

LUCIANA GONÇALVES CHAVES

**SELEÇÃO DE GENITORES COMERCIAIS E CONTROLE GENÉTICO DE  
CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NUTRICIONAIS DE PLANTAS DE  
MILHO PARA SILAGEM**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2009

LUCIANA GONÇALVES CHAVES

**SELEÇÃO DE GENITORES COMERCIAIS E CONTROLE GENÉTICO DE  
CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NUTRICIONAIS DE PLANTAS DE  
MILHO PARA SILAGEM**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**Aprovada: 27 de fevereiro de 2009**

---

Dr. José Avelino Santos Rodrigues

---

Dr. Flávio Dessaune Tardin

---

Prof. João Carlos Cardoso Galvão

(Co-orientador)

---

Prof. Odilon Gomes Pereira

(Co-orientador)

---

Prof. Glauco Vieira Miranda

(Orientador)

Aos meus pais, José Lúcio e Sueli

Aos meus irmãos, Graciele e Rafael

Dedico esse trabalho fruto do **apoio e carinho**

Ao meu noivo Michel

Dedico esse trabalho, pelo constante **incentivo e compreensão**

Ao meu orientador e amigo Glauco Vieira Miranda

Ofereço esse trabalho, fruto do **aprendizado**

## AGRADECIMENTOS

À Deus pelas graças concedidas em minha vida.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento pela oportunidade de realização de um excelente curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador Glauco Vieira Miranda pela confiança, apoio, dedicação e ensinamentos indispensáveis durante o curso e na minha vida profissional.,

Ao professor Odilon Gomes Pereira pelo incentivo, disponibilidade em contribuir com este trabalho e conhecimento concedido na área regida pela Forragicultura.

Aos professores da área de concentração Melhoramento Genético Vegetal, pelos ensinamentos importantes à minha formação.

Aos amigos do Programa Milho UFV, Lucimar, Leandro, Ciro, Rodrigo, Júlio César, Luciano, Maria Lita, Éder, Joyce, Marcelo, José Roberto, Jardécio, Anna Rita, Yuri, Ítalo, pelo esforço concedido na parte de campo e pela oportunidade de convivência.

Aos colegas da Pós-graduação, pelos momentos de companheirismo e alegrias.

Aos meus pais, irmãos, cunhados, primos, tios, pelo carinho, apoio e exemplo de vida.

Ao meu noivo Michel, que sempre esteve do meu lado em todos os momentos, prazerosa convivência e pelas sinceras demonstrações de muito carinho, amor e compreensão.

Às amigas de república Josiane, Anna Rita, Fernanda e Michelle, pela paciência nos momentos difíceis, alegrias e companheirismo durante o curso.

À família de Michel, que mesmo de longe sempre demonstraram carinho e apoio em todos os momentos dessa caminhada.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização deste trabalho, deixo aqui meus sinceros agradecimentos.

## ÍNDICE

<b>RESUMO.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>3</b>
2.1. Milho na alimentação animal .....	3
2.2. Melhoramento de milho forrageiro.....	4
2.3. Características da cultura de milho forrageiro.....	6
2.4. Digestibilidade da planta e avaliação da qualidade nutricional do milho .....	9
2.5. Análise dialélica .....	14
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
3.1 Recursos genéticos .....	15
3.2 Condução dos experimentos .....	16
3.2.1 Obtenção das combinações híbridas a partir de gerações F1 e F2 .....	16
3.2.2 Avaliação das combinações híbridas de populações F1 e F2 .....	16
3.3. Análises Genético-Estatísticas dos dados .....	18
3.3.1 Análise de variância individual .....	18
3.3.2 Análise de variância conjunta.....	19
3.3.3 Análise dialélica individual .....	20
3.3.4 Análise dialélica conjunta .....	20
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>21</b>
4.1 Avaliação das combinações híbridas obtidas da geração F1.....	21
4.2 Análise Dialélica das populações F1 de híbridos comerciais.....	29
4.3 Avaliação das populações F2 de híbridos comerciais.....	36
4.4 Análise Dialélica das populações F2 de híbridos comerciais.....	45
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>51</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>52</b>

## RESUMO

Chaves, Luciana Gonçalves, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, Fevereiro de 2009.  
**Seleção de genitores comerciais e controle genético de características agronômicas e nutricionais de plantas de milho para silagem.** Orientador: Glauco Vieira Miranda.  
Co-Orientadores: Odilon Gomes Pereira e João Carlos Cardoso Galvão

