37,2		65,52		111,5	
Genitores												
Dow8460 (Testador)	41	e	52,81	a	30,39	b	38,5	c	66,57	a	115,0	c
P30F53	41	e	53,60	a	29,91	b	37,5	d	66,91	a	114,0	c
Penta	41	e	47,66	c	30,07	b	44,0	b	66,79	a	128,0	b
Média	41		51,36		30,12		40,0		66,76		119,0	
Status	42	d	53,24	a	30,77	b	37,5	d	66,30	a	113,5	c
Média Geral	43		53,47		31,76		37,0		66,00		112,0	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem a um mesmo grupo pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para DAF foram formados seis grupos distintos pelo teste de Scott-Knott ($<0,05$) com genótipos atingindo o ponto de corte desde 38 até aos 56 DAF (Tabela 11). Os híbridos *top crosses* 42, 51, 54, 71, 148, 165 e 183 atingiram o ponto de colheita mais precocemente, superando os híbridos comerciais genitores e o testador que atingiram esse ponto aos 41 DAF, e não diferiram de outros 15 híbridos *top crosses*, formando o segundo grupo mais precoce, e a testemunha Status que atingiu o ponto ideal de corte aos 42 DAF, sendo agrupada no terceiro grupo juntamente com outros 13 *top crosses*. Por outro lado, o *top cross* 118 foi o mais tardio (56 DAF), seguido dos híbridos 44, 140, 156 e 185, outros 6 híbridos *top crosses* formaram o terceiro grupo mais tardio, podendo esses resultados serem atribuídos às diferenças genéticas entre as linhagens S_4 genitoras dos *top crosses*.

Ao avaliarem o efeito da maturação fisiológica sobre o teor de matéria seca da planta de seis híbridos comerciais de milho com ciclo normal a precoce, Zopollatto et al. (2009) verificaram valores bastante inferiores aos obtidos neste experimento para o período de corte em que as plantas atingissem o teor ideal de MS, entre 35 e 42 dias após o florescimento.

Linhagens endogâmicas que possam originar híbridos com diferentes ciclos de maturação têm sido importantes em programas de melhoramento. De acordo com NUSSIO e MANZANO (1999) a planta de milho, dependendo do tipo do híbrido e das condições edafoclimáticas, apresenta gradiente de maturação com velocidade variável, esse fato determina a definição de uma janela de corte, ou seja, período útil de trabalho para colheita da forragem dentro de um gradiente de maturidade desejado, sendo úteis principalmente quando se dispõe de grandes áreas destinadas à produção de silagem. No entanto, híbridos que apresentem uma baixa taxa de secagem (menor *dry down*) despertam maior interesse por possibilitarem maior período de corte das plantas, antes que atinjam a maturidade fisiológica, permanecendo no ponto ideal para confecção de silagem por mais tempo.

As médias para FDN entre os híbridos *top crosses* variaram de 44,85 (híbrido 76) a 58,45% (híbrido 51) (Tabela 11). O híbrido *top cross* 76, juntamente com o comercial Penta foram os únicos classificados no grupo de menor FDN, com 44,85 e 47,66%, respectivamente. O grupo intermediário foi composto por 12 *top crosses* que evidenciaram valores inferiores em relação aos genótipos comerciais e, o de maior FDN incluiu 33 híbridos *top crosses* que não diferiram estatisticamente do testador Dow8460, da testemunha Status e do genitor P30F53, com FDN de 52,81, 53,24 e 53,6%, respectivamente.

Gralak (2011) determinou valores de FDN com amplitude de 44,32 a 64,02% ao avaliar híbridos comerciais de milho em cruzamentos dialélicos no Centro-Sul do Paraná. Van Soest (1991) afirma que FDN acima de 60 % são correlacionados negativamente com o

consumo de matéria seca. Para Neumann (2011) valores abaixo de 53% de FDN determinam silagens de boa qualidade. Dos 50 híbridos avaliados neste experimento, 16 híbridos *top crosses* apresentaram valores de FDN inferiores a 53%, sendo classificados dentro dos padrões estabelecidos para confecção de silagem de boa qualidade.

A FDA é constituída na sua quase totalidade por lignina e celulose, sendo a porção menos digerível da parede celular das forrageiras (SILVA e QUEIROZ, 2002), e indica o valor energético da silagem, sendo que quanto menor seu valor, maior o valor energético da silagem (FANCELLI e DOURADO NETO, 2004).

As médias para FDA variaram de 28,28 (híbrido 76) a 37,06% (híbrido 61) (Tabela 11). Esses resultados são superiores aos encontrados por Mendes et al. (2008) que avaliaram a forragem de 23 híbridos de milho experimentais e comerciais em Minas Gerais, e encontraram médias de FDA com variação entre 20,2 e 27,9%, diferença provavelmente associada à variação genética do grupo de híbridos em estudo. No entanto, a totalidade dos híbridos *top crosses* avaliados no presente experimento apresentaram características para FDA favoráveis à produção de silagem conforme Neumann (2011), inferindo que as linhagens genitoras desses genótipos têm potencial para serem utilizadas na obtenção de híbridos forrageiros. Vinte e oito híbridos *top crosses* apresentaram menores médias e não diferiram estatisticamente dos genótipos comerciais P30F53, Penta, Dow8460 e Status, que apresentaram, respectivamente, 29,91, 30,07, 30,39 e 30,77% de FDA. Os demais híbridos evidenciaram FDA superiores a 32,47% (Tabela 11).

Os carboidratos não fibrosos (CNF) são os açúcares presentes no conteúdo das células vegetais, sendo de fermentação rápida e completa no rúmen (SALIBA et al., 2009), portanto, quando maior a concentração desses, maior o valor nutritivo da silagem. Para Neumann (2011) teores de CNF acima de 33% na MS são considerados bons para confecção de silagem.

Os valores para CNF+EE obtidos variaram de 33 a 47% (Tabela 11). O híbrido 76 foi o que apresentou o maior teor (47%), superando o híbrido genitor Penta (44%), que atingiu o segundo maior valor, o testador Dow8460 (39%), agrupado no grupo intermediário juntamente com 12 híbridos *top crosses*, o genitor P30F53 e a testemunha Status, ambos com 38%, e que foram classificados no segundo grupo com menores valores da mesma forma que 21 *top crosses* (Tabela 11).

O híbrido 76 e os *top crosses* 14, 109, 112, 140, 154 e 183 agrupados no grupo intermediário, com altos teores de CNF+EE, também foram os híbridos que apresentaram melhores teores de FDN, FDA e maiores índices de VRS (Tabela 11), sendo as linhagens S₄ que originaram esses genótipos, a priori, indicadas para obtenção de híbridos forrageiros.

Para a variável nutrientes digestíveis totais (NDT), que estima o valor energético da silagem, formaram-se dois grupos (Tabela 11), onde 28 híbridos *top crosses* apresentaram médias iguais ou superiores a 65%, sendo classificados no grupo superior, e que não diferiram dos híbridos genitores, testador e da testemunha Status. A partir das médias do NDT da silagem destes genótipos, podem ser classificados de boa qualidade (>65%) de acordo com Neumann (2011).

As médias obtidas neste experimento para NDT foram semelhantes às de Mello et al. (2005), com índices variando de 59 a 71% avaliando características qualitativas de seis híbridos comerciais de milho para produção de silagem em Santa Maria-RS e às de Jaremtchuk et al. (2005), com índices de 63 a 69%, em 20 híbridos comerciais de milho para silagem na região leste paranaense. Esses resultados demonstram que as linhagens S₄ genitoras dos híbridos que formaram o grupo superior poderiam ser indicadas para seguirem no processo de melhoramento visando a obtenção de novos híbridos com propósito forrageiro.

O valor relativo da silagem (VRS) pode ser definido como uma estimativa do valor nutricional da silagem, pois combina o consumo estimado através da FDN concomitantemente à digestibilidade do alimento representada pela FDA. Neste sentido, passa a ser um parâmetro de grande relevância na comparação entre espécies forrageiras (RASBY, 2011).

Nos genótipos avaliados os valores para VRS apresentados na Tabela 13 mostram que o híbrido *top cross* 76 foi o que apresentou o maior valor nutritivo (139), seguido do genitor Penta (128), classificado no segundo grupo de maior VRS, juntamente, com os *top crosses*: 14, 109, 112, 140, 154, 183 e 193, tendo índices maiores ou iguais a 118. De acordo com os parâmetros estabelecidos por Neumann (2011) índices de VRS superiores a 115 são considerados aceitáveis para a produção de silagem de boa qualidade.

Os híbridos *top crosses* 14, 76, 109, 112, 140, 154, 183, 193 e o comercial Penta foram os que tiveram valores mais baixos para FDN e FDA (Tabela 12), apresentando desempenho superior ao híbrido genitor P30F53, ao testador Dow8460 e a testemunha Status, que mostraram valores mais altos para FDN e mais baixos para VRS. Os resultados podem ser atribuídos às linhagens genitoras dos *top crosses*, visto que o testador é um material comum a todos os genótipos, o que supõe que essas linhagens apresentam características favoráveis.

Os valores determinados neste experimento foram semelhantes aos encontrados por Reinehr et al. (2012), que encontraram valores entre 111 a 140 para VRS ao avaliarem a qualidade nutricional da silagem de diferentes híbridos de milho em Guarapuava-PR.

5.2 Experimento 2: População 30

5.2.1 Características agronômicas avaliadas no ambiente 1 e ambiente 2

O resumo das análises de variância individuais para as características agronômicas FM, PG, AP e AE avaliadas nos híbridos *top crosses* da população 30 e testemunhas no ambiente 1 (Tabelas 12) e no ambiente 2 (Tabela 13), bem como a análise conjunta (Tabela 14) estão apresentados a seguir:

Tabela 12. Quadrados médios (QM) e coeficientes de variação experimental (CV) para as características florescimento masculino (FM), produtividade de grãos (PG), altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AE) de 77 genótipos de milho, referentes aos híbridos *top crosses* da população 30 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12 no ambiente 1. Guarapuava: UNICENTRO, 2012.

FV	GL	QM			
		FM	PG	AP	AE
Bloco	2	1,887446	203424,06	0,034821	0,021025
Genótipo	76	8,605605*	4868462,18*	0,03183*	0,023866*
Erro	152	1,326042	1488867,06	0,006176	0,006519
Média Geral		82,46	11.655,72	2,46	1,42
CV (%)		1,40	10,47	3,19	5,67

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 13. Quadrados médios (QM) e coeficientes de variação experimental (CV) para as características florescimento masculino (FM), produtividade de grãos (PG), altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AE) de 77 genótipos de milho, referentes aos híbridos *top crosses* da população 30 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12 no ambiente 2. Guarapuava: UNICENTRO, 2012.

FV	GL	QM			
		FM	PG	AP	AE
Bloco	2	1,887446	3163655,93	0,003743	0,015274
Genótipo	76	8,605605*	5510812,84*	0,049544*	0,038575*
Erro	152	1,326042	2536876,71	0,012809	0,011614
Média Geral		81,46	10.734,40	2,28	1,21
CV (%)		1,41	14,84	4,95	8,89

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 14. Quadrados médios (QM) da análise conjunta e coeficientes de variação experimental (CV) para as características florescimento masculino (FM), produtividade de grãos (PG), altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AE) de 77 genótipos de milho, referentes aos híbridos *top crosses* da população 30 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/2012 em dois ambientes no Município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2012.

FV	GL	QM			
		FM	PG	AP	AE
Blocos/Ambientes	4	1,88745	1683539,99	0,01928	0,01815
Genótipos (G)	76	17,21121*	5462876,55*	0,06921*	0,0506*
Ambientes (A)	1	115,5	98041457,04*	3,7404*	5,20121*
G x A	76	0	4916398,47*	0,01217	0,01184
Erro médio	304	1,32604	2012871,88	0,00949	0,00907
Média Geral		81,96	11.195,06	2,37	1,32
CV (%)		1,41	12,67	4,10	7,22

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Os quadrados médios apresentados nas análises de variância individuais foram significativos pelo teste F a 5% de probabilidade para o efeito de genótipos para todas as características, nos dois ambientes avaliados, indicando variação dos genótipos para estes caracteres (Tabelas 12 e 13). Os coeficientes de variação obtidos variaram de 1,40 a 14,84%, sendo os menores valores de CV encontrados para FM: 1,40% no ambiente 1 (Tabela 12) e 1,41% no ambiente 2 (Tabela 13), e os maiores valores de CV para PG, 10,47% no ambiente 1 (Tabela 12) e 14,84% no ambiente 2 (Tabela 13).

