

**CAPACIDADE COMBINATÓRIA DE MILHO VISANDO À PRODUÇÃO DE SILAGEM**Aurélio Vaz de Melo¹, Markus Taubinger², Valdere Martins dos Santos³, Dione Pereira Cardoso⁴ & Helber Veras Nunes⁵

1 - Engenheiro Agrônomo, Professor Associado da UFT/ Gurupi-TO, vazdemelo@uft.edu.br;

2 - Engenheiro Agrônomo, Doutor em Produção Vegetal UFT/ Gurupi-TO, mtaubinger@hotmail.com;

3 - Engenheiro Agrônomo, Mestre em Produção Vegetal UFT/ Gurupi-TO, valderemartins25@hotmail.com;

4 - Engenheira Florestal, Doutora em Fitotecnia UFPA/ Gurupi-TO, cardoso.dione@gmail.com;

5 - Engenheiro Agrônomo, Professor do IFTO/ Gurupi-TO, helber.veras@ifto.edu.br.

Palavras-chave:

adubação fosfatada

análise dialélica

Zea mays L**RESUMO**

Apesar da silagem de milho ser suficientemente conhecida, a disponibilidade desses materiais no mercado é baixa, demonstrando que programas de melhoramento específicos nessa área ainda são escassos. Deste modo, objetivou-se com este trabalho determinar o tipo de ação gênica predominante no controle das características e estimar a capacidade geral (CGC) e específica de combinação (CEC) entre híbridos comerciais de milho visando à produção de silagem. Foram avaliados 8 híbridos comerciais e as 56 combinações híbridas foram avaliados no ano agrícola de 2011/2012, no município de Gurupi, localizados na região sul do Tocantins. O delineamento experimental utilizado foi o de látice 8 x 8 com duas repetições, sendo analisadas três características de interesse comercial para a produção de milho para silagem. As combinações híbridas apresentaram divergências frente a sua capacidade de combinação, quando submetidas às condições de baixa e alta disponibilidade de fósforo, evidenciado pelos efeitos significativos das interações. Isso indica que a seleção de híbridos comerciais de milho deve ser realizada em ambientes onde os mesmos serão utilizados. Conclui-se, portanto que o híbrido P 30F53Y possui maior concentração de alelos favoráveis ao incremento das características produção de massa verde e seca, sendo a mais indicada na formação de novos híbridos; nas combinações AG 2040 x TRUCK, AG 8060 x TRUCK e AG 1051 x IMPACTO houve maior efeito heterótico, sendo estes híbridos os mais indicados à produção de silagem. Para a maioria das características a principal dominância gênica é devida aos efeitos aditivos.

Keywords:

phosphate fertilizer

diallel analysis

Zea mays L**COMBINING ABILITY OF CORN AIMING PRODUCTION OF SILAGE IN PHOSPHORUS LEVELS****ABSTRACT**

Although corn silage is well known, their availability in the market is low, which infers that specific breeding programs in this area are scarce. Thus, the aim of this study was to determine the predominant type of gene responsible for characteristics control, and estimate general combining ability (GCA) and specific combining abilities (SCA) among commercial corn hybrids. The eight hybrids and 56 hybrid combinations were evaluated during the crop year of 2011/2012 in the town of Gurupi, located in southern Tocantins. The experimental design used was 8 x 8 lattice, with two replications, and three characteristics of commercial interest were analyzed regarding corn production for silage. Hybrid combinations presented different combining abilities when subjected to conditions of low and high phosphorus availability, as evidenced by the significant effects between the interactions. Hence, selection of commercial corn hybrids should be performed in the environment where they will be planted. In conclusion, the hybrid P 30F53Y had higher concentrations of favorable alleles to enhance production of green biomass and dry mass, and PMS PMV was more suitable to develop new hybrids; the combinations AG 2040 x TRUCK, TRUCK AG 8060 and AG 1051 x IMPACT presented higher heterotic effect and were the most suitable hybrids for silage. The dominant gene in this analysis is due to additive effects.

INTRODUÇÃO

O Tocantins é um dos estados brasileiros com maior tradição na criação de bovinos de corte, contando, com um rebanho de 7,89 milhões de animais, distribuídos em todas as regiões do estado. Cerca de 94% dos animais são destinados a produção de carne e os outros 6% restantes são voltados a produção de leite. Desse modo, a pecuária de corte ocupa o maior espaço nos pastos tocantinenses, destacando a importância da sua contribuição ao setor (SEAGRO, 2012).

Uma das características da bovinocultura de leite ou de carne é a exigência de alta produtividade do rebanho durante todo ano. Contudo, esbarra-se em graves problemas, como a deficiência de fósforo, que afeta a maioria dos solos cultivados do Tocantins. Outro problema é a escassez da precipitação pluvial nos períodos compreendidos entre os meses de outubro a maio característico de região. A escassez hídrica promove uma acentuada diminuição da produção e qualidade da forragem, podendo acarretar em perda de peso e menor produtividade de leite nos rebanhos. Portanto, nesta época do ano, torna-se necessária a suplementação da alimentação dos animais, o que na maioria das vezes é realizada por meio da silagem.

Tradicionalmente o material utilizado para ensilagem é a planta de milho pelo fato de ser de fácil cultivo, ter alta produção de matéria seca e facilidade de fermentação dentro do silo, além de sua silagem ter alto valor nutritivo e ter grande aceitação pelos animais ruminantes (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

O uso de cultivares de milho mais produtivas e adaptadas às condições locais têm sido apontado como responsável pelos maiores ganhos em produtividade (CRUZ *et al.*, 2011). Na escolha do híbrido de milho visando produção de silagem devem ser levadas em consideração alguns itens como, alta relação grãos/massa verde (SANTOS, 1995) e a adaptação em se desenvolver em ambientes com estresse, principalmente em solos com baixa disponibilidade de fósforo, o qual é o principal nutriente limitador da produtividade (HUANG *et al.*, 2010). Essas características proporcionam aumento da produção de matéria

seca e maior produção de grãos, implicando numa maior qualidade de silagem, sendo essa digestível e com menor teor de fibra (FERREIRA *et al.*, 2007).

Embora não existam cultivares de milho específicos para a produção de silagem, a quantidade de híbridos disponíveis no mercado é grande, tornando-se difícil a escolha destes devido a falta de informações relacionadas à produção de silagem.

A maior parte dos programas de melhoramento não objetiva a busca e desenvolvimento de cultivares de milho destinado à produção de silagem e sim quais destes híbridos que se destacam na produção de grãos são destinados à produção de silagem. Nesse sentido, as empresas produtoras de sementes ainda não consideram expressivo o mercado de sementes de milho visando à produção de silagem (MENDES *et al.*, 2008). O que demonstra que programas de melhoramento específicos nessa área ainda são escassos.

Contudo, a variabilidade existente nos diversos híbridos de milho disponíveis no mercado é enorme, o que proporciona a oportunidade de se explorar esse potencial genético. A identificação destes cultivares possibilita sua utilização como genitores em programas de melhoramento voltados ao desenvolvimento de cultivares de milho visando a produção de silagem (DOVALE *et al.*, 2011).