Objetivou-se com este trabalho avaliar genitores do germoplasma comercial e identificar o controle genético em gerações avançadas de híbridos para obter cultivares de milho forrageiro com alto valor nutritivo. As plantas das gerações F1 e F2 de dez híbridos comerciais de milho utilizados para produção de silagem foram cruzadas em esquema de dialelo completo sem recíprocos e obtidas 90 combinações híbridas. De acordo com a geração, 45 combinações híbridas e quatro testemunhas foram avaliadas em dois experimentos conduzidos simultaneamente. O delineamento utilizado foi o látice 7 x 7 com duas repetições e a parcela constituída de duas linhas de 4 m. As plantas de cada parcela foram colhidas quando apresentavam seus grãos no estágio farináceo/duro e ensiladas para posterior determinação de suas características nutricionais. Os dados foram submetidos à análise de variância e à análise dialélica, conforme modelo 1, método 4 de Griffing (1956). Foi constatado, na análise de variância conjunta, que a interação entre combinações híbridas x gerações não apresentou diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para as características produtividades de matéria verde e seca e digestibilidade *in vitro* da matéria seca, indicando que o comportamento das combinações híbridas foi consistente nas duas gerações para estas características. No entanto, constatou-se a diferença significativa para as características alturas de plantas e espigas e teores de matéria seca, proteína bruta e fibras em detergente neutro e ácido. Na análise dialélica, foi evidenciado ausência de variabilidade genética para produtividade de matéria verde e seca na geração F1 e maior importância dos efeitos aditivos para essas características na geração F2 e para as características nutricionais houve predominância dos efeitos de variância não aditiva nas duas gerações. O genitor BRS3003 e sua geração F2 apresentaram as maiores estimativas de CGC para as características de produtividade e de qualidade da silagem. Destacaram-se as combinações híbridas P30F90 x BRS3003, CD307 x Pointer e BRS3003 x 2B619 e BRS3003-F1 x AG1051-F1, P30F90-F1 x BRS3003-F1, Valent-

F1 x DKB466-F1 e Pointer-F1 x BRS3003-F1, pois apresentaram produtividade média de matéria seca (PMS) entre 11,21 e 15,18 t/ha, teores protéicos brutos (PB) entre 7,86 e 11,01% e os melhores resultados para qualidade de fibra, com alta média para digestibilidade in vitro de matéria seca (DIVMS, 62,65 a 73,73%) e baixas médias para as características fibra em detergente neutro (FDN, 45,0 a 54,08%) e fibra em detergente ácido (FDA, 19,42 a 24,91%). Destacou-se a combinação híbrida P30F90 x BRS3003 que apresentou as melhores médias e capacidade de combinação para as características de interesse e comportamento consistente nas duas gerações, como 13,72t/ha de PMS, 7,86% de PB, 73,73% de DIVMS, 45% de FDN e 19,99% de FDA em F1 e 11,21t/ha de PMS, 7,7% de PB, 71,36% de DIVMS, 48,35% de FDN, 20,36% de FDA em F2. O presente trabalho demonstra o potencial do germoplasma comercial para a seleção de genitores de milho forrageiro por meio de populações obtidas de gerações avançadas na obtenção de híbridos superiores e maior importância dos efeitos não aditivos para as características nutritivas.

## ABSTRACT

Chaves, Luciana Gonçalves, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, February, 2009.

**Selection of commercial genitors and genetic control of agronomic and nutritional traits of maize plant for silage** Advisor: Glauco Vieira Miranda. Co-Advisors: Odilon Gomes Pereira and João Carlos Cardoso Galvão

Aimed to with this work to evaluate of parents in the commercial germplasm and identify the genetic control in advanced generations of forage maize hybrids with high nutritional value. Plants of the F1 and F2 generations of ten commercial maize hybrids recommended for silage production were crossed in a Diallel without reciprocals and obtained 90 hybrid combinations. According to the generation, 45 hybrid combinations and four witnesses were evaluated in two experiments conducted simultaneously. The design was a 7 x 7 lattice with two replications and the plot consists of two lines of four meters. Plants in each plot were harvested when the stage got grain mass / hard and ensiled for later determination of their characteristics bromatological., The data were subjected to analysis of variance and Diallel analysis as model 1, method 4 of Griffing (1956). Was established for the combined analysis of variance, the interaction hybrid combinations x generations showed no significant differences ( $P < 0.05$ ) to obtain the characteristics of green and dry matter, *in vitro* digestibility of dry matter, which indicates that the performance of hybrid combinations was consistent across two generations for this characteristics. However, there was a significant difference between the generations in some hybrid combinations of characteristics of plants and ear height, dry matter, crude protein and neutral and acid detergent fiber. In Diallel analysis was evident lack of genetic variability for yield of green and dry matter in the F1 generation and greater importance of additive effects for these traits in the F2 generation and showed for bromatological characteristics there was predominance of non additive effects of variance in both generations. The genitor BRS3003 and his F2 had the highest estimates of GCA for the characteristics of productivity and silage quality. Highlights are the hybrid combinations P30F90 x BRS3003, CD307 x Pointer, BRS3003 x 2B619, BRS3003-F1 x AG1051-F1, P30F90-F1 x BRS3003-F1, Valent-F1 x DKB466-F1 and Pointer-F1 x BRS3003-F1, as presented to the average productivity of dry matter (PDM) from 11.21 to 15.18 t / ha, the crude protein content (CP) from 7.86 to 11.01% and the best quality fiber, with an average high *in vivo* digestibility of dry matter (IVDMD, 62.65 to 73.73%) and low averages for the characteristics in neutral detergent