Na análise conjunta (Tabela 14) os quadrados médios foram significativos ($P < 0,05$) para a fonte de variação ‘genótipos’ para todas as características avaliadas e apenas para FM não houve diferença significativa entre os ambientes. Já para a interação ‘genótipos x ambientes’ apenas o caráter PG apresentou significância.

Na média dos ambientes houve a formação de quatro grupos distintos pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade para a característica FM, com valores variando de 78 a 86 dias (Tabela 15).

Tabela 15. Valores médios do florescimento masculino (FM), em dias, e produtividade de grãos (PG), em kg ha⁻¹, de 77 genótipos de milho, referentes aos híbridos *top crosses* da população 30 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12 em dois ambientes no Município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2012.

Genótipo <i>Top cross</i>	FM (dias)		PG (kg ha ⁻¹)					
	Média (conjunta)		Ambiente 1			Ambiente 2		
6	80	d	11.401	b	A	9.609	b	A
8	82	c	11.920	a	A	12.154	a	A
11	80	d	14.809	a	A	9.645	b	B
12	80	d	9.715	b	A	10.752	b	A
14	82	c	12.880	a	A	11.589	a	A
18	86	a	12.167	a	A	12.161	a	A
21	85	a	11.535	b	A	10.086	b	A
22	82	c	13.602	a	A	12.664	a	A
23	82	c	12.040	a	A	10.528	b	A
29	82	c	11.069	b	A	11.666	a	A
30	82	c	10.182	b	A	8.827	b	A
33	81	c	11.390	b	A	9.988	b	A
34	83	b	10.522	b	A	11.219	a	A
37	82	c	10.128	b	B	13.646	a	A
40	80	d	13.120	a	A	10.183	b	B
45	83	b	11.010	b	A	10.203	b	A
46	83	b	11.221	b	A	10.708	b	A
47	78	d	9.710	b	A	8.931	b	A
50	83	b	11.078	b	B	13.448	a	A
51	82	c	11.119	b	A	10.217	b	A
53	80	d	13.842	a	A	13.136	a	A
54	82	c	10.979	b	A	9.463	b	A
58	83	b	9.892	b	A	12.008	a	A
60	83	b	10.768	b	A	11.426	a	A
64	82	c	10.932	b	A	9.359	b	A
70	82	c	9.711	b	A	10.209	b	A
73	82	c	13.473	a	A	11.251	a	A
76	80	d	11.682	b	A	11.340	a	A
77	85	a	11.853	a	A	11.680	a	A
80	82	c	11.122	b	A	12.281	a	A
82	82	c	12.009	a	A	9.707	b	A
84	83	b	11.163	b	A	8.894	b	A
86	82	c	10.817	b	A	12.344	a	A
88	81	c	9.039	b	A	10.432	b	A
89	81	c	11.342	b	A	10.028	b	A
91	82	c	12.720	a	A	11.817	a	A
92	82	c	11.288	b	A	9.925	b	A
95	81	c	12.893	a	A	10.846	b	A
97	82	c	10.239	b	A	11.802	a	A
99	82	c	12.986	a	A	10.673	b	A
101	80	d	9.495	b	B	12.322	a	A
107	79	d	9.899	b	A	10.631	b	A
110	81	c	13.088	a	A	8.416	b	B

Tabela 15 continuação...

111	80	d	11.337	b	A	10.158	b	A
120	82	c	11.505	b	A	10.785	b	A
122	86	a	13.045	a	A	12.802	a	A
123	84	a	10.575	b	A	8.302	b	A
124	83	b	10.770	b	A	12.928	a	A
129	80	d	12.279	a	A	9.335	b	B
131	81	c	9.885	b	A	9.616	b	A
137	82	c	11.480	b	A	10.927	b	A
139	83	b	13.468	a	A	11.660	a	A
140	82	c	13.776	a	A	9.189	b	B
147	83	b	13.255	a	A	9.866	b	B
148	82	c	10.870	b	B	14.678	a	A
149	83	b	10.637	b	A	9.708	b	A
150	85	a	12.861	a	A	10.287	b	B
153	81	c	12.110	a	A	10.838	b	A
154	82	c	12.175	a	A	10.478	b	A
159	86	a	12.973	a	A	10.471	b	B
160	85	a	13.110	a	A	11.008	a	A
162	82	c	12.475	a	A	9.046	b	B
168	80	d	10.584	b	A	9.221	b	A
171	81	c	11.014	b	A	11.690	a	A
173	84	a	11.870	a	A	11.086	a	A
176	84	a	10.306	b	A	11.695	a	A
183	80	d	11.935	a	A	9.801	b	A
187	82	c	10.922	b	A	9.299	b	A
196	80	d	11.479	b	A	9.312	b	A
204	80	d	11.722	b	A	8.965	b	B
208	84	a	12.173	a	A	9.803	b	B
210	82	c	11.786	b	A	10.067	b	A
215	82	c	11.638	b	A	12.129	a	A
217	83	b	10.127	b	A	8.494	b	A
Média	82		11.567			10.701		
Genitores								
Dow8460	84	a	12.675	a	A	12.506	a	A
P30F53 (Testador)	80	d	14.730	a	A	12.170	a	B
Média	82		13.702			12.338		
Status	81	c	13.055	a	A	12.977	a	B
Média Ambiente 1	82	A	-			-		
Média Ambiente 2	81	A	-			-		
Média Geral	82		11.656		A	10.734		B

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Dos 77 genótipos, 11 híbridos *top crosses* apresentaram FM mais tardio, não diferindo estatisticamente do genitor Dow8460, que emitiu pendões em 50% das plantas da parcela em média aos 84 dias (Tabela 15). O testador P30F53 atingiu o FM médio 80 dias após a semeadura, tendo o FM mais precoce da mesma forma que 15 híbridos *top crosses*. A maior precocidade desses *top crosses* pode ser atribuída à constituição genética das linhagens S₄

genitoras, sendo de interesse em programas de melhoramento genético. Os demais híbridos experimentais formaram dois grupos intermediários, 36 deles não diferiram estatisticamente da testemunha Status (81 dias).

Valores semelhantes foram obtidos por Oliboni (2009), que encontrou médias variando de 76 a 89 dias para FM em 81 genótipos de milho avaliados em Guarapuava (PR). Altos valores encontrados para FM em Guarapuava podem ser atribuídos a alguns fatores climáticos como temperaturas diurnas e noturnas mais amenas e temperatura do solo mais baixa, que podem causar o atraso do florescimento (FANCELLI e DOURADO NETO, 2004).

Para a característica PG as médias formaram dois grandes grupos pelo teste de agrupamento de médias em cada ambiente, tendo alguns genótipos apresentado comportamento relativo diferenciado em função das variações ambientais (interação tratamentos x ambientes significativa) (Tabela 15). Essa resposta diferenciada dos híbridos *top crosses* pode ser atribuída às diferenças genéticas entre as respectivas linhagens, quando cruzadas com o testador utilizado.

No ambiente 1 as médias da PG variaram de 9.039 (híbrido 88) a 14.809 kg ha⁻¹ (híbrido 11) (Tabela 15). Vinte e nove híbridos *top crosses* foram classificados no grupo dos mais produtivos, não diferindo estatisticamente dos híbridos comerciais P30F53 (14.730 kg ha⁻¹), Status (13.055 kg ha⁻¹) e Dow8460 (12.675 kg ha⁻¹). Adicionalmente, destaque positivo para o híbrido 11, pois, produziu cerca de 7% a mais do que a média dos híbridos comerciais (13.820 kg ha⁻¹), o que caracteriza a superioridade da PG referente a linhagem genitora desse *top cross*.

No ambiente 2 as médias de PG variaram de 8.302 (híbrido 123) a 14.678 kg ha⁻¹ (híbrido 148) (Tabela 15). No grupo de genótipos classificados com maior PG estão 28 híbridos *top crosses* que não diferiram estatisticamente dos comerciais Dow8460 (12.506 kg ha⁻¹) e P30F53 (12.170 kg ha⁻¹) e ainda foram mais produtivos que a testemunha Status (9.977 kg ha⁻¹) que ficou no grupo menos produtivo juntamente com outros 46 híbridos *top crosses*. As linhagens genitoras dos híbridos 53, 50, 37 e 148 ainda merecem destaque por gerarem *top crosses* com PG cerca de 6, 8, 10 e 16%, respectivamente, maior do que a média dos híbridos comerciais utilizados (12.551 kg ha⁻¹).

A PG média obtida para todos os genótipos foi superior à produtividade média obtida para o Estado do Paraná, de 6.800 kg ha⁻¹, na safra agrícola 2011/12 conforme Conab (2012). No entanto, por aparecerem no grupo de maior PG nos dois ambientes, as linhagens S₄ genitoras dos híbridos *top crosses* 8, 14, 18, 22, 53, 73, 77, 91, 122, 139, 160 e 173 são as mais indicadas para serem selecionadas e avançadas no processo de endogamia, para

utilização na obtenção de novos híbridos, pela manutenção da superioridade no rendimento de grãos mesmo com a mudança de ambiente.

De maneira geral o ambiente 1 proporcionou melhores condições para expressão da PG, exceto para os híbridos 37, 50, 101 e 148 que foram mais produtivos no ambiente 2. A superioridade desses híbridos *top crosses* no ambiente 2, caracterizado principalmente pelo espaçamento reduzido, pode ser atribuída às linhagens que, quando cruzadas com o testador, resultaram em melhor desempenho nessas condições.

As médias para as características AP e AE formaram dois grupos distintos pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade (Tabela 16). Trinta e nove híbridos *top crosses* formaram o grupo de genótipos com maior AP, acima de 2,37 m, e não diferiram dos híbridos comerciais Dow8460 (2,45 m) e Status (2,39 m). O híbrido testador P30F53 (2,25 m) foi agrupado com menor média de AP juntamente com 35 *top crosses*, apresentando médias com amplitude de 2,09 a 2,36 m. Para AE, 38 híbridos *top crosses* apresentaram maiores médias e foram agrupados da mesma forma que a testemunha Status (1,38 m) e o parental Dow8460 (1,35 m). O grupo com as menores médias para AE foi formado por 36 híbridos *top crosses*, que não diferiram estatisticamente do híbrido testador P30F53 (1,21 m).

Os valores médios de AP e AE obtidos no ambiente 2 foram cerca de 7 e 15% mais baixos quando comparados aos do ambiente 1 (Tabela 16). No entanto, conforme os valores estabelecidos por Pinto et al. (2010) todos os genótipos apresentaram estatura de média a baixa, entre 2,80 e 2,20 m e abaixo de 2,20 m, respectivamente.

A tendência atual é a redução do espaçamento entre linhas, de forma a modificar o comportamento da planta e interferir na eficácia de utilização dos recursos do meio, mantendo-se a densidade de plantas constante (DEMÉTRIO et al., 2008). Essas mudanças resultam na distribuição mais equidistante de plantas na lavoura e, o arranjo mais favorável de plantas propiciado pela aproximação de linhas de semeadura pode estimular as taxas de crescimento inicial da cultura no início do ciclo e, conseqüentemente, reduzir a dominância apical e favorecer a emissão, a sobrevivência e a contribuição dos perfilhos para a produtividade do milho (SANGOI et al., 2009). No entanto, a resposta dos genótipos à redução de espaçamento é variável em função das condições ambientais (DOURADO NETO et al., 2003). Isso pode explicar as diferenças para AP e AE entre os genótipos e entre os ambientes 1 e 2, que além do valor genético, a redução do espaçamento e as diferenças nas condições ambientais foram determinantes, apesar da proximidade entre os locais de avaliação.

Tabela 16. Valores médios de altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AE), em metros, de 77 genótipos de milho, referentes aos híbridos *top crosses* da população 30 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12 em dois ambientes no Município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2012.