Nessa identificação são utilizadas ferramentas que facilitam a jornada do melhorista, como por exemplo, a análise dialélica, devido ao grande número de informações que ela fornece (MACHADO, 2007). Dentre as metodologias, a proposta por Griffing (1956), permite obter estimativas da capacidade geral e específica de combinação, além de proporcionar informações sobre a concentração de genes predominantemente aditivos e não aditivos no controle das características.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar, por meio de cruzamentos dialélicos, as capacidades geral (CGC) e específica (CEC) de combinação, bem como o efeito recíproco de oito híbridos comerciais de milho, com base em características agrônômicas, com o intuito de extrair linhagens e ou sintetizar populações de polinização aberta de milho da produção de silagem adaptadas à região sul do estado do Tocantins.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nas safras 2010/2011 e 2011/2012 na Universidade Federal do Tocantins - UFT, localizada no município de Gurupi, estado do Tocantins, em altitude de 280 m, na localização de 11°43'45" de latitude Sul, 49°04'07" de latitude Oeste. Segundo Köppen (1948), a classificação climática regional é do tipo B1wA'a' úmido com moderada deficiência hídrica. A temperatura média anual é de 29,5 °C, com precipitação média anual de 1804 mm.

O solo é do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura arenosa. Com as seguintes características: pH em água = 6,11; P (Mel) = 2,85 mg dm⁻³; K = 11,97 mg dm⁻³; Ca²⁺ = 1,59 cmolc dm⁻³; Mg²⁺ = 0,12 cmolc dm⁻³; Al³⁺ = 0 cmolc dm⁻³; H+Al = 3,50 cmolc dm⁻³; SB = 1,74 cmolc dm⁻³; CTC_(t) = 1,74 cmolc dm⁻³; CTC_(T) = 5,23 cmolc dm⁻³; V = 33,16%; m = 0,0%; MO = 1,18%, Textura: 72,1% Areia; 4,05% Silte; 23,83% Argila.

No primeiro experimento conduzido na safra 2010/2011, foi realizada a síntese do dialelo completo entre oito cultivares comerciais de milho, considerados adaptados às condições edafoclimáticas da região, oriundos de diferentes empresas (Tabela 1), dando origem a 56 combinações híbridas (Híbridos F1's e recíprocos).

O segundo experimento foi realizado na safra

2011/2012, com intuito de avaliar a capacidade de combinação dos híbridos de milho quanto às características de milho verde.

O delineamento experimental utilizado foi o látice 8 x 8, com duas repetições, sendo avaliados 64 tratamentos (56 híbridos experimentais e 8 híbridos comerciais). As parcelas foram constituídas de duas fileiras de 4 m com espaçamento de 0,7 m entre fileiras.

As combinações híbridas foram avaliadas em dois ambientes contrastantes quanto à dose de fósforo, onde se estipulou a dose de 170 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para alto fósforo e a dose de 34 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para baixo fósforo com base nas exigências da cultura. Foi utilizado o sistema convencional de preparo de solo. A adubação dos demais nutrientes utilizados foi baseada na análise química do solo, segundo a recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação (RIBEIRO et al., 1999), sendo realizada manualmente no dia do plantio e aplicada diretamente no sulco.

Foi realizada a adubação de cobertura utilizando 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N), parcelada em duas aplicações, a primeira quando a cultura alcançar o estágio de quatro folhas e a segunda no estágio de oito folhas.

A semeadura foi realizada utilizando-se oito sementes por metro linear. O desbaste foi realizado

Tabela 1. Descrição dos híbridos comerciais de milho utilizados para a síntese do dialelo completo com a finalidade de produção de silagem, no município de Gurupi – TO

Cultivares	Empresa	Base Genética	Cor do Grão	Textura do Grão	NT	Ciclo	Finalidade
AG 2040	Monsanto/Agrocere	HD	AM/AL	SMDURO	M	P	Silagem
AG 8060	Monsanto/Agrocere	HS	AL	DURO	A	P	Grãos
AG 1051	Monsanto/Agrocere	HD	AM	DENTADO	M/A	SMP	Milho Verde/ Silagem
BM 2202	Sementes Biomatrix	HD	AV	SMDENT	M/B	P	Grãos/Silagem
P 30F53Y	Pioneer Sementes	HS	AL	SMDURO	A	P	Silagem
P 30F80	Pioneer Sementes	HS	AL	DURO	A	P	Silagem
TRUCK	Syngenta Seeds	HT	AL	SMDURO	M	P	Grãos
IMPACTO	Syngenta Seeds	HS	AL	DURO	A	P	Grãos

Base Genética: HS – Híbrido Simples; HD – Híbrido Duplo; HT – Híbrido Triplo. Cor de Grão: AL – Alaranjado; AM – Amarelo; AV – Avermelhado.

Textura do Grão: SMDENT – Semidentado; SMDURO – Semiduro. N T (Nível Tecnológico): A – Alto; M – Médio; B – Baixo. Ciclo: P – Precoce; SMP – Semiprecoce.

manualmente quando as plantas estavam com três a quatro folhas totalmente expandidas, deixando-se quatro plantas por metro, o que corresponde a aproximadamente a 57.000 plantas por hectare.

Os tratos culturais foram realizados sempre que necessário, de acordo com as recomendações técnicas da cultura do milho (GALVÃO & MIRANDA, 2004).

A colheita das plantas foi realizada quando os grãos estavam com 50% da linha do leite. As plantas das parcelas foram cortadas manualmente, rentes ao solo, sendo posteriormente picadas em máquina forrageira acoplada ao trator da marca JF[®] modelo 92 Z6 série 3, para posterior análises.

As características avaliadas foram: PMV – produção de massa verde, os dados foram obtidas pela pesagem de todas as plantas existentes da parcela após a colheita e posteriormente transformado em kg.ha⁻¹; PMS – produção de massa seca, os dados foram quantificados por uma amostra de 200 gramas da massa verde, onde foram acondicionados em uma estufa com ventilação forçada, a uma temperatura de 65°C, durante 72 horas, e após este período foi realizado a pesagem, para estimar o teor de umidade das amostras; MFT/PE – relação massa fresca total / peso das espigas, determinado pela divisão entre os valores de PMV e do peso total das espigas da parcela.