fiber (NDF, 45.0 to 54.08%) and acid detergent fiber (ADF, 19.42 to 24.91%). It is a hybrid combination P30F90 x BRS3003 showed that the best means and ability to show the characteristics of interest and the performance of both generations, and 13.72 t / ha of PDM, 7.86% of CD, 73.73% of IVDMD, 45% of NDF and 19.99% of AFD in F1 and 11.21 t / ha of PDM, 7.7% of CP, 71.36% of IVDMD, 48.35% of NDF and 20.36% of ADF in F2. This work demonstrates the commercial potential of germplasm for selection of parents for forage maize obtained from populations of advanced generation hybrids and the importance of not additive effects for bromatological characteristics.

## 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea muito utilizada para produção de silagem no Brasil, pelo fato de ser facilmente cultivado em todo o país e apresentar alta capacidade de produção de matéria seca por unidade de área, com alto conteúdo energético, adequado conteúdo de carboidratos solúveis e baixa capacidade tamponante, resultando em material de alto valor nutritivo e de grande consumo pelos animais.

Os animais ruminantes necessitam de alimento volumoso de alto valor nutritivo, para potencializar seu desempenho. No entanto, muitos cultivares de milho forrageiro não atendem essas necessidades porque em diversos programas de melhoramento de milho, os híbridos com alta produtividade de grãos e com excelente produtividade de massa verde são recomendados para a produção de silagem de planta inteira sem avaliação do valor nutritivo. Porém, este critério de recomendação de cultivar tem diminuído o valor nutritivo dos híbridos de milho forrageiro, devido a não seleção das características relacionadas à qualidade da planta para a silagem.

Na literatura há vários relatos de que a digestibilidade da matéria seca e conteúdo de fibras são os principais fatores limitante do valor nutritivo da silagem de milho (COORS et al., 1994). Portanto para aumentar a qualidade nutritiva dos híbridos, os programas de melhoramento de milho forrageiro devem direcionar suas pesquisas de forma a associar as características de produtividade e de qualidade da silagem.

A obtenção de híbridos de melhor qualidade nutricional e mais digestíveis é importante, pois aumenta a eficiência de alimentação e resulta em melhor produção de leite e carne. Johnson et al., (1985), trabalhando com digestibilidade da matéria seca da forragem de milho, observou que um acréscimo de 2% na digestibilidade pode representar para uma vaca com 600 kg de peso e produção de 25 kg de leite (4% de gordura) por dia, um acréscimo de 596g de leite. Mahanna et al., (1994) relatou que pesquisas feitas pela Pioneer dos Estados Unidos encontraram dois híbridos com produções semelhantes de forragem, diferindo em 15% quanto à digestibilidade. Quando essas silagens foram fornecidas a bovinos em crescimento, compondo 65% da dieta, o híbrido mais digestível resultou em melhora de 11% na eficiência da alimentação e ganho médio diário 7% maior.

Entre o germoplasma disponível, o comercial é a primeira fonte para identificação de genes favoráveis para a obtenção de cultivares de milho porque podem

apresentar médias e variabilidade genética para as características de interesse e adaptados ao sistema de produção. Além disso, para obter híbridos de milho forrageiro com alto valor nutritivo, a determinação do controle genético das diversas características agronômicas e bromatológicas e a seleção simultâneas delas são fundamentais para a definição dos métodos de melhoramento e para otimizar os ganhos genéticos.