Genótipo	AP (m)		AE (m)	
<i>Top cross</i>	Média (conjunta)		Média (conjunta)	
6	2,43	a	1,29	b
8	2,41	a	1,34	a
11	2,40	a	1,31	b
12	2,28	b	1,27	b
14	2,36	b	1,34	a
18	2,50	a	1,48	a
21	2,52	a	1,38	a
22	2,44	a	1,35	a
23	2,36	b	1,30	b
29	2,28	b	1,22	b
30	2,45	a	1,37	a
33	2,39	a	1,41	a
34	2,59	a	1,41	a
37	2,22	b	1,25	b
40	2,40	a	1,22	b
45	2,37	a	1,33	a
46	2,33	b	1,30	b
47	2,15	b	1,05	b
50	2,50	a	1,36	a
51	2,28	b	1,23	b
53	2,54	a	1,38	a
54	2,33	b	1,32	a
58	2,42	a	1,36	a
60	2,36	b	1,35	a
64	2,43	a	1,31	b
70	2,26	b	1,29	b
73	2,59	a	1,47	a
76	2,26	b	1,20	b
77	2,56	a	1,51	a
80	2,36	b	1,23	b
82	2,51	a	1,37	a
84	2,41	a	1,39	a
86	2,55	a	1,39	a
88	2,20	b	1,17	b
89	2,23	b	1,20	b
91	2,50	a	1,39	a
92	2,44	a	1,30	b
95	2,17	b	1,22	b
97	2,31	b	1,22	b
99	2,32	b	1,27	b
101	2,25	b	1,23	b
107	2,36	b	1,39	a
110	2,32	b	1,35	a

Tabela 16 continuação...

111	2,45	a	1,34	a
120	2,47	a	1,40	a
122	2,56	a	1,46	a
123	2,27	b	1,33	a
124	2,32	b	1,29	b
129	2,35	b	1,29	b
131	2,37	a	1,30	b
137	2,33	b	1,30	b
139	2,47	a	1,45	a
140	2,28	b	1,24	b
147	2,52	a	1,54	a
148	2,39	a	1,33	a
149	2,44	a	1,27	b
150	2,47	a	1,47	a
153	2,44	a	1,38	a
154	2,37	a	1,38	a
159	2,35	b	1,35	a
160	2,39	a	1,42	a
162	2,47	a	1,41	a
168	2,27	b	1,21	b
171	2,29	b	1,29	b
173	2,23	b	1,29	b
176	2,39	a	1,30	b
183	2,24	b	1,21	b
187	2,48	a	1,42	a
196	2,34	b	1,29	b
204	2,09	b	1,09	b
208	2,27	b	1,21	b
210	2,39	a	1,37	a
215	2,27	b	1,18	b
217	2,39	a	1,36	a
Média	2,37		1,32	
Genitores				
Dow8460	2,45	a	1,35	a
P30F53 (Testador)	2,25	b	1,21	b
Média	2,35		1,28	
Status	2,39	a	1,38	a
Média Ambiente 1	2,46	A	1,42	A
Média Ambiente 2	2,28	B	1,21	B
Média Geral	2,37		1,32	

Médias seguidas da mesma letra minúscula ou maiúscula na coluna pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Levando-se em conta a busca por plantas de menor estatura, as linhagens S₄ genitoras do híbridos *top crosses* que apresentaram as menores médias para AP e AE são de interesse em programas de melhoramento visando a produção de grãos.

Os resultados obtidos neste trabalho com os híbridos *top crosses* (testador P30F53), concordam com os de Gralak (2011) e de Oliboni et al. (2013) que, ao avaliarem em esquema

de dialelo a capacidade geral e específica de combinação de híbridos comerciais, recomendados para a região Centro-Sul do Paraná, encontraram valores negativos para capacidade geral de combinação do híbrido P30F53 para as características altura de planta e altura de inserção de espiga, o que o torna um híbrido importante em programas de melhoramento devido à preocupação em buscar genótipos que contribuem para a redução dessas características.

Resultados semelhantes às médias deste experimento foram obtidos por Ferreira et al. (2008) que relataram médias de 2,30 m e 1,44 m para AP e AE, respectivamente, em 36 híbridos experimentais e comerciais em Campinas (SP) e por Paterniani et al. (2006) que encontraram, nesta mesma ordem, 2,42 m e 1,39 m avaliando o desempenho de híbridos triplos *top crosses* também no Estado de São Paulo, inferindo semelhanças na constituição genética dos conjuntos de híbridos avaliados nos experimentos, aliados a regiões pouco distintas no que diz respeito às condições climáticas.

5.2.2 Características agronômicas da forragem, bromatológicas e qualitativas da silagem avaliadas no ambiente 1

O resumo das análises de variância das características agronômicas da forragem, bromatológicas e qualitativas da silagem dos híbridos *top crosses* e testemunhas estão apresentados nas Tabelas 17 e 18.

Houve diferenças significativas pelo teste F a 5% de probabilidade para todas as características agronômicas da forragem, bem como para as características bromatológicas e qualitativas da silagem avaliadas, indicando diferenças entre os genótipos. Os coeficientes de variação variaram de 2,30% (Tabela 18) a 16,38% (Tabela 17), sendo o CV mais alto encontrado para a característica SG. Alto valor de CV para SG também foi constatado por Costa et al. (2008) (15,34%) ao avaliarem a herança da senescência retardada, ou *stay green*, em 256 genótipos de milho no Estado de São Paulo.

Tabela 17. Quadrados médios (QM) e coeficientes de variação experimental (CV) para as características produtividade de massa verde (PMV), produtividade de massa seca (PMS) e *stay green* (SG) de 77 genótipos de milho, referentes aos híbridos *top crosses* da população 30 e testemunhas avaliados na safra agrícola 2011/2012. Guarapuava: UNICENTRO, 2012.

FV	GL	QM		
		PMV	PMS	SG
Bloco	1	164531176,80	58933155,99	0,284574
Genótipo	76	7423949898,60*	1126648223,23*	0,81689*
Erro	76	1871955804	330505410,80	0,475759
Média Geral		64.971,94	18.143,22	3,58
CV (%)		7,64	11,49	19,26

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 18. Quadrados médios (QM) e coeficientes de variação (CV) para o ponto ideal de corte para silagem após o florescimento masculino (DAF), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), teor de carboidratos não fibrosos mais extrato etéreo (CNF+EE), nutrientes digestíveis totais (NDT) e valor relativo da silagem (VRS), da silagem de 77 genótipos de milho, referentes aos híbridos *top crosses* da população 30 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/2012. Guarapuava, UNICENTRO, 2012.

FV	GL	QM					
		DAF	FDN	FDA	CNF+EE	NDT	VRS
Bloco	1	0,785714	0,000166	0,019434	0,52597	0,009351	0,026
Genótipo	76	11,823992*	11,786507*	8,466969*	11,94*	4,147362*	115,98*
Erro	76	0,969925	3,25632	2,799776	3,31545	1,370933	33,631
Média Geral		42,89	51,31	31,42	39,94	65,84	117,22
CV (%)		2,30	3,52	5,32	4,56	1,78	4,95

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Os valores médios para PMV descritos na Tabela 19 evidenciam a formação de três grupos pelo teste de Skott-Knott, com médias de 49.857 (híbrido 208) a 80.642 kg ha⁻¹ (híbrido 22). O grupo com menor PMV ranqueou 36 híbridos *top crosses*, o grupo intermediário 28 híbridos e o de maior PMV 10 *top crosses* que não diferiram estatisticamente dos comerciais Status, Dow8460 e P30F53, que apresentaram respectivamente, 77.500, 75.000 e 72.107 kg ha⁻¹.

Tabela 19. Valores médios da produtividade de massa verde (PMV) e produtividade de massa seca (PMS), em kg ha⁻¹, e *stay green* (SG), em número de folhas secas, de 77 genótipos de milho, referentes aos híbridos *top crosses* da população 30 e testemunhas, avaliados no ano agrícola 2011/12. Guarapuava: UNICENTRO, 2012.

Genótipo	PMV		PMS		SG	
<i>Top cross</i>	(kg ha ⁻¹)		(kg ha ⁻¹)		(nº de folhas secas)	
6	57.107	c	17.072	b	3,25	b
8	58.642	c	17.172	b	3,92	a
11	65.214	b	19.223	a	3,50	b
12	67.678	b	18.142	a	4,50	a
14	70.392	b	13.326	c	2,50	b
18	68.500	b	21.019	a	4,09	a
21	66.321	b	20.358	a	3,09	b
22	80.642	a	24.143	a	2,83	b
23	68.285	b	19.378	a	4,09	a
29	66.785	b	17.002	b	3,17	b
30	63.214	c	17.275	b	4,08	a
33	63.285	c	20.257	a	4,08	a
34	68.035	b	16.379	b	3,42	b
37	53.642	c	16.509	b	3,92	a
40	78.214	a	19.466	a	2,50	b
45	69.000	b	19.860	a	3,75	a
46	58.321	c	17.589	b	4,25	a
47	54.821	c	15.870	b	2,50	b
50	67.107	b	20.425	a	3,42	b
51	57.714	c	17.755	b	3,75	a
53	73.214	a	21.481	a	3,25	b
54	55.571	c	13.168	c	2,34	b
58	59.928	c	15.724	b	3,08	b
60	65.107	b	22.343	a	4,25	a
64	72.678	a	19.753	a	3,83	a
70	60.535	c	15.239	b	4,84	a
73	58.892	c	15.573	b	3,92	a
76	61.964	c	17.277	b	3,42	b
77	76.000	a	22.116	a	3,59	b
80	55.250	c	19.545	a	4,75	a
82	67.892	b	20.955	a	3,75	a
84	67.285	b	19.603	a	3,33	b
86	63.642	c	18.579	a	3,58	b
88	67.464	b	19.263	a	3,25	b
89	71.250	b	16.714	b	3,34	b
91	80.428	a	19.844	a	3,17	b
92	68.339	b	20.945	a	3,50	b
95	58.535	c	16.063	b	2,92	b
97	63.392	c	19.094	a	3,92	a
99	62.107	c	21.693	a	4,34	a
101	57.500	c	12.617	c	4,09	a
107	63.750	c	14.963	b	3,59	b
110	66.464	b	19.167	a	2,59	b
111	69.642	b	18.751	a	2,84	b

Tabela 19 continuação...

120	62.000	c	17.336	b	4,00	a
122	60.035	c	20.626	a	3,84	a
123	57.857	c	14.458	c	3,17	b
124	58.678	c	17.236	b	3,84	a
129	67.500	b	17.311	b	3,50	b
131	71.535	b	20.221	a	3,00	b
137	53.500	c	14.955	b	3,00	b
139	69.714	b	20.668	a	3,58	b
140	66.178	b	20.437	a	4,59	a
147	79.821	a	21.758	a	4,17	a
148	64.357	c	12.171	c	3,83	a
149	67.571	b	20.155	a	4,25	a
150	62.142	c	22.544	a	4,25	a
153	68.214	b	17.546	b	3,08	b
154	72.500	a	18.052	a	4,00	a
159	69.767	b	15.647	b	2,67	b
160	73.035	a	17.516	b	2,50	b
162	66.250	b	11.882	c	3,50	b
168	57.571	c	16.672	b	4,25	a
171	55.785	c	17.166	b	3,75	a
173	64.678	b	21.812	a	4,42	a
176	67.714	b	18.218	a	3,42	b
183	58.250	c	15.222	b	2,42	b
187	61.535	c	16.259	b	3,75	a
196	52.857	c	18.185	a	4,59	a
204	61.071	c	16.721	b	2,50	b
208	49.857	c	15.271	b	4,42	a
210	60.892	c	19.683	a	3,92	a
215	72.410	a	20.436	a	2,92	b
217	55.178	c	11.072	c	5,17	a
Média	64.570		18.053		3,60	
Genitores						
Dow8460	75.000	a	19.624	a	3,00	b
P30F53 (Testador)	72.107	a	21.060	a	3,33	b
Média	73.553		20.342		3,17	
Status	77.500	a	20.381	a	3,25	b
Média Geral	64.971		18.143		3,34	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem a um mesmo grupo pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os híbridos *top crosses* 40, 147, 91 e 22 se destacam por terem superado, respectivamente, em 4, 6 e os dois últimos em 7% a média dos híbridos comerciais (74.869 kg ha⁻¹) em PMV (Tabela 19), o que torna as linhagens S₄ genitoras desses híbridos de interesse particular para os programas de melhoramento de milho forrageiro.