A metodologia utilizada visando estimar os efeitos de capacidade geral e específica de combinação foi a proposta por Griffing (1956), método 1, utilizando progenitores, F₁'s e recíprocos. Foram realizadas as análises dialélicas em cada ambiente, utilizando o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + G_j + S_{ij} + rij + \epsilon_{ij}$$

em que,

μ = efeito da média geral;

G_i e G_j = efeitos da capacidade geral de combinação (CGC), associados as i e j -ésimo genitor;

S_{ij} = efeito da capacidade específica de combinação (CEC) entre os genitores i e j ; neste modelo Y_{ij} e ϵ_{ij} são respectivamente, a média experimental e o erro aleatório médio associado ao tratamento de ordem ij .

rij = efeito recíproco que mede as diferenças

proporcionadas pelo progenitor i ou j , quando utilizado como macho ou fêmea no cruzamento ij ; Neste modelo são consideradas $S_{ij} = S_{ji}$, $rij = -rji$ e $rii = 0$

Todas as análises genéticas estatísticas foram realizadas utilizando o Aplicativo Computacional em Genética e Estatística – Programa Genes versão Windows (CRUZ, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em todas as características houve efeito significativo ($p \leq 0,01$) da interação entre genótipos e ambientes (Alto e baixo P), indicando que os efeitos dos genótipos e ambientes não explicam todas as variações encontradas, sendo realizados, neste caso, os desdobramentos (Tabela 2). Nas características os fatores isolados também foram significativos ($p \leq 0,01$). Verifica-se, portanto, a existência de variabilidade genética entre as médias dos genótipos tanto na presença da interação quanto em função dos fatores isolados. Com isso, pode-se concluir que os ambientes foram suficientemente contrastantes em identificar a divergência entre genótipos.

Os coeficientes de variação de todas as características estão dentro dos limites aceitáveis na experimentação agrícola, variando entre 6,15 a 19,71 % (Tabela 2). Visto que, estão de acordo com o relatado na literatura deste tipo de estudo (BÄNZIGER e LAFITTE, 1997). O que de acordo com Pimentel Gomes (2000), coeficientes de variação entre 10 a 20% representam boa precisão experimental. Além de alta confiabilidade das estimativas. Contudo, observa-se que no ambiente de baixo fósforo os CV's foram maiores em todas as características. É comum observar um aumento dos valores de CV's em ambientes que são submetidos a algum tipo de estresse, pois nestas condições os valores dos quadrados médios dos resíduos tendem a serem maiores e as médias geralmente menores, sendo o CV produto dessa equação, maiores valores serão observados. Resultados semelhantes foram observados por Soares et al. (2011) e Souza et al. (2010), o qual relataram em seus estudos maiores valores de CV's em ambientes sob estresse.

As características PMV, PMS e MFT/PE apresentaram altos valores de herdabilidade,

Tabela 2. Quadrado médio e significância da análise de variância de quatro caracteres em milho, em ensaio de dialelo completo entre oito genitores e os valores dos Coeficientes de Variação, Variância Genotípica, Variância Fenotípica juntamente com a Herdabilidade

FV	GL	Quadrado Médio					
		PMV ¹		PMS		MFT/PE	
GENÓTIPOS	63	156193085,8**		9026110,5**		0,4172**	
AMBIENTE	1	7435578406,3**		158027683,9**		1,7889**	
G x A	63	29572272,4**		3994290,6**		0,3221**	
Erro Ef Médio	98	366247856,1		120119675,5		4,8298	
		Baixo P	Alto P	Baixo P	Alto P	Baixo P	Alto P
Média		24636,37	35415,10	5190,3	6761,7	2,69	2,86
CV (%)		6,69	6,15	19,71	17,52	8,56	7,44
V. Genotípica		36143074,6	53002381,4	2262777,9	3021711,6	0,1451	0,1753
V. Fenotípica		37504158,8	55378520,3	2786584,0	3723616,5	0,1717	0,1979
Herdabilidade		0,963	0,957	0,812	0,811	0,845	0,885

** , * significativo pelo teste F a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. ¹ = PMV: produção de massa verde; PMS: produção de massa seca; MFT/PE: relação massa fresca total/peso de espigas.

indicando que parte substancial da variação fenotípica é de origem genética. O valor dessa estimativa variou de 81,1% (PMS) a 96,3% (PMV) (Tabela 2).

A herdabilidade é o melhor parâmetro a ser analisado para verificar o sucesso do melhoramento em um dada característica. Logo, comparando as herdabilidades estimadas no presente ensaio, verifica-se que ocorreu uma tendência de redução nestes valores à medida que se retira o estresse, sugerindo que o controle genético dos caracteres foi maior no ambiente com estresse. Estes resultados contrariam aos encontrados por Bertin e Gallais (2000), que observam menores coeficientes de herdabilidade em ambientes desfavoráveis ao cultivo. Já na característica MFT/PE houve um aumento da herdabilidade no ambiente de alto P. Com isso, principalmente nos ambientes com estresse pode-se realizar seleção das futuras linhagens em gerações iniciais de autofecundação, devido à observância dos altos valores de herdabilidade (FALCONER e MACKAY, 1996). Verificou-se, contudo, que o conhecimento da magnitude da herdabilidade só será importante se as futuras seleções também estiverem sido realizadas nessas condições (BORÉM & MIRANDA, 2009). Com relação às variâncias genética e fenotípica foi observado aumento dos valores no ambiente de alto P a todas as características, devido principalmente ao aumento da média dos genótipos em ambiente

sem estresse (Tabela 2). Também foi constatado que os valores de variância fenotípica e genotípica encontram-se próximos em todas as características, demonstrando que as variação ambientais foram mínimas. De acordo com Cruz (2004) a variação fenotípica é o resultado da variação genotípica mais a variação ambiental, logo a variação ambiental influi num dos principais fatores que determinam ganho de seleção que é a herdabilidade.

As significâncias dos quadrados médios da CGC e CEC evidenciam heterogeneidade dos efeitos da capacidade geral e específica de combinação, respectivamente, em relação à produção de massa verde (PMV) e às demais características em ambos ambientes. Com relação ao aspecto genético, as significâncias dos quadrados médios da CGC e CEC evidenciam a importância de ambos os efeitos gênicos aditivos e não aditivos (dominância e ou epistasia) como causas da variação genética observada, em todas as características. Quanto ao tipo de ação gênica predominante, no ambiente 1 (baixo P), o componente quadrático associado à CGC nas características PMV e PMS foram responsáveis por 81 e 73,5% respectivamente da soma dos efeitos da CGC e CEC, com a exceção da relação massa fresca total/peso das espigas (MFT/PE). Isso evidencia predominância da variação devida aos efeitos gênicos aditivos na expressão das características, com exceção do MFT/PE (Tabela 3). Contudo no ambiente 2 (alto P) ocorreu

o inverso, a contribuição dos efeitos da CEC, em relação à soma dos efeitos da CGC e CEC, foi de 58 e 50,7%, respectivamente nas características PMS e MFT/PE. O que indica predominância da variação devida aos efeitos gênicos não aditivos na expressão do PMS e MFT/PE. Esses resultados indicam que a seleção de linhagens no ambiente 2, nas primeiras gerações de autofecundação derivadas do dialelo, poderá não ser eficiente em razão da importância dos efeitos não aditivos, devendo ser realizada em gerações com maior grau de endogamia. No entanto, no ambiente 1, devido a maior predominância de efeitos gênicos aditivos, em relação aos não aditivos, a seleção de linhagens nas gerações iniciais de autofecundação poderá ser realizada com maior chance de se obter sucesso no programa de melhoramento visando síntese de híbridos eficientes quanto ao uso de P. Verifica-

se ainda que o comportamento contrastantes dos híbridos quando a eficiência no uso de P é maior que a responsividade, ou seja, o valor do quadrado médio da CGC foi maior do que o da CEC no ambiente 1.