Um dos delineamentos genéticos mais utilizados para definir parâmetros genéticos é o dialélico em que todos os genitores são cruzados e assim, pode ser identificada sua capacidade de combinação, auxiliando na escolha de genitores. Pelas análises dialélicas é possível verificar os efeitos da capacidade geral de combinação (CGC) as quais proporcionam informações sobre a concentração de alelos predominantemente aditivos, e os efeitos da capacidade específica de combinação (CEC) que evidenciam a importância dos alelos que exibem efeitos não-aditivos ou predominantemente em dominância ou epistasia (CRUZ e REGAZZI, 2004).

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar genitores no germoplasma comercial de milho e identificar em gerações avançadas de híbridos o controle genético de características que possibilitem obter cultivares de milho forrageiro com alto valor nutritivo.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Milho na alimentação animal**

A importância econômica da produção de milho no Brasil é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização que vão desde a alimentação humana e animal até como matéria prima para indústrias de alta tecnologia. Na realidade, o uso do milho em grão na alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, isto é, cerca de 70% no mundo e 80% no Brasil, sendo que no Brasil apenas 5% do milho produzido se destina ao consumo direto humano (EMBRAPA, 2007).

Na alimentação animal, a atividade de produção de milho tem diferentes destinos, que podem ser a industrialização do grão de milho em ração, o emprego do grão de milho em mistura com concentrados protéicos para alimentação de monogástricos (aves e suínos, principalmente) e a produção de silagem de planta inteira ou de grãos úmidos de milho para alimentação de vacas em lactação e também para o gado confinado para a engorda no período de inverno.

A necessidade de fornecer suplemento volumoso aos animais, especialmente no período seco e frio do ano no Brasil Central, quando as pastagens tropicais praticamente reduzem seu crescimento, tem aumentado o uso de milho forrageiro, especialmente entre os pecuaristas que se dedicam à produção de leite. Este aumento têm ocasionado grande demanda por cultivares de milho forrageiro de alta qualidade para que o rebanho possa expressar o seu potencial genético durante todo o ano e manter a alta produtividade.

Diante dos avanços tecnológicos atingidos pelos setores da pecuária de leite e de carne, a área plantada de milho para silagem vem crescendo significativamente. Hoje dados não oficiais apontam para uma área anual de 1,2 a 1,5 milhões de hectares, ocasionada principalmente, pela estratégia de suplementação volumosa com alimentos de melhor qualidade e dos avanços atingidos com os programas de melhoramento genético (OLIVEIRA et al., 2007).

O uso da silagem é bastante difundido no país, visto ser a forma mais adequada para a conservação de alimentos produzidos na estação favorável de desenvolvimento

das principais espécies vegetais empregadas na alimentação animal., Se for devidamente preparada, a silagem pode apresentar valor alimentício equivalente ao que existia no material verde original e o seu emprego, além de resultar em melhor desempenho dos animais, reduz o gasto com concentrados. Sabe-se que a silagem de milho, quando corretamente preparada, pode ter valor alimentício de 80% do valor nutricional do material verde original, segundo Almeida Filho, (1996), o que evidencia a sua viabilidade de utilização pelos produtores quando bem planejada e manejada.

Existem várias plantas forrageiras, anuais e perenes que são utilizadas para produção de silagem, porém o milho tem lugar de destaque e é considerado cultura padrão, juntamente com o sorgo (*Sorghum bicolor*) na produção de silagem (BARRIÈRE et al., 2003). O milho se destaca, pois apresenta vários atributos que justificam sua ampla utilização para esse fim, como período de semeadura relativamente longo, alta produção de matéria seca por hectare, possibilidade de colheita sem perda significativa de folhas, adequado padrão de fermentação no silo devido ao teor de matéria seca em torno de 30-37%, alta concentração de carboidratos não fibrosos e baixo poder tamponante, alto conteúdo energético devido ao alto teor de amido e facilidade de mecanização na ensilagem (NUSSIO, 1991; PECK, 1998). Devido a estas características, MCDONALD et al., (1991) consideraram a planta de milho ideal para o processo de ensilagem.

No Brasil, apesar de o milho ser uma das culturas mais exploradas e possuir excelentes atributos para ser utilizado como silagem, existe poucos programas de melhoramento com prioridade no desenvolvimento de híbridos de milho forrageiro. Os recursos genéticos disponíveis para melhoramento de milho forrageiro são provenientes dos programas de melhoramento para grãos (DHILLON et al., 1990a; GEIGER et al., 1992; BARRIÈRE et al., 1993a; BARRIÈRE et al., 1997).

## **2.2. Melhoramento de milho forrageiro**

O milho apresenta uma das maiores produções mundiais de grãos e é umas das espécies mais estudadas em todo o mundo, com amplas informações nas diferentes áreas do conhecimento como genética, fisiologia, biologia molecular e outras. Em decorrência da demanda de elevados investimentos no desenvolvimento de novos processos e produtos, devido aos avanços na biotecnologia, as empresas de melhoramento de plantas

foram se unindo ou sendo adquiridas por grandes corporações que atuam na área de biotecnologia, em geral empresas da área de defensivos químicos e de fármacos (BORÉM e MIRANDA, 2005).