Cancellier (2010) encontrou PMV inferior a estes testando 160 genótipos de milho para diferentes finalidades no Estado do Tocantins, com PMV variando de 11.900 a 38.530 kg

ha⁻¹, da mesma forma que Chaves et al. (2008) que obtiveram variações de 29.890 a 49.910 kg ha⁻¹ para PMV de 45 genótipos de milho obtidos por cruzamentos dialélicos, em Viçosa (MG). Estas regiões apresentam temperaturas mais elevadas que a região em estudo, principalmente durante a noite e, segundo Fancelli e Dourado Neto (2004), temperaturas elevadas prevaletentes no período noturno (>24°C) promovem um consumo energético elevado, em função do incremento da taxa de respiração celular, ocasionando menor saldo de fotoassimilados, com conseqüente queda no desenvolvimento da cultura.

Chaves et al. (2008) afirmam que em diversos programas de melhoramento, genótipos que possuem alta produção de massa verde e grãos tem sido recomendado para a produção de silagem. Portanto a produção de massa verde é um caráter que não deve ser negligenciado no desenvolvimento de novos genótipos comerciais para fins forrageiros.

Para a característica PMS formaram-se três grupos distintos pelo teste de agrupamento de médias (Tabela 19), e no grupo superior as médias variaram de 18.052 a 24.143 kg ha⁻¹. O híbrido 22 obteve destacada PMS, porém não diferiu de outros 37 híbridos *top crosses* e dos comerciais P30F53, Status e Dow8460, o que demonstra a superioridade das linhagens S₄ componentes desses *top crosses* quanto a PMS. O grupo intermediário foi composto por 29 *top crosses* com médias entre 14.955 a 17.755 kg ha⁻¹.

A média geral da PMS de 18.143 kg ha⁻¹ (Tabela 19) foi superior à relatada por Mendes et al. (2008) (11.460 kg ha⁻¹), ao avaliarem 23 híbridos de milho comerciais e experimentais em Lavras (MG) e por Silva et al. (2003) (11.700 kg ha⁻¹), que avaliaram as características de 25 híbridos interpopulacionais de milho e testemunhas, mas foi próxima à encontrada por Dias (2002) com média de 20.255 kg ha⁻¹ ao avaliar 20 híbridos em quatro locais no Estado de São Paulo.

Os resultados apontam para a existência de diferenças genéticas entre as linhagens para a PMV e PMS uma vez que os respectivos híbridos *top crosses* apresentaram desempenhos diferenciados, sendo que boa parte desses tiveram médias significativamente inferiores aos híbridos comerciais (genitor, testador e testemunha). As 38 linhagens que originaram os melhores híbridos *top crosses* para PMS e PMV, podem ser consideradas fontes de alelos favoráveis ao incremento da PMS e PMV em programas de seleção voltados à produção de forragem.

O SG variou de 2,34 (híbrido 54) a 5,17 (híbrido 217) formando apenas dois grupos de médias (Tabela 19), onde 36 híbridos *top crosses* formaram o grupo com maior número médio de folhas secas (menor *stay green*) e 38 híbridos com as menores médias (maior *stay green*), esses últimos não diferiram estatisticamente do genitor Dow8460, do testador P30F53

e da testemunha Status, para o SG no momento do corte das plantas para ensilagem. O que supõe que a constituição genética de algumas linhagens combinada à do híbrido testador proporcionou a obtenção de híbridos triplos com bom desempenho para esta característica.

No que diz respeito ao ponto ideal de corte para silagem, a posição da linha de leite tem sido recomendada como parâmetro para estabelecer o ponto de colheita de plantas de milho para ensilagem por se mostrar positivamente correlacionada com o teor de matéria seca da planta (SULC et al., 1996). A recomendação é de que as plantas devem ser colhidas no intervalo entre 30% a 35% de MS (NEUMANN, 2011).

Segundo Fancelli e Dourado Neto (2004) as plantas ensiladas com teores abaixo de 33% de MS tendem a resultar em silagens com baixo nível energético, por apresentarem grãos imaturos com baixo teor de amido, promovendo fermentação indesejável nos silos e grande perda de material e água durante o processo de ensilagem. Por outro lado, a ensilagem de plantas com teores de matéria seca superiores a 37% além de acarretarem perdas durante o corte, pelas folhas estarem mais secas, aumentam a dificuldade de compactação e eliminação do ar da massa ensilada.

No presente experimento todas as parcelas foram monitoradas para serem cortadas quando os grãos atingissem 75% da linha de leite, conforme escala de Ritchie e Hanway (1989), correspondente aos estádios R4.

O DAF para atingir o ponto ideal de corte para a ensilagem variou entre os genótipos, de 38 a 50 dias, e foram formados cinco grupos (Tabela 20). Oito híbridos *top crosses* apresentaram maiores valores para DAF e formaram dois grupos mais tardios que o híbrido testador P30F53 (44 dias) e a testemunha Status (44 dias), que formaram o terceiro grupo de maiores valores para DAF, juntamente com outros 18 híbridos *top crosses*. Sete híbridos *top crosses* apresentaram os valores para DAF mais baixos, sendo mais precoces que o genitor Dow8460 (40 dias), que foi agrupado no segundo grupo de médias mais baixas com mais onze híbridos. Os demais *top crosses* formaram o terceiro grupo com os menores valores para DAF.

Tabela 20. Valores médios do ponto ideal de corte para silagem após o florescimento masculino (DAF) em dias, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não fibrosos mais extrato etéreo (CNF+EE), nutrientes digestíveis totais (NDT), expressos em porcentagem na matéria seca e valor relativo da silagem (VRS), da silagem de 77 genótipos de milho, referentes aos híbridos *top crosses* da população 30 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12. Guarapuava: UNICENTRO, 2012.

Genótipo	DAF	FDN	FDA	CNF+EE	NDT	VRS				
<i>Top cross</i>	(dias)	-----(% na matéria seca)-----								
6	47 b	51,18	b	29,13	b	40,0 a	67,45	a	120,5	a
8	44 c	52,90	a	35,01	a	38,5 b	63,34	b	108,5	b
11	45 c	52,79	a	31,15	b	39,5 b	66,04	a	114,0	b
12	43 d	51,56	a	31,62	a	39,5 b	65,71	b	116,0	b
14	42 d	50,94	b	33,87	a	40,0 a	64,14	b	114,5	b
18	49 a	47,87	b	30,76	b	43,0 a	66,32	a	126,0	a
21	40 e	54,30	a	32,15	a	37,5 b	65,33	b	109,5	b
22	43 d	49,81	b	30,99	b	42,0 a	66,15	a	121,5	a
23	42 d	52,31	a	31,18	b	39,0 b	66,02	a	115,5	b
29	42 d	52,20	a	32,64	a	38,5 b	65,00	b	113,0	b
30	41 e	53,48	a	33,17	a	38,0 b	64,62	b	109,5	b
33	47 b	51,46	a	29,29	b	40,0 a	67,34	a	119,5	a
34	39 f	50,58	b	34,41	a	40,5 a	63,76	b	114,5	b
37	45 c	46,33	b	29,97	b	44,5 a	66,86	a	132,0	a
40	42 d	48,81	b	32,17	a	42,5 a	65,33	b	122,0	a
45	43 d	54,61	a	34,27	a	37,0 b	63,86	b	106,0	b
46	43 d	51,67	a	31,29	b	39,5 b	65,94	a	116,0	b
47	44 c	49,62	b	30,73	b	41,0 a	66,33	a	122,0	a
50	41 e	48,99	b	30,76	b	42,0 a	66,32	a	123,5	a
51	43 d	53,76	a	31,95	a	38,0 b	65,48	b	111,0	b
53	43 d	47,61	b	29,82	b	44,0 a	66,97	a	128,5	a
54	40 e	48,04	b	29,04	b	42,5 a	67,52	a	128,5	a
58	40 e	52,68	a	33,02	a	38,0 b	64,73	b	111,5	b
60	46 c	54,11	a	30,94	b	37,0 b	66,18	a	112,0	b
64	42 d	52,98	a	33,97	a	38,5 b	64,07	b	110,0	b
70	40 e	51,82	a	33,69	a	39,5 b	64,26	b	112,5	b
73	42 d	50,10	b	32,60	a	41,0 a	65,02	b	118,0	b
76	43 d	53,55	a	31,02	b	38,0 b	66,13	a	112,5	b
77	40 f	56,71	a	33,25	a	34,5 b	64,57	b	103,5	b
80	50 a	45,39	b	25,45	b	45,0 a	70,03	a	141,5	a
82	46 c	48,73	b	29,19	b	42,5 a	67,41	a	126,0	a
84	42 d	52,26	a	32,18	a	39,5 b	65,32	b	113,5	b
86	43 d	50,46	b	35,16	a	41,0 a	63,23	b	114,0	b
88	44 c	49,90	b	29,59	b	41,5 a	67,13	a	122,5	a
89	41 e	48,67	b	30,43	b	43,0 a	66,54	a	124,5	a
91	43 d	53,71	a	28,68	b	37,5 b	67,77	a	115,0	b
92	45 c	54,31	a	33,96	a	37,0 b	64,07	b	107,0	b
95	44 c	49,88	b	31,64	a	41,0 a	65,70	b	120,0	a
97	43 d	53,03	a	31,38	b	38,0 b	65,88	a	113,5	b
99	45 c	49,61	b	35,60	a	42,0 a	62,92	b	115,0	b
101	44 c	51,43	a	32,16	a	40,0 a	65,33	b	115,5	b

Tabela 20 continuação...

107	43	d	56,39	a	32,08	a	34,5	b	65,39	b	105,5	b
110	44	c	48,30	b	29,88	b	43,0	a	66,92	a	126,0	a
111	43	d	50,01	b	30,27	b	40,5	a	66,66	a	121,5	a
120	42	d	55,74	a	31,73	a	36,0	b	65,64	b	107,0	b
122	42	d	52,23	a	32,16	a	39,5	b	65,33	b	114,0	b
123	40	f	51,84	a	31,59	a	39,5	b	65,73	b	115,5	b
124	43	d	50,83	b	29,44	b	41,0	a	67,23	a	121,0	a
129	42	d	48,67	b	29,89	b	43,0	a	66,92	a	126,0	a
131	43	d	50,27	b	29,49	b	41,5	a	67,20	a	122,0	a
137	45	c	49,74	b	30,77	b	41,5	a	66,31	a	121,5	a
139	42	d	50,95	b	32,48	a	40,0	a	65,11	b	116,0	b
140	47	b	49,21	b	30,85	b	42,0	a	66,25	a	122,5	a
147	39	f	52,46	a	32,02	a	39,0	b	65,43	b	113,5	b
148	42	d	56,36	a	33,98	a	35,0	b	64,06	b	103,0	b
149	40	f	49,70	b	28,94	b	41,5	a	67,58	a	124,0	a
150	49	a	52,32	a	30,11	b	39,0	b	66,77	a	116,5	b
153	42	d	50,14	b	32,86	a	41,0	a	64,84	b	117,5	b
154	41	e	52,86	a	34,29	a	37,5	b	63,85	b	109,5	b
159	38	f	48,73	b	33,57	a	42,0	a	64,35	b	120,0	a
160	38	f	54,58	a	34,55	a	36,0	b	63,66	b	105,5	b
162	41	e	48,72	b	29,27	b	42,5	a	67,35	a	126,5	a
168	45	c	48,71	b	28,24	b	43,0	a	68,07	a	128,0	a
171	45	c	49,17	b	29,53	b	43,0	a	67,17	a	124,5	a
173	47	b	53,73	a	34,06	a	37,5	b	64,00	b	108,0	b
176	41	e	51,96	a	29,84	b	39,5	b	66,96	a	118,0	b
183	45	c	50,19	b	31,57	a	40,5	a	65,75	b	119,5	a
187	44	c	53,64	a	30,48	b	37,5	b	66,50	a	113,0	b
196	47	b	51,42	a	28,33	b	40,5	a	68,02	a	121,0	a
204	43	d	53,47	a	31,80	a	37,0	b	65,59	b	111,5	b
208	42	d	53,75	a	29,55	b	37,0	b	67,16	a	114,5	b
210	45	c	52,30	a	33,44	a	39,0	b	64,44	b	112,0	b
215	43	d	46,55	b	26,59	b	45,0	a	69,24	a	136,5	a
217	41	e	53,55	a	33,90	a	37,5	b	64,11	b	108,5	b
Média	43		51,33		31,44		39,9		65,83		117,2	
Genitores												
Dow8460	40	e	53,71	a	33,86	a	37,0	b	64,14	b	108,5	b
P30F53 (Testador)	44	c	48,52	b	28,39	b	43,0	a	67,97	a	128,0	a
Média	42		51,12		31,12		40,0		66,06		118,3	
Status	44	c	50,31	b	30,83	b	41,5	a	66,26	a	120,0	a
Média Geral	43		51,31		31,42		40,0		66,00		117,0	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem a um mesmo grupo pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Zopollatto et al. (2009) verificaram valores inferiores aos obtidos neste experimento para o período de corte, após o florescimento, até as plantas atingirem o teor ideal de MS, com amplitude entre 35 e 42 dias, ao avaliarem o efeito da maturação fisiológica sobre o teor de matéria seca da planta de seis híbridos comerciais de milho com ciclo normal a precoce.