Coimbra et al. (2008) em seus estudos avaliando a capacidade de combinação de cultivares de milho sob alta e baixa disponibilidade de fósforo no solo encontraram efeitos significativos de CGC e CEC, com maior magnitude desse último. Apenas na característica produção de massa verde (PMV) os efeitos gênicos aditivos (CGC) foram superiores, independentemente do ambiente, o que concorda com os resultados obtidos por Chaves et al. (2008). Já Gralak (2011) observou resultados contrários, onde a manifestação dos efeitos genéticos não aditivos se sobressaiu ao controle desta característica.

Tabela 3. Estimativa dos quadrados médios da capacidade geral de combinação (CGC), da capacidade específica de combinação (CEC), do efeito recíproco (ER) e de suas interações, considerando as análises dialélicas feitas em dois ambientes (Baixo e Alto Fósforo) e a análise dialélica conjunta envolvendo os dois ambientes

FV	GL	Quadrado Médio		
		PMV ¹	PMS	MFT/PE
Baixo P				
GENÓTIPOS	63	75008267,02**	5573162,03**	0,342**
CGC	7	267015802,43**	13315289,41**	0,408**
CEC	28	62808821,05**	4799911,48**	0,435**
ER	28	39205829,15**	4410880,73**	0,232**
Alto P				
GENÓTIPOS	63	110757183,81**	7447218,54**	0,396**
CGC	7	249027395,25**	5050663,80**	0,311**
CEC	28	101250658,48**	6966064,50**	0,387**
ER	28	85696156,27**	8527511,26**	0,427**
Conjunta				
GENÓTIPOS	63	156193078,93 ^{ns}	9026101,571**	0,416**
CGC	7	488698425,69 ^{ns}	12184931,55 ^{ns}	0,384 ^{ns}
CEC	28	124315601,95 ^{ns}	7250341,37 ^{ns}	0,395 ^{ns}
ER	28	104944219,23 ^{ns}	10012154,27**	0,445*
GEN x AMB	63	29572371,90 ^{ns}	3994279,00**	0,322**
CGC x AMB	7	27344771,99 ^{ns}	6181021,66**	0,335**
CEC x AMB	28	39743877,57 ^{ns}	4515634,62**	0,428**
ER x AMB	28	19957766,19 ^{ns}	2926237,71**	0,214**

** , * significativo pelo teste F a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. ¹ = PMV: produção de massa verde; PMS: produção de massa seca; MFT/PE: relação massa fresca total / peso das espigas.

Com relação aos efeitos recíprocos, houve significância ($p \leq 0,01$) em todas as características em ambos os ambientes. Contudo, observa-se o maior valor do quadrado médio do efeito recíproco no ambiente 2 (alto P), onde os valores foram superiores aos da CGC e CEC nas características PMS e MFT/PE, indicando que houve contribuição dos genes de efeito materno.

Na análise conjunta das características PMS e MFT/PE, observou-se que os efeitos dos quadrados médios de CGC x AMB, CEC x AMB e ER x AMB foram significativos (Tabela 3). Isso evidencia que os genitores, híbridos e recíprocos responderam de forma diferenciada quando submetidas às condições de baixa e alta disponibilidade de fósforo, evidenciado pelo efeito significativo da interação genótipos x ambientes. Isto indica que a seleção deveria ser realizada em ambientes específicos e não em função do comportamento médio, pois os alelos que controlam a expressão de um determinado carácter em condição de estresse nutricional são diferentes dos alelos que controlam esse mesmo carácter em condições sem estresse nutricionais (SOUZA et al., 2009). Contudo, essa interação com o ambiente não foi observada para a característica PMV (Tabela 3), indicando que a seleção dessa determinada característica poderá ser realizada independentemente do ambiente a qual esteja submetida.

Em todas as características não foi observado efeito significativo de CGC e CEC, isso evidenciando que os parentais não apresentam entre si um apreciável grau de complementação gênica (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992). Mesmo não havendo significância em ambas as capacidades de combinação na análise conjunta pode-se observar que a contribuição dos efeitos da CGC, em relação à soma dos efeitos da CGC e CEC, foram 79,7 e 62,7% respectivamente às características PMV e PMS. Já a característica MFT/PE apresentou comportamento contrário. Contudo, os valores de CGC e CEC apresentaram-se próximos, sendo o valor de CEC superior em apenas 2,78% (Tabela 3). Esse resultado demonstra que a estrutura genética dos híbridos favoreceu a manifestação de efeitos gênicos aditivos nessas características.

Resultados semelhantes foram observados por Galak (2011) e Chaves et al. (2008), que em suas

pesquisas utilizaram as mesmas características (PMV e PMS) e também obtiveram maior influência dos genes de efeito aditivo.

A significativa da CGC x AMB nas características PMS e MFT/PE sugere que a seleção de genitores com base na CGC deve ser direcionada para cada ambiente. Na interação CEC x AMB também se observou o mesmo comportamento, o que permite inferir que houve resposta diferenciada das combinações híbridas frente aos ambientes. Contudo, na PMS observou-se maiores valores dos quadrados médios da interação CGC x AMB em relação à interação CEC x AMB. Isso caracteriza maior manifestação dos efeitos gênicos aditivos do que não aditivos, favorecendo a seleção dessas características, nas condições deste estudo. Na característica MFT/PE constatou-se maiores valores para CEC x AMB. Logo, há maior manifestação dos genes de efeito não aditivo. A característica PMV não apresentou significância nas interações, ou seja, esta característica discrimina os genótipos de forma semelhante nas diferentes disponibilidades de P.

As estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação de cada genitor estão apresentadas na Tabela 4. Verificou-se que os genitores diferiram entre si na frequência dos alelos favoráveis, existindo genitores mais promissores à formação de novas populações visando à produção de milho silagem.

Em relação aos efeitos da CGC, à característica PMV, observaram estimativas positivas em quatro genitores em baixo P (AG 2040, AG 8060, AG 1051 e P 30F53Y) e também em quatro genitores em alto P (AG 2040, AG 1051, P 30F53Y e TRUCK). Os genitores AG 2040, AG 1051 e P 30F53Y, apresentaram valores positivos de CGC nos dois ambientes (Tabela 4), mas o genitor que se destacou com as maiores médias em ambos os ambientes foi P 30F53Y (5439,88 e 4952,56). Esses genitores se mostram promissores à síntese de população de uso no melhoramento sob o ponto de vista produção de massa verde. Segundo Neumann (2011), a PMV é uma das principais características a ser avaliada quando se busca informações sobre determinado cultivar à confecção de cultivares visando a produção de silagem. Pois além de ser parâmetro de dimensionamento de silos, também

Tabela 4. Estimativa dos efeitos médios da capacidade geral de combinação para três características obtidas a partir de 56 tratamentos, avaliados em dois ambientes, em esquema de cruzamento dialélico completo envolvendo oito genitores

Genótipos	Efeito médio da CGC					
	PMV ¹		PMS		MFT/PE	
	Baixo P	Alto P	Baixo P	Alto P	Baixo P	Alto P
AG 2040	1926,80	2113,80	460,58	383,73	-0,006	0,084
AG 8060	111,46	-679,32	215,27	-54,11	-0,100	-0,003
AG 1051	1491,35	1404,56	-401,48	-35,08	-0,131	-0,203
BM 2202	-2511,83	-2130,72	-958,96	48,05	-0,044	0,059
P 30F53Y	5439,88	4952,56	1211,80	391,24	0,006	0,091
P 30F80	-898,86	-2706,82	-206,13	-298,15	0,075	-0,009
TRUCK	-2391,58	368,82	-234,46	336,33	0,231	-0,072
IMPACTO	-3167,22	-3322,87	-86,61	-772,02	-0,031	0,053

¹= PMV: produção de massa verde; PMS: produção de massa seca; MFT/PE: relação massa fresca total/peso das espigas.

contribui na diluição dos custos de implantação da cultura, por elevar a produtividade.