Como resultado atualmente três grandes conglomerados destacam-se no cenário mundial no melhoramento de plantas: Monsanto, Dupont/Pioneer e Syngenta. Outros grupos isolados ainda procuram a melhor forma de se alinharem para enfrentar a economia globalizada. Com os altos investimentos em biotecnologia e melhoramento de plantas, atualmente, híbridos transgênicos comerciais, portadores de novas características estão sendo utilizados pelos produtores de grãos.

A ênfase na pesquisa para milho forrageiro era voltada apenas para a produção de matéria verde (SILVA, 2002). Assim, dava-se preferência a cultivares de porte alto e alta densidade de plantio. Com o avanço dos estudos, os pesquisadores passaram a considerar que a maior participação de grãos na silagem era de suma importância, já que o grão é a parte mais digestível da planta, passando a recomendar para silagem as melhores cultivares para a produção de grãos. Segundo Silva et al., (1997), isto ocorreu devido ao grande número de trabalhos desenvolvidos até a década de setenta, que demonstraram que os grãos de milho são mais digestíveis do que as folhas e o colmo da planta. Deste modo, aumentando a proporção de grãos na silagem, aumentaria a qualidade da forragem.

Atualmente, sabe-se que a proporção de grãos/massa verde não é satisfatória em prever o valor nutricional de milho forrageiro, e que a seleção nos programas deve ser baseada principalmente na digestibilidade da planta (BARRIÈRE et al., 1992). Na literatura há vários relatos de que nem sempre as melhores cultivares para a produção de grãos são as de melhor digestibilidade da planta inteira (COORS et al., 1994; BARRIÈRE et al., 1997). Para melhorar o valor nutricional da silagem os programas de melhoramento de milho forrageiro deveriam selecionar genótipos para alta digestibilidade visando maximizar o consumo e a eficiência da conversão alimentar, alto conteúdo protéico para minimizar a necessidade de utilização de suplementos protéicos, que aumenta os custos da produção e otimizar a concentração de matéria seca (LÜBBERSTEDT et al., 1997a, HUI-LING XIE et al., 2008).

A importância dos programas de melhoramento genético em selecionar e obter híbridos de milho forrageiro está associado a um melhor desempenho dos animais. Embora a cultura do milho ainda seja fonte importante de forragem, a busca de maior

eficiência e economia na alimentação animal tem contribuído para maior atenção aos aspectos qualitativos da forragem utilizada (FANCELLI E DOURADO NETO, 2000). De acordo com Nussio, (1991), estima-se que nos últimos 35 anos, 20% do aumento da produção de leite nos Estados Unidos foi obtido pelo uso de forragem de melhor qualidade.

O que se observa nas pesquisas com milho para a produção de silagem é que tanto para características agronômicas como para características qualitativas da forragem existem relatos na literatura de ampla variabilidade genética, o que possibilita antever a possibilidade de obtenção de ganhos com a seleção (FONSECA, 2000; VILELA, 2001). O trabalho de Sobrinho et al., (2005) e Oliveira et al., (2007), evidencia a variabilidade de híbridos comerciais de milho para a nutrição animal e mostram que a estimativa da produção de leite está diretamente associada com a composição química da silagem, ou seja com a qualidade da silagem.

### **2.3. Características da cultura de milho forrageiro**

Define-se silagem como o produto resultante da fermentação da planta forrageira na ausência de oxigênio e armazenado em estruturas denominadas silos, usadas para a suplementação animal no período de escassez de pasto. A fermentação se constitui na conversão de carboidratos, principal substrato, em ácidos orgânicos, por meio de microorganismos presentes na própria planta, que se multiplicam e desenvolvem intensa atividade fermentativa ao encontrarem condições adequadas de meio. Quando o pH ou os níveis de ácidos são suficientes para inibir a fermentação, a forragem torna-se estável e, como silagem, é preservada enquanto permanecer a condição de ausência de oxigênio no silo (VILELA, 1995).