A velocidade de maturação da planta de milho é variável dependente do tipo de híbrido escolhido e das condições edafoclimáticas, sendo característica importante quando se busca definir um período útil de trabalho para colheita da forragem dentro de um gradiente de maturidade desejável, principalmente quando se dispõe de grande área destinada à produção de silagem, necessitando de um escalonamento no período de corte (NUSSIO e MANZANO, 1999). Neste sentido, linhagens que possam originar híbridos com diferentes ciclos de maturação têm sido de grande interesse nos programas de melhoramento para milho forrageiro, dando ênfase principalmente àquelas que proporcionem ponto ideal de corte durante um período maior de tempo, ou seja, às que possuam taxa de secagem mais lenta.

Na seleção de genótipos é fundamental a avaliação do valor nutritivo da forragem, sendo a % de fibra em detergente neutro, % de fibra em detergente ácido, % de cinzas e % de proteína entre os principais parâmetros empregados para tal (NUSSIO, 1990; COORS et al., 1994).

Para FDN foram obtidas médias variando de 45,39 (híbrido 80) a 56,71% (híbrido 77) (Tabela 20), com 38 híbridos *top crosses* classificados no grupo de maior teor de FDN, assim como o híbrido genitor Dow8460 (53,71%). Por outro lado, 35 híbridos *top crosses* não diferiram significativamente do testador P30F53 (48,52%) e da testemunha (50,31%) e foram classificados com menores teores de FDN. Dentre esses últimos, destacam-se os *top crosses* 18, 53, 215, 37 e 80 que apresentaram, nessa ordem, teores de FDN 3, 4, 6, 7 e 9% mais baixos em relação à média dos dois híbridos comerciais classificados neste grupo, isso pode ser atribuído à constituição genética das linhagens genitoras desses híbridos.

Pedroso et al. (2006) relataram índices bem mais elevados, todos acima de 58% de FDN, ao avaliar as silagens de híbridos de milho de planta inteira em Jaboticabal (SP), pela FDN ser uma característica dependente do conjunto de híbridos avaliados e das condições de cultivo dos mesmos.

Para alguns autores (FANCELLI e DOURADO NETO, 2004; CRUZ e PEREIRA FILHO, 2001) os níveis adequados para FDN em silagens de milho são àqueles próximos a 50%. No presente experimento quase a totalidade dos híbridos *top crosses* demonstraram valores iguais ou inferiores a 53%, sendo classificados de boa qualidade para esta característica. Vale ressaltar que a FDN é uma característica diretamente relacionada à velocidade de passagem do alimento pelo trato digestivo e, quanto menor % da FDN maior o consumo de MS pelo animal e melhor desempenho na produção animal (ALVAREZ et al., 2006).

Neumann (2011) classifica silagem de milho que apresenta valores de FDN iguais ou inferiores a 53% e de FDA iguais ou inferiores a 38% na MS, de boa a muito boa. Na escolha de cultivares para produção de silagem, deve-se dar prioridade àqueles com menor porcentagem de FDA, com o que se proporciona maior digestibilidade do alimento (VON PINHO et al., 2007).

As médias para FDA variaram de 25,45 (híbridos 80) a 35,60% (híbrido 99) (Tabela 20), sendo consideradas dentro dos padrões para produção de silagens de boa qualidade. Trinta e sete híbridos *top crosses* tiveram valores abaixo de 31,38% e classificaram-se com menores teores de FDA. Os híbridos comerciais Dow8460, Status e P30F53 foram classificados da mesma forma que para FDN apresentando, respectivamente, 33,86, 30,83 e 28,39% de FDA. Isso indica que a constituição genética de algumas linhagens quando combinadas com o testador resultam em híbridos com FDA de boa aceitação para a produção de silagem de boa qualidade.

Silva et al. (2003) encontraram valores para FDA com variação de 30,52 a 37,27%, ao avaliarem as características químicas e bromatológicas da silagem de híbridos interpopulacionais em Jaboticabal (SP). Neste mesmo local, Pedroso et al. (2006) avaliaram diferentes híbridos de milho e encontraram valores entre 35,6 e 39,3% para FDA em silagens de planta inteira, estando um pouco acima dos resultados obtidos no presente experimento. Em contrapartida, resultados inferiores para FDA foram obtidos por Silva et al. (2008), variando de 23,36 a 26,56%, em silagens de seis genótipos de milho precoce e super-precoce recomendados para a região Nordeste do Brasil.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) são representados pelos açúcares e são totalmente digeríveis (CABRAL et al., 2000), sendo um dos parâmetros determinantes do valor nutricional da silagem. Para CNF+EE foram formados dois grupos pelo teste de agrupamento de médias (Tabela 20), sendo o grupo de valores médios mais altos formado por 38 híbridos *top crosses* mais o testador P30F53 (43%) e a testemunha Status (42%). Todos os híbridos do grupo superior apresentaram valores adequados para a produção de silagem de alta qualidade (>40%) (NEUMANN, 2011), indicando que as linhagens S₄ genitoras destes híbridos têm potencial para utilização na obtenção de novos híbridos.

De maneira geral quase a totalidade dos híbridos que apresentaram os maiores valores para VRS e para CNF+EE (Tabela 20), tiveram os valores de FDN e FDA mais baixos (Tabela 20), indicando que as linhagens genitoras desses híbridos devem ser avançadas para posteriormente serem avaliadas quanto ao potencial para a obtenção de novos híbridos no que diz respeito à produção de silagem com alta qualidade nutricional.

O NDT diz respeito ao valor energético do alimento, sendo que no caso das silagens de milho este se encontra em sua maior parte nos grãos. Os valores de NDT variaram de 63 a 70% (Tabela 20), sendo que 37 híbridos *top crosses* foram agrupados pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$) juntamente com o testador P30F53 (68%) e com a testemunha Status (66%), no grupo com maiores valores, e apresentaram médias superiores ao genitor Dow8460 (64%). O primeiro grupo apresentou médias superiores a 65%, o que está de acordo com Neumann (2011) para produção de silagem de boa qualidade.

Ao avaliarem a qualidade nutricional de silagens produzidas a partir de cinco híbridos comerciais de milho em Guarapuava-PR, Reinehr et al. (2012) encontraram valores para NDT semelhantes aos obtidos neste experimento, com médias variando entre 65 e 69%. Assim como Rosa et al. (2004) e Vieira (2011) que encontraram valor médio de 69% ao estimarem o valor nutritivo da silagem de diferentes genótipos de milho, respectivamente, em Santa Maria – RS e Pato Branco – PR.

Para o VRS que combina os valores de FDA e FDN estimando o valor nutricional da forragem (RASBY, 2011), foram obtidos índices médios variando de 103 (híbrido 148) à 142 (híbrido 80) (Tabela 20). Pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, foram formados dois grupos de médias, em que o grupo superior foi formado por 30 híbridos *top crosses* que não diferiram estatisticamente do híbrido genitor P30F53 (128) e da testemunha Status (120). O grupo com os valores mais baixos foi composto por 44 *top crosses* e pelo genitor Dow8460 (109). Conforme Neumann (2011) índices de VRS maiores ou iguais a 115 são considerados satisfatórios para produção de silagem de boa qualidade, sendo assim os genótipos ranqueados no primeiro grupo apresentaram valores bastante superiores, podendo as linhagens genitoras serem avançadas para a obtenção de novos híbridos com propósito forrageiro.

5.3 Experimento 3: População 31

5.3.1 Características agronômicas avaliadas no ambiente 1 e ambiente 2

O resumo das análises de variância individuais dos experimentos da população 31 para os caracteres avaliados nos ambientes 1 e 2 e da análise conjunta estão apresentados, respectivamente, nas Tabelas 21, 22 e 23.

Tabela 21. Quadrados médios (QM) e coeficientes de variação experimental (CV) para as características florescimento masculino (FM), produtividade de grãos (PG), altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AE) de 85 genótipos de milho, referentes aos híbridos *top crosses* da população 31 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12 no ambiente 1. Guarapuava: UNICENTRO, 2012.

FV	GL	QM			
		FM	PG	AP	AE
Bloco	2	5,286275	3360866,61	0,01805	0,021413
Genótipo	84	10,239776*	6009199,56*	0,041612*	0,02889*
Erro	168	0,857703	1009062,91	0,00677	0,004298
Média Geral		78,36	10.592,11	2,40	1,39
CV (%)		1,18	9,48	3,43	4,73

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 22. Quadrados médios (QM) e coeficientes de variação experimental (CV) para as características florescimento masculino (FM), produtividade de grãos (PG), altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AE) de 85 genótipos de milho, referentes aos híbridos *top crosses* da população 31 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12 no ambiente 2. Guarapuava: UNICENTRO, 2012.

FV	GL	QM			
		FM	PG	AP	AE
Bloco	2	5,286275	25671718,19	0,033236	0,046005
Genótipo	84	10,239776*	10562905,44*	0,038108*	0,02598*
Erro	168	0,857703	1863549,31	0,011864	0,00944
Média Geral		81,36	10.217,20	2,20	1,21
CV (%)		1,14	13,36	4,95	8,02

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 23. Quadrados médios (QM) da análise conjunta e coeficientes de variação experimental (CV) para as características florescimento masculino (FM), produtividade de grãos (PG), altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AE) de 85 genótipos de milho, referentes aos híbridos *top crosses* da população 31 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12 em dois ambientes no Município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2012.

FV	GL	QM			
		FM	PG	AP	AE
Blocos/Ambientes	4	5,28627	14516292,40	0,02564	0,03371
Genótipos (G)	84	20,47955*	14561124,24*	0,07017*	0,04634*
Ambientes (A)	1	1147,5*	17920804,85	4,87064*	3,86715*
G x A	84	0	2010980,76*	0,00955	0,00854
Erro médio	336	0,8577	1436306,11	0,00932	0,00687
Média Geral		79,86	10.404,66	2,30	1,30
CV (%)		1,16	11,52	4,20	6,38

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Os quadrados médios mostraram-se significativos a 5% de probabilidade pelo teste F nas análises individuais para os híbridos testados nos dois ambientes (Tabelas 21 e 22), indicando grande variação dos genótipos para todos os caracteres avaliados. Os coeficientes de variação foram de 1,18 e 1,14% para FM; 9,48 e 13,36% para PG; 3,43 e 4,95% para AP e, 4,73 e 8,02% para AE no ambiente 1 e ambiente 2, respectivamente. Todos os CV estão dentro dos padrões normais de experimentação com milho, indicando boa precisão experimental e exatidão na coleta dos dados (Tabelas 21, 22 e 23).

Na análise de variância conjunta (Tabela 23) houve diferença significativa entre os ambientes para os caracteres FM, AP e AE, o que demonstra que os ambientes foram suficientemente distintos para que se detectassem diferenças significativas entre eles, apesar da proximidade entre os locais e datas de semeadura, influenciado por diferenças no espaçamento e arranjo entre as plantas, além do efeito dos genótipos. A PG foi a única característica em que não houve efeito significativo dos ambientes, contudo apresentou interação ‘genótipos x ambientes’ significativa.

Na média geral, para a característica FM (Tabela 24) os genótipos foram ligeiramente mais precoces no ambiente 1, com média de 78 dias, enquanto que no ambiente 2 as plantas floresceram aos 81 dias, em média. Segundo Fancelli e Dourado Neto (2004) cada grau de temperatura média diária superior a 21,1 °C, nos primeiros 60 dias após a semeadura, pode antecipar o florescimento em dois a três dias. Isto pode explicar as diferenças no ciclo vegetativo entre os ambientes, pois, apesar da proximidade entre eles, ocorrem microclimas

específicos, podendo haver diferenças na temperatura média diária. Nesse caso, um ponto a ser considerado é que os diferentes espaçamentos e arranjos entre as plantas podem ter sido o fator que mais tenha contribuído para as diferenças entre eles.