Quanto à característica PMS foram observadas estimativas positivas em três genitores no ambiente de baixo P (AG 2040, AG 8060 e P 30F53Y), sendo que a maior CGC foi do genitor P 30F53Y (1211,80) que foi 2,63 vezes maior que o genitor com segundo maior valor, AG 2040 (460,58). No ambiente de alto P, a situação foi semelhante, inclusive com os mesmos genitores, contudo, a diferença entre o primeiro (P 30F53Y = 391,24) e o segundo (AG 2040 = 383,73) foi de apenas 1,02 vezes. Os genitores com menores valores de CGC da característica PMS, no ambiente de baixo P, foram AG 1051 (-401,48), P 30F80 (-206,13) e TRUCK (-234,46). Já no ambiente de alto P, os menores valores de CGC foram obtidos pelos genitores AG 8060 (-54,11), AG 1052 (-35,08), P 30F80 (-298,15) e IMPACTO (-772,02). Estes genitores que apresentaram menores valores de CGC apresentaram menores presenças de alelos favoráveis, sendo assim não recomendados a serem utilizados no programa de melhoramento com o objetivo de aumentar essa característica.

Com relação à característica MFT/PE, constata-se no ambiente de baixo P que os genitores AG 2040, AG 8060, AG 1051, BM 2202 e IMPACTO possuem valores negativos de CGC, com destaque ao genitor AG 1051 que apresentou o maior valor negativo de CGC (-0,131). Os valores

negativos são desejáveis, uma vez que indicaram maior participação de espigas no material a ser ensilado, acarretando assim uma forragem de melhor qualidade. No ambiente de alto P, os valores negativos de CGC foram obtidos pelos genitores AG 8060, AG 1051, P 30F80 e TRUCK. O AG 1051 foi o que se destacou por apresentar os maiores valores negativos de CGC em ambos os ambientes (-0,131 e -0,203). Com isso, esse genitor possui potencial a ser utilizado como fonte de germoplasma ao aumento da relação MFT/PE. Visto que, essa característica é utilizada na caracterização da qualidade da silagem, onde que, segundo Santos (2009) e Paziani et al. (2009), a maior participação das espigas, irá fornecer maior quantidade de carboidratos solúveis, com isso a forragem se torna de melhor qualidade.

Dentre os híbridos avaliados, o híbrido P 30F53Y contribuiu no aumento das características PMV e PMS, simultaneamente, em ambos os ambientes. Isso caracteriza que esse genitor possui maior concentração de genes favoráveis a produção de silagem de milho. Além de apresentar maior porcentagem de efeitos genéticos aditivos que os demais genitores. Já quanto ao aumento da qualidade da silagem, o híbrido AG 1051 se apresenta como genitor ideal, devido a sua contribuição ao aumento da participação de espigas na massa verde a ser ensilada.

A avaliação de híbridos visando compor

futuros programas de melhoramento foi uma das propostas deste estudo. Nesse aspecto, a estimativa da capacidade geral de combinação (\hat{G}_i) de um híbrido no dialelo é um importante indicador da sua potencialidade em gerar populações de polinização aberta superiores nos programas de melhoramento. A baixa estimativa de (\hat{G}_i), positiva ou negativa, indica que o comportamento médio de um híbrido, em cruzamentos com as demais, não difere muito da média geral dos cruzamentos, enquanto alta estimativa, em valor absoluto, é indicador que, pelo comportamento médio nos cruzamentos, o progenitor em questão é muito superior ou inferior, servindo para indicar se ele é portador de genes favoráveis em alta frequência, proporcionando informação sobre a concentração de genes predominantemente aditivos em seus efeitos (CRUZ et al., 2004).

A estimativa de \hat{S}_{ii} é indicativa da divergência genética do genitor i , em relação aos demais genitores. Quando o valor de \hat{S}_{ii} for negativo, o genitor i contribuirá de forma positiva para a heterose e, se positivo, contribuirá negativamente. De acordo com Cruz e Vencovsky (1989), será negativo quando os desvios de dominância forem predominantemente positivos, será positivo em caso contrário e nulo ou próximo de zero na presença de desvios da dominância bidirecionais. Sendo assim, para se obter confiabilidade na avaliação das melhores combinações híbridas, devem ser levadas em consideração além das estimativas de CGC e CEC (\hat{S}_{ij}), as estimativas de CEC (\hat{S}_{ii}), o que possibilitaria uma melhor escolha das combinações híbridas (CRUZ et al., 2004).

Os sinais negativos e os altos valores absolutos das estimativas de \hat{S}_{ii} observados nos genitores na característica produção de massa verde (PMV) no ambiente de baixo P, indicam que a divergência genética entre os mesmos é alta (Tabela 5). Resultado disso é a combinação AG 2040 x TRUCK, que apresentou a maior média de \hat{S}_{ij} com o valor de 8932,62 advindo de genitores que apresentam altos valores negativos de \hat{S}_{ii} . Sendo que ainda nessa combinação houve participação do genitor AG 2040, que apresentou a segunda

maior estimativa de CGC, com o valor de 1926,80 (Tabela 4), o que é recomendável segundo Betrán et al. (2003). No ambiente de alto P, houve maior constatação de valores positivos de \hat{S}_{ii} para esse carácter, o resultado reflete a predominância de heterose negativa devido à baixa variabilidade genética existente entre os genitores desses cruzamentos, onde que 53,6% dos valores de \hat{S}_{ij} foram negativos. A combinação que apresentou o maior valor de \hat{S}_{ij} no ambiente sem estresse foi AG 2040 x TRUCK = 7428,82, sendo que nesta combinação houve a participação de dois genitores que apresentaram valores positivos de CGC. O mais interessante é a participação dos mesmos genitores em ambos os ambientes para se alcançar o maior valor positivo de \hat{S}_{ij} . Isso demonstra que esses genitores possuem o maior número de alelos favoráveis para o aumento desta característica em ambos os ambientes.