Muitos princípios básicos de manejo que se aplicam a colheita do milho para grão também se aplicam para milho forrageiro, como práticas de controle de plantas daninhas e doenças, porém algumas recomendações agronômicas diferem para produção de silagem e contribuem para a obtenção de um material de maior valor nutritivo e melhor aproveitamento pelo animal., Dentre essas está a escolha do híbrido quanto à textura do grão, duro ou dentado. Milhos de grãos mais duros são preferidos pela indústria alimentícia, enquanto que os de grãos dentados são preferidos para a produção de silagem (CRUZ et al., 2002). A textura do grão é afetada pelo tipo de endosperma:

farináceo ou vítreo. A degradação do amido pelos microrganismos do rúmen é negativamente relacionada com a relação endosperma vítreo/farináceo, por isso tem-se uma preferência maior pela utilização de híbridos de grão dentado na alimentação animal, pois eles apresentam maior proporção de endosperma farináceo, amido mole e poroso e têm baixa densidade sendo, portanto mais facilmente digerido pelos microrganismos do rúmen.

A maturidade no momento da colheita é outro fator importante. Quando as plantas de milho atingem a maturidade, os açúcares presente no grão são convertidos em amido e a umidade do grão diminui, ficando os grânulos de amido mais resistentes. A umidade do milho forrageiro deve ser reduzida antes de ser ensilado para evitar perdas de nutrientes por efluentes e evitar crescimento de microrganismos indesejáveis no silo. Portanto, quando o milho está com uma concentração de umidade adequada para colheita, os grãos ficam secos e duros e mais resistentes a digestão. Sendo assim, híbridos de milho tem sido desenvolvidos para rápida taxa de secagem do grão enquanto mantém a umidade em colmos e folhas permanecendo verdes por mais tempo. Esta característica é chamada de *stay green*, e os híbridos que a possuem trouxeram benefícios somente para grãos, não existe benefícios das características desses híbridos para silagem (ALLEN et al, 2003).

O melhor ponto de colheita que associa melhores valores de produtividade e de qualidade é aquele em que os grãos encontram-se no estágio farináceo/duro, ponto em que os grãos apresentam a linha de leite na região mediana (MIRANDA e GALVÃO, 2005). O ponto ideal de corte das plantas de milho para silagem está relacionado com o momento em que a planta apresenta alto rendimento de matéria seca, alto teor de amido e baixo teor de fibra. O teor de matéria seca deve estar entre 30 e 37%. Nesta fase, ocorre um decréscimo na produção de matéria verde com aumento significativo na produção de matéria seca, a qualidade da fermentação é maximizada e o consumo voluntário aumenta significativamente. A planta apresenta nível adequado de açúcares (glicose, frutose e sacarose), principal fator para a boa atuação das bactérias produtoras de ácido lático (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000).

A colheita, quando efetuada com teores de matéria seca acima de 37%, não é recomendável, pois as folhas encontram-se mais secas, acarretando maiores perdas durante o corte, além do fato de dificultar a compactação e a eliminação do ar da massa do silo (NUSSIO, 1990). Por outro lado, quando o corte é efetuada com teores de

matéria seca abaixo de 30%, a planta apresenta ainda muita umidade para ser ensilada. Como conseqüências, pode-se destacar: baixo nível energético, fermentação indesejável nos silos e grandes perdas de nutrientes por efluentes. Além disso ocorre também intensa formação de ácido butírico, que é um composto que altera negativamente a palatabilidade da silagem (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000).

A densidade de plantio de milho para produção de silagem também pode afetar a qualidade da silagem. O aumento excessivo da densidade de planta pode resultar em um aumento na concentração de fibras e redução na concentração de proteínas, ou seja redução na qualidade nutritiva da silagem (GOERING et al., 1969; PINTER et al., 1990). Graybill et al., (1991), mostraram que quando a densidade de planta aumentou de 6,5 para 8,0 plantas  $m^{-2}$ , a produção de matéria seca aumentou e houve pouco efeito na concentração de FDN. Quando a densidade excedeu 8 plantas  $m^{-2}$ , a mesma planta foi negativamente correlacionada com a concentração de proteína e positivamente correlacionada com a concentração de FDN e a concentração de proteína no leite foi maior para vacas que se alimentaram de híbridos de milho plantados em baixa densidade.

Um método comum utilizado para aumentar a produtividade de silagem de milho seria a redução no espaçamento entre fileiras mantendo a população por área. O espaçamento mais utilizado para silagem está entre 76 a 90 cm. Cox & Cherney, (2001) mostraram que com redução no espaçamento entre fileiras para 38 cm, houve aumento na produção de 4 a 10%, e a qualidade da silagem não foi afetada, porém foi ocasionalmente reduzida pelo aumento da densidade de planta.

Também com o intuito de obter silagem de melhor qualidade, uma prática que vem sendo estudada e já utilizada por alguns agricultores é o aumento da altura de corte das plantas a serem ensiladas. A razão para tal prática é aumentar a participação de grãos na matéria seca total, aumentando, conseqüentemente, o conteúdo energético da silagem.