Tabela 24. Valores médios do florescimento masculino (FM), em dias, e produtividade de grãos (PG), em kg ha⁻¹, de 85 genótipos de milho, referentes aos híbridos *top crosses* da população 31 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12 em dois ambientes no Município de Guarapuava - PR. UNICENTRO, 2012.

Genótipo <i>Top cross</i>	FM (dias)		PG (kg ha ⁻¹)					
	Média (conjunta)		Ambiente 1			Ambiente 2		
3	79	c	11.922	b	A	11.078	c	A
5	80	c	11.16	b	A	11.724	c	A
7	79	c	11.534	b	A	10.269	c	A
9	79	c	10.919	b	A	10.875	c	A
10	80	c	10.942	b	A	9.123	d	A
11	79	c	11.268	b	A	12.039	b	A
12	79	c	9.954	c	A	11.135	c	A
15	80	c	11.02	b	A	11.071	c	A
17	80	c	11.837	b	A	10.803	c	A
18	80	c	8.685	c	A	10.106	c	A
19	78	d	12.296	a	A	13.066	b	A
20	79	c	12.368	a	A	11.183	c	A
28	80	c	8.509	d	A	6.37	e	B
29	78	d	10.822	b	A	10.779	c	A
31	80	c	11.648	b	A	10.846	c	A
32	80	c	11.369	b	A	10.928	c	A
37	78	d	11.458	b	A	9.129	d	B
43	80	c	10.696	b	A	10.324	c	A
48	80	c	10.749	b	A	10.918	c	A
49	78	d	10.814	b	A	11.101	c	A
50	78	d	10.442	b	A	10.107	c	A
51	79	c	10.87	b	A	10.086	c	A
54	80	c	11.008	b	A	11.112	c	A
55	82	b	10.297	b	B	12.456	b	A
58	80	c	9.082	c	A	10.426	c	A
59	79	c	9.077	c	A	10.813	c	A
61	78	d	11.24	b	A	10.194	c	A
64	80	c	10.463	b	A	9.849	c	A
66	80	c	10.807	b	A	9.547	c	A
71	78	d	12.483	a	A	11.043	c	A
72	77	e	10.942	b	A	7.845	d	B
77	80	c	11.164	b	A	11.699	c	A
82	80	c	12.737	a	A	13.51	b	A
84	78	d	10.363	b	A	10.381	c	A
85	79	c	11.341	b	A	11.21	c	A
87	80	c	10.204	c	A	11.078	c	A
88	76	e	10.991	b	A	10.297	c	A
89	76	e	10.35	b	A	9.402	c	A
91	78	d	11.821	b	A	10.27	c	A
92	79	c	9.778	c	A	10.151	c	A
97	80	c	12.672	a	A	13.53	b	A
100	80	c	11.695	b	A	11.34	c	A
103	84	a	9.97	c	A	9.014	d	A

Tabela 24 continuação...

111	82	b	9.513	c	A	7.047	d	B
131	82	b	6.816	d	A	5.274	e	A
132	82	b	9.254	c	A	8.312	d	A
133	81	b	9.823	c	A	7.626	d	B
135	83	a	9.614	c	A	9.686	c	A
137	81	b	10.47	b	A	10.778	c	A
138	78	d	10.768	b	A	11.828	c	A
141	84	a	11.104	b	A	10.352	c	A
148	84	a	9.73	c	A	8.541	d	A
150	82	b	7.923	d	A	7.385	d	A
163	84	a	8.973	c	A	8.503	d	A
164	78	d	9.667	c	A	11.428	c	A
165	84	a	9.456	c	A	9.658	c	A
166	78	d	11.166	b	A	10.537	c	A
169	84	a	9.024	c	A	7.825	d	A
170	82	b	10.727	b	A	10.266	c	A
171	80	c	10.785	b	A	11.001	c	A
179	82	b	7.016	d	A	7.519	d	A
181	79	c	11.434	b	A	9.784	c	A
186	82	b	10.233	c	A	10.831	c	A
187	83	a	8.438	d	A	7.303	d	A
188	82	b	7.309	d	A	5.843	e	A
189	83	a	8.151	d	A	5.555	e	B
193	78	d	9.856	c	A	8.147	d	A
200	80	c	10.818	b	A	11.126	c	A
202	79	c	12.316	a	A	9.831	c	B
208	82	b	9.79	c	A	8.81	d	A
211	79	c	10.759	b	A	9.977	c	A
213	79	c	13.075	a	A	13.021	b	A
233	80	c	11.804	b	A	9.654	c	B
236	83	a	10.829	b	A	10.377	c	A
241	80	c	10.337	b	A	12.055	b	A
244	78	d	11.847	b	A	12.543	b	A
246	81	b	9.103	c	A	9.506	c	A
255	79	c	9.678	c	A	11.595	c	A
256	84	a	9.237	c	A	8.555	d	A
270	79	c	10.841	b	A	10.97	c	A
275	80	c	11.386	b	A	10.069	c	A
276	77	e	9.737	c	A	8.045	d	A
Média	80		10.47			10.066		
Genitores								
P30F53 (Testador)	81	b	13.877	a	A	14.193	a	A
Penta	80	c	13.853	a	A	15.57	a	A
Média	81		13.865			14.881		
Status	81	b	14.029	a	A	13.312	b	A
Média Ambiente 1	78	B	-			-		
Média Ambiente 2	81	A	-			-		
Média Geral	80		10.592			10.217		

Médias seguidas da mesma letra minúscula ou maiúscula na coluna e maiúscula na linha, para cada caractere, pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Pelo teste de Scott-Knott as médias do FM foram agrupadas em cinco grupos, com amplitude de 76 a 84 dias (Tabela 24). Os híbridos *top crosses* 72, 88, 89 e 276 foram os mais precoces, por outro lado, 11 híbridos *top crosses* (103, 135, 141, 148, 163, 165, 169, 187, 189, 236 e 256) floresceram mais tardiamente nos dois ambientes. Dos 82 híbridos *top crosses*, 14

foram classificados no segundo grupo mais precoce, 40 no grupo intermediário, não diferindo estatisticamente do híbrido genitor Penta (80 dias) e 13 no segundo grupo mais tardio, juntamente com o híbrido testador P30F53 (81 dias) e com a testemunha Status (81 dias) (Tabela 28). Esses resultados indicam a existência de linhagens S₄ com genótipos importantes para serem utilizadas como genitoras na obtenção de híbridos de ciclo mais precoce, de interesse nos programas de melhoramento de milho na atualidade.

Oliboni et al. (2013), avaliando um dialelo de híbridos comerciais, encontraram valores negativos da capacidade geral de combinação para a característica florescimento masculino em Guarapuava (PR) para os híbridos Penta e P30F53, no entanto, para a capacidade específica de combinação no cruzamento desses híbridos o valor encontrado foi de 0,429, indicando não ser uma combinação adequada quando se busca a obtenção de genótipos mais precoces. Esse mesmo autor obteve valor elevado da estimativa da capacidade específica de combinação entre esses dois híbridos no que diz respeito à característica produção de espigas despalhadas, tendo sido classificados no grupo de genótipos que apresentaram as maiores médias, sendo portanto, promissora na obtenção de novos genótipos em programas de melhoramento.

Para a característica PG os genótipos apresentaram comportamento semelhante nos dois ambientes. As médias tiveram amplitude de 6.815 (híbrido 131) a 14.029 kg ha⁻¹ (híbrido Status) no ambiente 1, onde formaram 4 grupos distintos pelo teste de Scott-Knott (Tabela 24). Dez híbridos foram classificados como mais produtivos: 19, 20, 71, 82, 97, 202 e 213 que não diferiram estatisticamente da testemunha Status (14.029 kg ha⁻¹), do testador P30F53 (13.877 kg ha⁻¹) e do genitor Penta (13.852 kg ha⁻¹), o que se atribui ao alto potencial genético das linhagens S₄ genitoras desses híbridos *top crosses* para PG. Quarenta e cinco híbridos *top crosses* foram classificados no segundo grupo de maior PG e 23 no segundo grupo de menor PG.

A PG no ambiente 2 variou de 5.273 (híbrido 131) a 15.569 kg ha⁻¹ (híbrido Penta) (Tabela 24). Apenas os híbridos comerciais Penta e P30F53 foram classificados no grupo dos mais produtivos, com produtividades médias de 15.569 e 14.192 kg ha⁻¹, respectivamente. Os híbridos *top crosses* 11, 19, 55, 82, 97, 213, 241 e 244 ficaram no segundo grupo de maior PG e não diferiram estatisticamente da testemunha Status (13.312 kg ha⁻¹), já os experimentais 28, 131, 188 e 189 foram os menos produtivos.

Os híbridos *top crosses* 28, 131, 188 e 189 também se mantiveram menos produtivos no ambiente 1, com médias de produtividades abaixo de 8.600 kg ha⁻¹. Por outro lado, além dos híbridos comerciais, os *top crosses* 19, 97, 82 e 213 alcançaram produtividades superiores

a 12.200 kg ha⁻¹ nos dois ambientes, indicando que as linhagens genitoras destes são promissoras para a obtenção de novos híbridos com elevada PG. Na média dos ambientes apenas os híbridos 188 e 131 se mantiveram-se abaixo da produtividade média obtida no Paraná no ano agrícola 2011/12, com 6.800 kg ha⁻¹ (CONAB, 2012) (Tabela 24).

As produtividades dos híbridos comerciais foram superiores às obtidas por Pfann (2010) no município de Guarapuava, que relatou 10.649, 10.554 e 9.226 kg ha⁻¹ para Status, Penta e P30F53, respectivamente, ao avaliar a adaptabilidade e estabilidade destes híbridos de milho em cinco municípios da região Centro-Sul do Paraná. Provavelmente, pela diferença na área e pelas condições climáticas atuantes no período de desenvolvimento dos experimentos.

As médias para as características AP e AE estão apresentadas na Tabela 25. A análise demonstrou a formação de três grupos de genótipos para AP, 42 *top crosses* tiveram maiores médias e não diferiram dos híbridos comerciais Status (2,46 m), P30F53 (2,32 m) e Penta (2,30 m). O grupo de genótipos de menor estatura foi composto por 12 *top crosses*, os demais híbridos formaram o grupo intermediário (Tabela 25).

Para a característica AE foram formados dois grupos estatísticos (Tabela 25) onde 37 híbridos *top crosses* formaram o grupo de maior magnitude, juntamente, com os comerciais Status (1,43 m) e Penta (1,36 m). Outros 45 híbridos atingiram menor estatura e não diferiram estatisticamente do testador Status (1,30 m).

Os resultados demonstrando genótipos de menor estatura indicam que suas linhagens S₄ genitoras podem ser utilizadas em programas de melhoramento genético para obtenção de híbridos que visam tal característica.

Tabela 25. Valores médios de altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AE), em metros, de 85 genótipos de milho, referentes aos híbridos *top crosses* da população 31 e testemunhas, avaliados na safra agrícola 2011/12 em dois ambientes no Município de Guarapuava - PR. UNICENTRO, 2012.

Genótipo	AP (m)		AE (m)	
<i>Top cross</i>	Média (conjunta)		Média (conjunta)	
3	2.21	b	1.19	b
5	2.40	a	1.38	a
7	2.26	b	1.25	b
9	2.30	a	1.29	b
10	2.49	a	1.49	a
11	2.22	b	1.29	b
12	2.24	b	1.25	b
15	2.22	b	1.25	b
17	2.28	b	1.27	b
18	2.30	a	1.36	a
19	2.38	a	1.43	a
20	2.43	a	1.45	a
28	2.08	c	1.11	b
29	2.26	b	1.31	a
31	2.29	b	1.23	b
32	2.28	b	1.35	a
37	2.34	a	1.39	a
43	2.21	b	1.24	b
48	2.45	a	1.33	a
49	2.43	a	1.36	a
50	2.33	a	1.29	b
51	2.23	b	1.30	b
54	2.44	a	1.38	a
55	2.47	a	1.38	a
58	2.17	c	1.21	b
59	2.15	c	1.21	b
61	2.25	b	1.21	b
64	2.37	a	1.35	a
66	2.33	a	1.34	a
71	2.29	b	1.29	b
72	2.34	a	1.27	b
77	2.42	a	1.40	a
82	2.42	a	1.41	a
84	2.23	b	1.35	a
85	2.43	a	1.35	a
87	2.31	a	1.34	a
88	2.20	b	1.25	b
89	2.19	b	1.24	b
91	2.37	a	1.43	a
92	2.17	c	1.20	b
97	2.40	a	1.36	a
100	2.47	a	1.44	a
103	2.34	a	1.34	a
111	2.07	c	1.21	b
131	2.08	c	1.15	b
132	2.16	c	1.18	b
133	2.13	c	1.13	b
135	2.34	a	1.29	b
137	2.34	a	1.41	a
138	2.15	c	1.20	b

Tabela 25 continuação...