A estimativa negativa de maior magnitude de CEC de PMV, em ambiente de baixo P ocorreu no cruzamento P 30F80 x TRUCK (-8010,00). Fato que pode ser devido à participação de dois genitores que apresentaram estimativas negativas de CGC (Tabela 4). Isso indicaria que esses genitores contribuirão na depreciação dessa característica. Já no ambiente de alto P, a menor estimativa de CEC ocorreu no cruzamento AG 2040 x AG 8060 (-7846,58), resultado já esperado devido à baixa divergência genética entre os genitores, representada pelos valores positivos de \hat{S}_{ii} (Tabela 5) a qual foi proporcionado pelo alto grau de parentesco por pertencerem à mesma empresa. Visto que nessas condições pode ocorrer manifestação da depressão por endogamia (OLIBONI, 2010).

Para produção de massa seca (PMS) no ambiente de baixo P, foram observados que seis dos oito genitores apresentaram sinal positivo de \hat{S}_{ii} contudo houve a mesma proporção de valores de heterose positivos e negativos. Quanto ao ambiente de alto P, foi observada a superioridade dos valores positivos de \hat{S}_{ii} , o que indica que a divergência entre os genitores é pequena nessa característica, refletindo nos valores de heterose que foram obtidos.

A combinação AG 2040 x P 30F80 apresentou

Tabela 5. Estimativa dos efeitos médios da capacidade específica de combinação para três características obtidas a partir de 56 tratamentos, avaliados em dois ambientes, em esquema de cruzamento dialélico completo envolvendo oito genitores

Efeitos (\hat{S}_{ii} e \hat{S}_{ij}) ¹	Efeito médio da CEC					
	PMV ²		PMS		MFT/PE	
	Baixo P	Alto P	Baixo P	Alto P	Baixo P	Alto P
1 x 1	-3052,51	1431,49	-220,16	1940,86	-0,300	0,566
1 x 2	-4494,70	-7846,58	-105,44	-1654,69	-0,056	0,103
1 x 3	1176,14	5827,33	-444,13	-1550,57	0,025	0,353
1 x 4	-1460,17	-384,42	-827,65	156,93	-0,113	-0,559
1 x 5	-166,93	-1775,81	-579,12	2140,39	0,188	0,159
1 x 6	1910,01	-1306,62	1704,75	-850,70	0,319	-0,041
1 x 7	8932,62	7428,82	1350,08	229,60	-0,188	-0,328
1 x 8	-2844,43	-3374,22	-878,30	-411,83	0,125	-0,253
2 x 2	-1598,82	7442,14	-2873,82	1762,24	-0,213	0,241
2 x 3	1478,68	-182,13	-187,67	495,97	0,069	-0,209
2 x 4	-593,72	-1767,54	1487,56	627,73	0,231	-0,172
2 x 5	-1565,34	-2676,63	221,99	-936,95	0,081	0,147
2 x 6	-2675,94	862,70	-944,97	-860,60	0,163	-0,253
2 x 7	4242,41	3012,85	908,95	831,39	-0,294	-0,041
2 x 8	5207,46	1155,20	1493,41	-265,08	0,019	0,184
3 x 3	-2903,90	-8611,61	-840,01	-1392,10	0,150	-0,159
3 x 4	-2,11	2027,47	-190,68	-284,24	0,263	0,028
3 x 5	1246,01	918,83	-329,20	-704,58	-0,088	-0,303
3 x 6	-3216,03	-6834,28	754,23	396,56	-0,056	0,147
3 x 7	-843,32	2242,67	533,76	1382,42	-0,313	0,209
3 x 8	3064,52	4611,72	703,71	1656,53	-0,050	-0,066
4 x 4	-2400,22	11336,75	-329,45	2726,31	0,075	-0,584
4 x 5	-5094,64	-6589,28	-1252,92	-2460,32	0,025	0,234
4 x 6	3831,85	-2850,64	-313,93	-356,87	-0,194	0,134
4 x 7	3718,86	-1874,89	320,59	-345,47	-0,400	-0,003
4 x 8	2000,16	102,55	1106,49	-64,05	0,112	0,922
5 x 5	64,13	4905,88	196,41	2035,63	-0,325	-0,247
5 x 6	6169,93	3945,37	269,84	-4,26	-0,194	-0,197
5 x 7	537,09	-5142,88	48,37	-1283,25	-0,100	0,166
5 x 8	-1190,25	6414,52	1424,63	1213,35	0,412	0,041
6 x 6	6203,03	14149,85	1586,97	3037,63	0,138	0,153
6 x 7	-8010,00	-1147,04	-1835,19	665,04	-0,269	0,266
6 x 8	-4212,85	-6819,34	-1221,68	-2026,79	0,094	-0,209
7 x 7	-7915,73	-4740,54	-1027,46	-1297,45	1,825	-0,222
7 x 8	-661,94	221,00	-299,10	-182,28	-0,263	-0,047
8 x 8	-1362,65	-2311,44	-2329,15	80,17	-0,450	-0,572

¹= 1: AG 2040; 2: AG 8060; 3: AG 1051; 4: BM 2202; 5: P 30F53Y; 6: P 30F80; 7: TRUCK e 8: IMPACTO; ²= PMV: produção de massa verde; PMS: produção de massa seca; MFT/PE: relação massa fresca total/peso das espigas.

efeito máximo da CEC para PMS, no ambiente de baixo P (1704,75). Uma hipótese a esse desempenho favorável da combinação híbrida, foi à participação do genitor AG 2040, por apresentar estimativa positiva de CGC e também valor negativo de \hat{S}_{ii} . No ambiente de alto P, a combinação AG 2040 x P 30F53Y, destacou-se das demais com relação ao valor da estimativa de CEC (2140,39). O que chama a atenção nessa combinação é a presença de genitores com baixa divergência genética devido aos valores positivos de \hat{S}_{ii} , mesmo assim, originarão a combinação com o maior valor de \hat{S}_{ij} do ambiente. Uma hipótese para esse comportamento seria a presença de valores positivos de CGC em ambos os genitores. O genitor AG 2040 esteve presente nas duas combinações híbridas que alcançaram os maiores valores positivos de \hat{S}_{ij} nos dois ambientes para a característica PMS. Também foi observada sua presença nas combinações que tiveram maior destaque na característica PMV. Logo esse genitor contribui de forma positiva ao aumento da produção do milho com finalidade de silagem.

A combinação híbrida P 30F80 x TRUCK, no ambiente de baixo P comportou-se de maneira contrária, apresentando estimativas negativas de CEC em PMS. O que pode ser justificado pela participação dos genitores que ostentam estimativas negativas de CGC. Já no ambiente de alto P, a combinação BM 2202 x P 30F53Y foi a que apresentou estimativas negativas de CEC (-2460,32). Desempenho esse justificado pela pouca divergência genética entre os genitores, representado pelos valores positivos de \hat{S}_{ii} .

Quanto à relação massa fresca total / peso das espigas (MFT/PE), no ambiente de baixo P, pode-se notar que metade dos genitores apresentou sinal positivo de \hat{S}_{ii} o que resultou na mesma proporção de valores de heterose positivos e negativos. Já no ambiente de alto P, cinco genitores apresentaram valores negativos de \hat{S}_{ii} , indicando que a divergência genética entre os genitores é alta, mesmo assim, como ocorrido anteriormente os valores de heterose positivos e negativos ocorreram em igual proporção. Como o esperado para essa característica é a diminuição da relação produção de matéria verde e produção de espiga, com o intuito de aumentar a participação das espigas no material a ser ensilado, para que se possa melhorar a

qualidade da silagem, almejam-se então, valores de heterose negativos. A combinação que se destacou no ambiente com baixo P foi BM 2202 x TRUCK (-0.400), essa combinação envolveu genitores com baixa diversidade genética devido aos altos valores positivos de \hat{S}_{ii} (0,075 e 1,825 respectivamente), logo quando combinados apresentam heterose negativa para essa característica.