Embora essas práticas agrônômicas de manejo citadas acima sejam de grande importância para os avanços nas pesquisas de melhoramento de milho forrageiro e também sejam úteis à alimentação animal, não são as que mais preocupam os melhoristas de forrageiras.

A digestibilidade da parede celular é o principal fator limitante do valor nutritivo da silagem de milho, sendo fortemente correlacionada com a parte da energia disponível

para os animais (DOLSTRA et al., 1993; BARRIÈRE et al., 1992; ARGILLIER et al., 1995, BARRIÈRE et al., 2003).

#### **2.4. Digestibilidade da planta e avaliação da qualidade nutricional do milho**

Durante as últimas décadas, os programas de melhoramento levaram a um aumento substancial na produção de massa verde, facilitada pela melhora das características de resistência física e sanidade de colmos (BARRIÈRE et al., 2004). No entanto, no mesmo período de tempo, ocasionaram diminuição na digestibilidade da parede celular e conseqüentemente, no valor nutritivo dos híbridos elite de milho (BARRIÈRE et al., 2005).

A digestibilidade de milho forrageiro é influenciada, do ponto de vista macroscópico, pelo conteúdo de grãos e digestibilidade de colmos e folhas, ou, do ponto de vista microscópico, pelo conteúdo celular e digestibilidade da parede celular (HUNT et al., 1992; WOLF et al., 1993a).

Os principais parâmetros empregados para a avaliação da qualidade nutricional do milho são os teores de fibra em detergente neutro (FDN), de fibra em detergente ácido (FDA) e lignina em detergente ácido (LDA) que por se referirem à fibra, servem também de indicativo da digestibilidade dos materiais (KRAKOWSKY et al., 2006).

A FDN é uma estimativa da porcentagem de parede celular e é determinada pela digestão da forragem em solução de detergente neutro que solubiliza o conteúdo celular. A fração FDN contém majoritariamente celulose, hemicelulose e lignina. A FDA é uma estimativa de fibra pouco digestível, sendo determinada pela digestão da forragem em detergente ácido que solubiliza o conteúdo celular e a hemicelulose. Assim, a fração FDA contém majoritariamente celulose e lignina e LDA, principalmente de lignina, fração de fibra indigestível (VAN SOEST, 1994).

Ligninas são constituintes da parede celular resistente à degradação de fungos e bactérias e interfere na digestão dos polissacarídeos da parede celular por uma barreira física às enzimas microbianas. Em plantas forrageiras, conteúdo de lignina, estrutura da lignina, como composição monomérica das unidades (p-hydroxyphenyl (H), guaiacyl (G) e syringyl (S) e a ligação entre componentes da parede celular, hemicelulose e celulose, influenciam diretamente a digestibilidade da parede celular (BARRIÈRE et al., 2003; PEDERSEN et al., 2005). Híbridos com maior digestibilidade apresentaram

modificação na composição da lignina com uma relação S/G significativamente menor e uma incorporação no conteúdo de 5-hydroxyguaiacyl (5-OH-G) (LAPIERRE et al., 1988; BARRIÈRE et al., 2004b citado por PICHON et al., 2006).

Diante das dificuldades dos melhoristas de plantas de quantificarem a digestibilidade, pela não disponibilidade de animais, o método de avaliação mais comum entre os programas por razões práticas e econômicas é o método de avaliação *in vitro*, com a utilização do líquido de rúmen, realizada em laboratórios. A digestibilidade *in vitro* das plantas foi primeiramente estimada pelo método de Tilley e Terry (1963), utilizando líquido de rúmen. Este método foi modificado por Goering e Van Soest (1975), Marten e Barnes (1980) e mais recentemente por Lauer et al., (2001).

Assumindo uma eficiência adequada dos microorganismos do rúmen, a variação no valor energético nutricional da planta forrageira está relacionada com: 1) a variação na digestibilidade da parte vegetativa da planta, e então com a variação da digestibilidade da parede celular; 2) a variação do conteúdo de grãos, que é uma fração altamente digestível, estando presente na forragem de milho; 3) as interações digestivas entre a forragem e o concentrado presente na dieta e 4) a variação na digestibilidade, que está relacionada com a taxa de passagem de partículas no rúmen, e então a intensidade e degradação das partículas (BARRIÈRE et al., 2003).