141	2.33	a	1.40	a
148	2.27	b	1.24	b
150	2.13	c	1.14	b
163	2.28	b	1.28	b
164	2.45	a	1.40	a
165	2.36	a	1.25	b
166	2.28	b	1.27	b
169	2.31	a	1.29	b
170	2.36	a	1.34	a
171	2.22	b	1.23	b
179	2.27	b	1.22	b
181	2.19	b	1.20	b
186	2.34	a	1.34	a
187	2.27	b	1.22	b
188	2.02	c	1.09	b
189	2.04	c	1.12	b
193	2.30	a	1.26	b
200	2.37	a	1.29	b
202	2.43	a	1.33	a
208	2.29	b	1.30	b
211	2.34	a	1.33	a
213	2.51	a	1.46	a
233	2.42	a	1.39	a
236	2.29	b	1.27	b
241	2.36	a	1.36	a
244	2.46	a	1.41	a
246	2.26	b	1.23	b
255	2.27	b	1.32	a
256	2.28	b	1.27	b
270	2.34	a	1.28	b
275	2.39	a	1.44	a
276	2.31	a	1.31	a
Média	2.30		1.30	
Genitores				
P30F53 (Testador)	2.32	a	1.30	b
Penta	2.30	a	1.36	a
Média	2.31		1.33	
Status	2.46	a	1.43	a
Média Ambiente 1	2.40	A	1.39	A
Média Ambiente 2	2.20	B	1.21	B
Média Geral	2.30		1.30	

Médias seguidas da mesma letra minúscula ou maiúscula na coluna pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os híbridos *top crosses* 28, 188 e 189, coincidentes nos grupos das menores AP e AE (Tabela 25) também foram classificados no grupo de PG mais baixa em ambos os ambientes (Tabela 24), indicando que apesar de terem apresentando baixa estatura, as linhagens S₄ genitoras desses híbridos não contribuíram para a PG de maneira satisfatória, quando comparadas aos demais genótipos experimentais, para serem utilizadas em programas de melhoramento. Paziani et al. (2009) relataram correlação positiva, porém de baixa magnitude, entre as características produção de grãos com a altura de planta (0,32) e com altura de espiga (0,28).

No geral, as plantas no ambiente 1 apresentaram médias superiores às do ambiente 2, cerca de 8 e 13% maiores para AP e AE, respectivamente (Tabela 25). Conforme Argenta et al. (2001a) e Argenta et al. (2001b) a redução no espaçamento entre linhas aliado à manutenção da densidade de plantas pode promover mudanças na competição entre as plantas, ou seja, diminuindo na linha e aumentando entre plantas de linhas diferentes, pela menor radiação solar recebida no interior do dossel da cultura o que resulta em alterações nas características das plantas.

Os resultados apresentados neste trabalho diferem dos obtidos por Ferreira (2008) que encontrou valor médio inferior, de 2,00 m, para altura de planta de híbridos de linhagens parcialmente endogâmicas S₃ de milho em cruzamento *top cross*, avaliados em espaçamentos de 0,80 e 0,90 m em três locais do Estado de São Paulo, provavelmente pela constituição genética dos materiais utilizados, mas se assemelham com os resultados obtidos em trabalhos envolvendo a capacidade combinatória de híbridos comerciais de milho em cruzamentos dialélicos, realizados na região Centro-Sul do Paraná (OLIBONI, 2009; GRALAK, 2011).

O híbrido *top cross* 213 e o comercial Status, que constituíram os grupos de AP e AE mais altas (Tabela 25), também apareceram nos grupos de maior PG nos dois ambientes (Tabela 24). Entretanto, altas médias de AP também indicam maior suscetibilidade das plantas a problemas de acamamento, o que é uma preocupação quando se cultivam genótipos altos, em razão de ventos que ocorrem com maior frequência na região de Guarapuava (OLIBONI, 2009).

6 CONCLUSÕES

O método *top cross* utilizando híbridos simples como testadores foi eficiente na avaliação do mérito relativo das linhagens S₄ provenientes de híbridos comerciais, e auxiliou na seleção quanto às características agronômicas para produção de grãos e/ou características bromatológicas e qualitativas para produção de silagem.

Os híbridos comerciais utilizados na obtenção das linhagens S₄ são promissores para a utilização no programa de melhoramento, quanto à produção de grãos e/ou características bromatológicas e qualitativas para produção de silagem.

Na população 29 os híbridos *top crosses* 5, 35, 42, 44, 109, 119 e 183 apresentaram alta produtividade de grãos, iguais ou superiores aos híbridos comerciais, nos dois ambientes avaliados. No ambiente 2 ainda se destacou o *top cross* 185 por ter superado em 20% a produtividade média de grãos dos híbridos comerciais. Os híbridos *top crosses* 14, 76, 109, 112, 140, 154 e 183 foram os que melhor conciliaram as características agronômicas, bromatológicas e qualitativas dentro dos padrões para produção de silagem de boa qualidade.

Na população 30 os híbridos *top crosses* 8, 14, 18, 22, 53, 73, 77, 91, 122, 139, 160 e 173 apresentaram alta produtividade de grãos, iguais ou superiores aos híbridos comerciais, nos dois ambiente avaliados. Para o ambiente 1 se destacou o *top cross* 11 por ter superado em 7% a produtividade média de grãos dos híbridos comerciais e no ambiente 2 os *top crosses* 37, 50, 101 e 148 por terem superado entre 6 a 16% a média de produtividade dos híbridos comerciais. Os híbridos *top crosses*, 18, 22, 50, 53, 80, 82, 88, 110, 111, 131, 140 e 149 foram os que apresentaram as melhores características agronômicas, bromatológicas e qualitativas para produção de silagem.

Na população 31 os híbridos *top crosses* 19, 82, 97 e 213 apresentaram alta produtividade de grãos, aliando características de plantas de estatura média e ciclo precoce.

Pelo desempenho agronômico dos híbridos triplos citados, as linhagens S₄ genitoras desses são promissoras para serem avançadas no programa de melhoramento genético do milho com aptidão para grãos e/ou forrageira.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, C.G.D.; VON PINHO, R.G.; BORGES, I.D. Avaliação de características bromatológicas da forragem de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre linhas. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.30, n.3, p.409-414, 2006.

AMORIM, E.P.; SOUZA, J.C. de. Híbridos de milho inter e intrapopulacionais obtidos a partir de populações S0 de híbridos simples comerciais. **Bragantia**. Campinas, v.64, n.3, p.561-567, 2005.

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

ARGENTA, G.; SILVA P.R.F. DA; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.31, n.6, p.1075-1084, 2001b.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F. da; BORTOLINI, C.G.; FORSTHOFER, E.L.; MANJABOSCO, E.A.; BEHEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.36, n.1, p.71-78, 2001a.

BALIEIRO NETO, G.; BRANCO, R.B.F.; CIVIDANES, T.M. dos S.; NOGUEIRA, J.R.; FELIX, M. do R.F.; ROMA JUNIOR, L.C.; BUENO, M.S.; FERRARI JUNIOR, E.; POSSENTI, R.; REI, F.M. de C.T. Relação custo benefício na produção de silagem de milho Bt. In: SIMPÓSIO PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 4., 2011, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2011. p.131-172.

BARRIÈRE, Y.; EMILE, J.C.; TRINEUA, R.; HÉBERT, Y. Genetic variation in the feeding efficiency of maize genotypes evaluated from experiments with dairy cows. **Plant Breeding**. Lusignan, v.114, n.2, p.144-148, 1995.

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

CABRAL, L. da S.; VALADARES FILHO, S. de C.; MALAFAIA, P.A.M.; LANA, R. de P.; SILVA, J.F.C. da; VIEIRA, R.A.M.; PEREIRA, E.S. Frações de carboidratos de alimentos volumosos e suas taxas de degradação estimadas pela técnica de produção de gases. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.29, n.6, p.2087-2098, 2000.

CABRERA, A.C. **Uso de linhagens parcialmente endogâmicas S₃ para a produção de híbridos simples de milho**. 2001. 123p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

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

CANCELLIER, L.L. **Desempenho de genótipos de milho UFT para diferentes finalidades no Sul do Estado do Tocantins**. 2010. 89p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, TO.

CARVALHO, A.D.F. de; SOUZA, J.C. de; RAMALHO, M.A.P. Capacidade de combinação de progênies parcialmente endogâmicas obtidas de híbridos comerciais de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. Sete Lagoas, v.3, n.3, p.429-437, 2004.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL – CEPEA-CNA. **Custo de produção de grãos em Guarapuava-PR**. 2012. Disponível em: <<http://www.sistemafaep.org.br/arquivos/safra%202011.2012/Gr%C3%A3os%20Guarapuava%20PR%202011.2012.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2013.

CHAVES, L. G.; MIRANDA, G. V.; SOUZA, L. V.; GOMES, O. P.; OLIVEIRA, J. S. Parental commercial maize selection for silage production. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. Sete Lagoas, v.7, n.2, p.183-194, 2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **ACOMPANHAMENTO DE SAFRA BRASILEIRA**: grãos, décimo primeiro levantamento, agosto 2012. Brasília: Conab, 2012. Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_08_09_10_58_55_boletim_portugues_agosto_2012.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2013.

COORS, J.G.; CARTER, P.R.; HUNTER, R.B. Silage corn. In: HALLAUER, A.R. (Ed.). **Specialty corns**. Ames: CRC Press, 1994, p.305-340.

COSTA, E.F.N; SANTOS, M.F.; MORO, G.V.; ALVES, G.F.; SOUZA JUNIOR, C.L. de. Herança da senescência retardada em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.43, n.2, p.207-213, 2008.

CRUZ, C.D. **Programa Genes: Biometria**. Viçosa: UFV. 2006. 382p.

CRUZ, J.C., PEREIRA FILHO, I.A. Cultivares de milho para silagem. In: CRUZ, J. C. et al. (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.; GARCIA, J.C.; DUARTE, J. de O. **Cultivo do milho: cultivares**, outubro 2010. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_7ed/cultivares.htm>. Acesso em: 09 abr. 2013.

DAVIS, R.L. **Report of the plant breeder**. Puerto Rico: Agricultural Experiments Annual Report, p.14-15, 1927.

DEMÉTRIO, C.S.; FORNASIERI FILHO, D.; CAZETTA, J.O.; CAZETTA, D.A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.43, n.12, p.1691-1697, 2008.

DIAS, F.N. **Avaliação de Parâmetros agronômicos e nutricionais em híbridos de milho (*Zea mays* L.) para silagem**. 2002. 95p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

DOURADO NETO, D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P.A.; MANFRON, P.A.; MEDEIROS, S.L.P.; ROMANO, M.R. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a

produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. Sete Lagoas, v.2, n.3, p.63-77, 2003.

DUARTE, I.A.; FERREIRA, J.M.; NUSS, C.N. Potencial discriminatório de três testadores em top crosses de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.38, n.3, p.365-372, 2003.

EMBRAPA. **Cultivo do milho**: importância econômica. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/importancia.htm>>. Acesso em 20 mai. 2011.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Embrapa solos, Rio de Janeiro, 2. ed. 2006, 306p.

EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. **Silagens: do cultivo ao silo**. Universidade Federal de Lavras, 2002, 200p.

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

FERRARI JUNIOR, E.; POSSENTI, R.A.; LIMA, M.L.P.; NOGUEIRA, J.R.; ANDRADE, J.B. Características, composição química e qualidade de silagens de oito cultivares de milho. **Boletim de Indústria Animal**. Sete Lagoas, v.62, n.1, p.19-27, 2005.

FERREIRA, E.A. **Desempenho de híbridos de linhagens parcialmente endogâmicas de milho em top crosses, em três locais do Estado de São Paulo**. 2008. 75p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, SP.

FERREIRA, E.A.; GUIMARÃES, P. de S.; SILVA, R.M. PATERNIANI, M.E.A.G.Z. Capacidade combinatória de linhagens de milho de germoplasma tropical e temperado e heterose dos híbridos simples. **Biociências**, Porto Alegre, v.1, n.14, 2008.