No ambiente de alto P, a combinação AG 2040 x BM 2202 se destacou com o maior valor negativo de CEC (Tabela 5). O que chama a atenção é que nessa combinação houve a participação de dois genitores que apresentaram estimativas positivas de CGC, e mesmo assim a combinação apresentou o maior valor negativo de \hat{S}_{ij} . Uma provável explicação para esse comportamento seria a participação do genitor AG 2040, que obteve o maior valor positivo de \hat{S}_{ii} (0,566). Já as estimativas de CEC positivas foram observadas nos cruzamentos P 30F53Y x IMPACTO (0,412) e BM 2202 x IMPACTO (0,922) respectivamente nos ambientes de baixo e alto fósforo (Tabela 5).

As combinações AG 2040 x TRUCK, AG 8060 x TRUCK e AG 1051 x IMPACTO apresentam potencial para produção de silagem, levando em consideração às características avaliadas, já que apresentam valores positivos para PMV e PMS, e valores negativos de MFT/PE (Tabela 5). Um fato que chama a atenção é a participação de cultivares das empresas Monsanto/Agrocere e Syngenta Seeds em todas as três combinações, o que constitui uma provável hipótese para elucidar o desempenho dessas combinações, já que, por serem de empresas diferentes são também divergentes geneticamente, e quando combinados apresentam alta heterose, fato que pode ser observado com clareza na combinação AG 1051 x IMPACTO, onde que os genitores pertencem a grupos heteróticos diferentes sendo eles um dentado e outro duro, confirmando a heterogeneidade dos genótipos.

Os efeitos de CEC, apesar de serem úteis na indicação das melhores combinações híbridas, não especificam qual dos genitores deverá ser utilizado como genitor masculino ou feminino nas combinações híbridas (CRUZ et al., 2004). Todavia, assim avaliamos os efeitos recíprocos para elucidar as escolhas dos genitores.

Tabela 6. Estimativa dos efeitos médios recíprocos para três características obtidas a partir de 56 tratamentos, avaliados em dois ambientes, em esquema de cruzamento dialélico completo envolvendo oito genitores

Efeitos (\hat{r}_{ij}) ¹	Efeito médio recíproco					
	PMV ²		PMS		MFT/PE	
	Baixo P	Alto P	Baixo P	Alto P	Baixo P	Alto P
1 x 2	1250,95	1726,10	-571,9	440,2	0,05	-0,45
1 x 3	-1665,20	-2796,30	-1163,6	1036,1	0,30	-0,60
1 x 4	2346,80	-1300,05	907,1	-1013,7	-0,15	-0,05
1 x 5	-2218,95	-1778,45	-1857,6	-2187,4	-0,30	0,20
1 x 6	-2587,75	-3811,55	-2222,9	714,4	-0,70	-0,40
1 x 7	1142,35	-4719,95	42,7	-36,5	-0,15	-0,15
1 x 8	2334,35	1420,90	920,0	1386,0	0,10	0,25
2 x 3	542,90	429,20	-1,7	202,6	-0,15	-0,15
2 x 4	-89,50	65,10	-389,9	-124,6	0,10	-0,05
2 x 5	4228,30	3449,40	297,5	1331,0	-0,30	-0,80
2 x 6	196,25	657,05	-471,4	-397,9	-0,45	-0,50
2 x 7	1421,30	5749,35	1053,6	1864,6	-0,05	-0,45
2 x 8	4840,40	1012,80	-746,1	-80,2	-0,10	0,00
3 x 4	7419,40	6529,00	1769,9	944,5	0,20	-0,15
3 x 5	-2783,25	87,85	-327,1	-469,7	-0,10	-0,15
3 x 6	-3169,45	-5088,85	-1378,2	-1946,8	-0,10	-0,20
3 x 7	-35,35	-642,25	-810,5	-965,1	0,00	-0,10
3 x 8	-2850,55	1691,90	-1064,8	-2575,5	0,10	-0,15
4 x 5	-3354,70	-4546,05	-513,7	-1729,3	-0,20	-0,15
4 x 6	-4937,25	-2120,20	141,1	-1095,6	-0,05	-0,05
4 x 7	2607,15	3111,20	407,5	1288,5	0,30	0,15
4 x 8	-4796,80	-6028,15	-1652,0	-838,6	-0,05	0,80
5 x 6	216,65	1286,10	-528,6	-737,9	-0,20	-0,15
5 x 7	-2997,00	-4054,80	-206,1	-1068,4	-0,35	-0,35
5 x 8	-4800,00	-11457,60	-2202,7	-2489,7	0,10	0,25
6 x 7	-3692,65	-11612,35	-1000,1	-3868,2	-0,05	-0,05
6 x 8	-2938,65	-3811,55	-839,8	77,1	0,35	0,00
7 x 8	-1344,75	-7554,05	-116,8	-1683,5	-0,25	-0,10

¹= 1: AG 2040; 2: AG 8060; 3: AG 1051; 4: BM 2202; 5: P 30F53Y; 6: P 30F80; 7: TRUCK e 8: IMPACTO; ²= PMV: produção de massa verde; PMS: produção de massa seca; MFT/PE: relação massa fresca total/peso das espigas.

Na tabela 6, estão apresentadas as estimativas dos efeitos recíprocos. Observa-se que as combinações recíprocas apresentaram valores superiores aos encontrados nas combinações híbridas (\hat{S}_{ij}), para as características PMS e MFT/PE, no ambiente de baixo P.

Quanto à característica PMS o cruzamento recíproco AG 1051 x BM 2202 apresentou a maior média do efeito \hat{r}_{ij} , associado a esta combinação híbrida no ambiente de baixo P (1769,9), sendo esta superior em 3,7% em relação a maior

média encontrada nas combinações híbridas (\hat{S}_{ij}) (1704,7), que foi resultado do cruzamento AG 2040 x P 30F80. Já o mesmo cruzamento AG 1051 x BM 2202 (\hat{S}_{ij}) apresentou valor bem inferior (110%) ao do seu recíproco, indicando que nessa combinação, o híbrido BM 2202 deverá ser utilizada como genitor feminino.

Com relação à característica MFT/PE, a maior média do efeito \hat{r}_{ij} dos cruzamentos recíprocos foram 14,8% e 5,9% superiores em relação a maior média da CEC (\hat{S}_{ij}), respectivamente para

os ambientes de baixo e alto P. Essa maior média foi proveniente das combinações recíprocas P 30F80 x TRUCK, no ambiente de baixo fósforo e AG 2040 x P 30F80, no ambiente de alto fósforo. Isso demonstra que os efeitos recíprocos foram pronunciados, sendo que a escolha do genitor masculino e feminino pode variar conforme a combinação.