FERREIRA, E.A.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z.; DUARTE, A.P.; GALLO, P.B.; SAWAZAKI, E.; AZEVEDO FILHO, J.A. de; GUIMARAES, P. de S. Desempenho de

híbridos *top crosses* de linhagens S₃ de milho em três locais do Estado de São Paulo. **Bragantia**. Campinas, v.68, n.2, p.319-327, 2009.

FERREIRA, E.A.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z.; SANTOS, F.M. da C. Potencial de híbridos comerciais de milho para obtenção de linhagens em programas de melhoramento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v.40, n.3, p.304-311, 2010.

FONSECA, A.H.; VON PINHO, R.G.; PEREIRA, M.N.; BRUNO, R.G. da S.; CARVALHO, G.S. Características agronômicas, químicas e nutricionais de híbridos de milho, visando à produção de silagem de alto valor nutritivo. **Ceres**, Viçosa, v.49, n.281, p.41-54, 2002.

FUZATTO, S.R. **Dialelo parcial circulante interpopulacional em milho (*Zea mays* L.): efeito do número (s) de cruzamentos**. 2003, 131p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

GOMES, M. de S.; VON PINHO, R.G.; RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.V.; BRITO, A.H. de. Variabilidade genética em linhagens de milho nas características relacionadas com a produtividade de silagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.39, n.9, p.879-885, 2004.

GOMES, M.S.; VON PINHO, R.G.; OLIVEIRA, J.S.; RAMALHO, M.A.P.; VIANA, A.C. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho para produtividade de matéria seca e degradabilidade ruminal de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. Sete Lagoas, v.1, n.2, p.83-90, 2002.

GRALAK, E. **Capacidade combinatória de híbridos comerciais de milho para caracteres agronômicos e bromatológicos da silagem**. 2011. 65p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR.

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

JONES, D.F. The effects of inbreeding and crossbreeding upon development. **Bulletin of the Connecticut Agricultural Experimental Station**, v.207, p.5-100, 1918.

LUDERS, R.R. **Desempenho de linhagens de milho (*Zea mays* L.) em top crosses com testadores de base genética restrita e avaliação de híbridos triplos**. 2003. 125p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, SP.

LUPATINI, G.C.; MACCARI, M.; ZANETTE, S.; PIACENTINI, E.; NEUMANN, M. Avaliação do desempenho agrônômico de híbridos de milho (*Zea mays* L.) para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. Sete Lagoas, v.3, n.2, p.193-203, 2004.

MELLO, R. Silagem de milho, sorgo e gramíneas tropicais. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n.1, p.48-58, 2004. Disponível em: <http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/007V1N1P48_58_JUL2004.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2013.

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

MELO, P.C.T. de. A qualidade das sementes e o desempenho superior demonstrado pelas cultivares híbridas têm contribuído para a melhoria no perfil da olericultura nacional. **Revista Cultivar HF**, v.8, n.54, p.31, 2009.

MELO, W.M.C.; VON PINHO, R.G.; CARVALHO, M.L.M. de; VON PINHO, E.V. de R. Avaliação de cultivares de milho para produção de silagem na região de Lavras – MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.1, p.31-39, 1999.

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

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Winsconsin: American Society of Agronomy. p.450-493, 1994.

MIRANDA FILHO, J. B.; VIÉGAS, G. P. Milho híbrido. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G. P. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho**. Campinas: Fundação Cargill, v.1, n.6, p.275-340, 1987.

MIRANDA FILHO, J.B.; GORGULHO, E.P. Cruzamentos com testadores e dialelos. In: NASS, L.L; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S. de; VALADARES-INGLIS, M.C. (Org.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, p.649-672, 2001.

MITTELMANN, A.; SOUZA SOBRINHO, F. de; OLIVEIRA, J.S. e; FERNANDES, S.B.V.; LAJÚS, C.A.; MIRANDA, M.; ZANATTA, J.C.; MOLETTA, J.L. Avaliação de híbridos comerciais de milho para utilização como silagem na Região Sul do Brasil. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.35, n.3, p.684-690, 2005.

NEUMANN, M. **Parâmetros para análise de qualidade da silagem**. 2011. Disponível em: <<http://www.iepec.com/curso/listarCapituloPopUp&idCurso=58&idCapitulo=407>>. Acesso em: 28 jan. 2013.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 7.rev. ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2001. 242p.

NURMBERG, P.L.; SOUZA, J.C. de; RIBEIRO, P.H.E. Desempenho de híbridos simples como testadores de linhagens de milho em *top crosses*. **Ceres**, Viçosa, v.47, n.274, p.683-696, 2000.

NUSSIO, L.G. A cultura do milho e sorgo para a produção de silagem. In: FANCELLI, A.L. (Coord.). **Milho**. Piracicaba: FEALQ/USP, 1990. p.58-88.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; DIAS, F.N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E

UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá. **Anais....** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001a. 319p.

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

NUSSIO, L.G.; SIMAS, J.E.C.; LIMA, M.L.M. Determinação do ponto de maturidade ideal para colheita do milho para silagem. In: NUSSIO, L.G.; ZOPOLLATO, M.; MOURA, J.C (Ed). **Milho para a silagem**. Piracicaba: FEALQ, 2001b, p.11-26.

OLIBONI, R. **Capacidade combinatória e divergência genética entre híbridos comerciais de milho recomendados para a região centro sul do Paraná**. 2009. 95p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava, PR.

OLIBONI, R.; FARIA, M.V.; NEUMANN, M.; RESENDE, J.T.V.; BATTISTELLI, G.M.; TEGONI, R.G.; OLIBONI D.F. Análise dialéctica na avaliação do potencial de híbridos de milho para a geração de populações-base para obtenção de linhagens. **Semina**. Ciências Agrárias, v.34, n.1, p.7-18, 2013.

OLIVEIRA, J.S. e; SOUZA SOBRINHO, F. de; PEREIRA, R.C.; MIRANDA, J.M. de; BANYS, V.L.; RUGGIERI, A.C.; PEREIRA, A.V.; LEDO, F. da S.; BOTREL, M. de A.; AUAD, M.V. Potencial de utilização de híbridos comerciais de milho para silagem, na região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. Sete Lagoas, v.2, n.1, p.62-71, 2003.

PATERNIANI, M.E.A.G.Z.; LUDERS, R.R.; DUARTE, A.P.; GALLO, P.B.; SAWAZAKI, E. Desempenho de híbridos triplos de milho obtidos de *top crosses* em três locais do Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.4, p.597-605, 2006.

PAZIANI, S. de F.; DUARTE, A.P.; NUSSIO, L.G.; GALLO, P.B.; BITTAR, C.M.M.; ZOPOLLATTO, M.; RECO, P.C. Características agrônomicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Brasília, v.38, n.3, p.411-417, 2009.

PEDROSO, S.; EZEQUIEL, J.M.B.; OSUNA, J.T.A., SANTOS, V.C. Características agronômicas e nutricionais de híbridos de milho e suas silagens (*Zea mays* L.). **ARS Veterinaria**. Jaboticabal, v.22, n.3, p.248-258, 2006.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. Classificação de Köppen. In: **Agrometeorologia**. Fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária, 2001, p.304-308.

PFANN, A.Z. **Adaptabilidade e estabilidade de híbridos simples de milho na região Centro-Sul do Paraná**. 2010. 54p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava, PR.

PINTO, A.P.; LANÇANOVA, J.A.C.; LUGÃO, S.M.B.; ROQUE, A.P.; ABRAHÃO, J.J. dos S.; OLIVEIRA, J.S. e; LEME, M.C.J.; MIZUBUTI, I.Y. Avaliação de doze cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem. **Semina**. Londrina, v.31, n.4, p.1071-1078, 2010.

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

RASBY, R. **Understandig feed analysis**. In: University of Nebraska-Lincoln. Lincoln, Nebraska, EUA, 2011. Disponível em: <
<http://www.beef.unl.edu/learning/feedanalysis.shtml>>. Acesso em: 20 mar. de 2013.

REINEHR, L.L.; NEUMANN, M.; CARNEIRO, M.K.; BUENO, A.V.I.; POCZYNEC, M.; GHELLER, J.M. Avaliação nutricional da silagem de diferentes híbridos de milho. In: **CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**, 29., 2012, Águas de Lindóia. Águas de Lindóia: ABMS, 2012.

RIBEIRO, P.H.E.; NUMBERG, P.L.; SOUZA, J.C. de; RAMALHO M.A.P. **Avaliação de híbridos simples em cruzamentos top crosses com linhagens de milho em Boa Vista Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2000. 26p. (Boletim de Pesquisa, 3).

RITCHIE, S.; HANWAY, J.J. **How a corn plant develops**. Special Report, n.48. Iowa University of Science and Technology. Cooperative Extension Service. Ames, Iowa. 1989.

ROSA, J.R.P.; SILVA, J.H.S.da; RESTLE, J.; PASCOAL, L.L.; BRONDANI, I.L.; ALVES FILHO, D.C. FREITAS, A.K. de. Avaliação do comportamento agrônomo da planta e valor nutritivo da silagem de diferentes híbridos de milho (*Zea mays*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.33, n.2, p.302-312, 2004.

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

SALIBA, E. de. O. S.; RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C. Carboidratos não fibrosos na alimentação de gado de leite. In: GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; FERREIRA, P. D. S. **Alimentos para gado de leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009.

SANGOI, L.; SCHMITT, A.; SALDANHA, A.; FIORENTIN, C.F.; PLETSCH, A.J.; VIEIRA, J.; GATELLI, M.A. Rendimento de grãos de híbridos de milho em duas densidades de plantas com e sem a retirada dos perfilhos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, p.325-331, 2009.

SANTOS, E.M.; ZANINE, A. de M.; OLIVEIRA, J. S. de. Produção de silagem de gramíneas tropicais. **Revista Electrónica de Veterinaria REDVET**, v.7, n.7, 2006. Disponível em: <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070706/070613.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2013.

SANTOS, P.G.; JULIATI, F.C.; BUIATTI, A.L.; HAMAWAKI, O.T. Avaliação do desempenho agrônomo de híbridos de milho em Uberlândia, MG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.37, n.5, p.597-602, 2002.

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.

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. **Milho - Análise da Conjuntura Agropecuária**, outubro de 2012. Seab, 2012. Disponível em: <

http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/milho_12_13.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2013.

SHULL, G.H. A pure line method of corn breeding. **Report American Breeders Association**. Washington, v.5, p.51-59, 1909.

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

SILVA, P.C. da; AYALA-OSUNA, J.T.; MORO, J.R.; PAIVA, L.M.; QUEIROZ, S.R.O.D.; MARTINS, M.R. Avaliação de híbridos interpopulacionais de milho quanto a características químicas e agronômicas para silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. Sete Lagoas, v.2, n.3, p.111-120, 2003.

SILVEIRA, F.T.; MORO, J.R. Utilização de linhagens parcialmente endogâmicas S₃ para a obtenção de híbridos simples de milho. **Biociências**. Porto Alegre, v.15, n.2, 2009.

SORIANI FILHO, J.L. **Características agronômicas e qualitativas de híbridos de milho e valor nutritivo das silagens avaliadas em ovinos**. 2009. 50f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR.

SOUZA JUNIOR, C.L. Melhoramento de espécies alógamas. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S. de; VALADARES-INGLIS, M.C. (Org.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, p.159-200, 2001.

SULC, R.M.; THOMISON, P.R.; WEISS, W.P. Reliability of the Kernel milkline method for timing corn silage harvest in Ohio. **Journal of Production Agriculture**. Columbus, v.9, n.3, p.376-381, 1996.

SYNGENTA. **Sementes: Status**. 2013. Disponível em: <<http://www.syngenta.com/country/br/pt/produtosemarcas/sementes/Pages/MILHO-HIBRIDO-STATUS.aspx>>. Acesso em: 04 abr. 2013.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**. Champaign, v.74, n.10, p. 3583- 3597, 1991.

VIEIRA, V. da C. **Caracterização de genótipos de milho para silagem**. 2011. 101f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR.

VILLELA, T.E.A. **Época de semeadura e de corte de plantas de milho para silagem**. 2001. 86f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VON PINHO, R.G.; VASCONCELOS, R.C. de; BORGES, I.D.; RESENDE, A.V. de. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.2, p.235-245, 2007.

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 de Zootecnia**. Viçosa, v.38, n.2, p.256-264, 2009.