Já na característica PMV, ocorreu o contrário os maiores valores observados nas combinações híbridas (S_{ij}), superaram em 16,9 e 12,1% aos maiores valores das combinações recíprocas. Que foram fruto do cruzamento entre AG 2040 x TRUCK em ambos os ambientes (Tabela 5), mostrando que para essa característica, não houve a manifestação do efeito recíproco.

É importante destacar que a escolha correta do genitor feminino é um aspecto decisivo no comportamento da combinação híbrida, uma vez que o efeito materno detectado foi pronunciado e decisivo para a manifestação da maioria das características avaliadas com a finalidade de se produzir milho para silagem.

CONCLUSÕES

- O germoplasma comercial utilizado tem potencial para a seleção de genitores visando à produção de silagem por meio de populações obtidas de gerações avançadas.
- A estratégia da capacidade de combinação dos genitores mostra-se eficiente em identificar as combinações híbridas que associaram produtividade e características para confecção da silagem.
- Os efeitos aditivos são mais importantes que os efeitos não aditivos na variação dos genótipos para as características da produção de massa verde e seca.
- O híbrido P 30F53Y possui maior concentração de alelos favoráveis ao incremento das características de produção de massa verde e seca, portanto é o mais indicado à formação de novas populações de polinização aberta, com a finalidade de silagem.
- As combinações híbridas AG 2040 x TRUCK,

AG 8060 x TRUCK e AG 1051 x IMPACTO, associam alta estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação em todas as características avaliadas, sendo promissor à produção de silagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANZIGER, M.; BETRAN F.J.; H.R. LAFITTE. Efficiency of high-nitrogen selection environments for improving maize for low-nitrogen target environments. **Crop Science**, v.37, p.1103-1109, 1997.
- BERTIN, P.; GALLAIS, A. Genetic variation for nitrogen use efficiency in a set of recombinant maize inbred line I. Agrophysiological results. **Maydica**, v.45, p.53-66, 2000.
- BETRÁN, F.J.; BECK, D.; BÄNZIGER, M.; EDMEADES, G.O. Genetic analysis of inbred and hybrid grain yield under stress and non-stress environments in tropical maize. **Crop Science**, v.43, p.807-817, 2003.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. 5.ed. Viçosa: UFV, p.529, 2009.
- 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**, v.7, n.2, p.183-194, 2008.
- COIMBRA, R.R.; MARTINS, E.C.A.; MIRANDA, G.V.; NAOE, L.K.; CARDOSO, E.A.; ARCHANGELO, E.R. Capacidade de combinação de genótipos de milho para solos com baixos níveis de fertilidade. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 50, p.23-33, 2008.
- CRUZ, C.D.; VENCOVSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.12, n.2, p.425-438, 1989.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento**

genético. Viçosa: UFV, p.480, 2004.

CRUZ, D.C. **Programa Genes- Aplicativo computacional em genética e estatística.** Editora UFV, Viçosa, p.394, 2007.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; SILVA, G.H. **Milho – Cultivares para 2010/2011.** Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/index.php>. Acesso em: 22 jul. 2011.

DOVALE, J.C.; FRITSCHÉ-NETO, R.; SILVA, P.S.L. Índice de seleção para cultivares de milho com dupla aptidão: mini milho e milho verde. **Bragantia**, v.70, n.4, p.781-787, 2011

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics.** 4 ed. New York: Longman, p.464, 1996.

FERREIRA, G.D.G.; EMILE, J.C.; BARRIÈRE, Y.; JOBIM, C.C. Caracterização morfoanatômica do colmo de híbridos de milho para avaliar a qualidade de silagem. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.29, n.3, p.249-254, 2007.

GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V. **Tecnologias de Produção de Milho.** UFV, p.336, 2004.

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

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal Biology Science**, v.9, n.1, p.463-493, 1956.

HUANG, Q.; GAO, S.B.; ZHANG, Z.M.; LIN, H.J.; PAN, G.T.; YANG, K.C.; RONG, T.Z. Construction of Root Library by SSH and Preliminary Analysis of Genes Responsible for Phosphorus Deficiency in Maize. **Journal of Genetics**, v.46, n.12, p.1426-1432, 2010.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra.** Jaboticabal: Fondo de Cultura Económica, p.479. 1948.

MACHADO, J.C. **Estabilidade de produção e da capacidade de combinação em híbridos de milho.** Lavras. MG: Universidade Federal de Lavras, 2007. 68p. Dissertação de Mestrado.

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

NEUMANN, M. **Parâmetros para análise de qualidade da silagem.** Disponível em: <http://www.iepec.com/curso/listarCapituloPopUp&idCurso=58&idCapitulo=407>. Acesso em: 09 set. 2011.

OLIBONI, R. **Capacidade combinatória e divergência genética entre híbridos comerciais de milho recomendados para a região centro sul do Paraná.** Guarapuava. PR: Universidade Estadual do Centro Oeste, 2010. 95p. Dissertação de Mestrado.

OLIVEIRA, J.S.; SOUZA SOBRINHO, F. de; LANES, E.C.M. de; ALMEIDA, E.J.D. de. **Avaliação de cultivares para silagem: resultado do ano agrícola 2005/2006.** Juiz de Fora. Minas Gerais. Circular técnica, n.91, 2007.

PAZIANI, S.F.; DUARTE, A.P.; NUSSIO, L.G.; GALLO, P.B.; BITTAR, C.M.M.; PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental.** 14.ed. Piracicaba. p.477. 2000.

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

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.V.H. **Recomendações para o uso**

de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. 1999.

SANTOS, J.A. **Silagem:** custos reduzidos definem projeto de exploração leiteira e planilha. São Paulo, Balde Branco, v.31, n.367, p.18-23, 1995.

SANTOS, R. D. **Potencial forrageiro e valor nutricional de variedades de milho para silagem no semiárido.** Petrolina – PE: Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2009, 90p. Dissertação de Mestrado.

SEAGRO – SECRETARIA DA AGRICULTURA, DA PECUÁRIA E DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. Disponível em: <http://www.seagro.to.gov.br/conteudo.php?id=175>. Acessado em 17/11/2012.

SOARES, M.O.; MIRANDA, G.V.; GUIMARÃES, L.J.M.; MARRIEL, I.E.; GUIMARÃES, C.T.

Parâmetros genéticos de uma população de milho em níveis contrastantes de nitrogênio. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.1, p.168-174, 2011.

SOUZA, L.V.; MIRANDA, G.V., GALVÃO, J.C.C., GUIMARÃES, L.J.M., SANTOS, I.C. Combining ability of maize grain yield under different levels of environmental stress. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n.44, p.1297-1303. 2009.

SOUZA, L.V.; MIRANDA, G.V.; GALVÃO, J.C.C.; DELIMA, R.O.; GUIMARÃES, L.J.M.; ECKERT, F.R.; MANTOVANI, E.E. Inter-relações de nitrogênio e fósforo na capacidade de combinação e na seleção em milho. **Revista Ceres**, v.57, n.5, 2010.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento.** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 469p.