Diversos trabalhos demonstraram relação entre digestibilidade da silagem e o desempenho animal, indicando que híbridos de milho mais digestíveis resultam em melhora na eficiência da alimentação e, conseqüentemente, em melhor desempenho dos animais (BARRIÈRE et al., 1992; HUNT et al., 1992). No trabalho de Barrière et al., (1995), citado na revisão de Barrière et al., (2003), compararam híbridos de pior e melhor digestibilidade oferecidos para vacas leiteiras, e observaram que a produção da gordura de leite diferiu de 1 a 3 kg entre os híbridos e o conteúdo de proteína no leite também variou conforme a produção de leite. Mahanna et al., (1994) relatou que pesquisas feitas pela Pioneer dos Estados Unidos encontraram dois híbridos com produção semelhante de forragem, diferindo 15% quanto à digestibilidade. Quando essas silagens foram fornecidas a bovinos em crescimento, compondo 65% da dieta, o híbrido mais digestível resultou em uma melhora de 11% na eficiência da alimentação e um ganho de peso médio diário 7% maior.

Digestibilidade da planta inteira de milho tem sido melhor correlacionada com a digestibilidade da parede celular de folhas e colmos do que com conteúdo de grãos

(DEINUM et al., 1981 e DEINUM et al., 1984, citado em BARRIÈRE et al., 2003). Correlações genéticas entre digestibilidade de planta inteira e digestibilidade da parede celular variaram de 0,60 a 0,96 com valores médios de 0,80, enquanto correlações entre digestibilidade de planta inteira e conteúdo de grãos foi somente 0,45. Assim, um eficiente progresso genético no valor nutricional está intrinsecamente relacionado com o melhoramento da digestibilidade da FDN e da matéria seca (OBA et al., 1999). Muitos trabalhos têm demonstrado uma grande variabilidade genética na digestibilidade in vitro de milho, para componentes da parede celular ou para planta inteira, em linhagens e híbridos (ARGILLIER et al., 2000; MÉCHIN et al., 2000). Com relação aos teores de fibra em detergente ácido e neutro (FDA e FDN), existe potencial para a seleção de cultivares com baixos valores e para alta digestibilidade destas frações (ALLEN et al., 1990; COORS et al., 1994).

Herdabilidades das características de digestibilidade foram altas, variando entre 0,65 a 0,80, evidenciando a possibilidade de êxito no processo de seleção (COORS et al., 1994; ROUSSEL et al., 2002). Segundo Barrière et al., (2003), o melhoramento para aumentar a digestibilidade in vitro da planta inteira deveria ser mais eficiente, e o progresso esperado para o primeiro ciclo de seleção de melhoramento poderia alcançar facilmente três pontos percentuais.

O consumo animal é um fator nutricional de grande importância para a produção animal e é também afetado pela digestibilidade da parede celular de forrageiras. Animais ruminantes consumindo dietas de alto conteúdo de fibras, muitas vezes são incapazes de ingerir quantidades suficientes de forragem para suprir a demanda energética. Consumo animal de plantas de milho de menor digestibilidade da parede celular foi menor do que o consumo de plantas de alta digestibilidade (BARRIÈRE et al., 1995, EMILE et al., 1996).

O consumo voluntário é considerado o mais importante fator limitante do desempenho animal em dietas ricas em volumoso, devido principalmente a distensão física do rúmen. As dietas ricas em volumosos fibrosos causam o enchimento do rúmen e a satisfação do animal antes dele ter maximizado o consumo energético, resultando em uma redução nos planos da dieta e menor desempenho do animal (VAN SOEST, 1994). Estudos comparando silagem de milho e de sorgo mostraram que o consumo foi consistentemente maior para vacas em lactação que receberam de silagem de milho com maior digestibilidade das paredes celulares (AYDIN et al., 1999).

Outro fator de grande importância, que contribuiu para um avanço significativo nas pesquisas relacionadas com a digestibilidade de plantas de milho foi a descoberta de plantas mutantes brown midrib (nervura-marrom). O efeito de mutações brown midrib em milho, denominados de *bmr*, foi primeiramente evidenciado por Jorgenson, (1931), Kuc et al., (1964) e Barners et al., (1971), descrevendo a presença de quatro genes mutantes em milho (*bmr1*, *bmr2*, *bmr3*, *bmr4*). Mutantes brown midrib apresentam composição e conteúdo da lignina alterados, porém baixo valor agronômico, com problemas de acamamento, irregular precocidade e baixa produtividade de matéria seca (BARRIÈRE e ARGILLIER, 1993). No entanto, atualmente são usados como modelo para melhor entender a relação entre o processo de lignificação e o valor nutricional nas plantas de milho, sendo possível hoje produzir híbridos *bm* com características agronômicas favoráveis (PEDERSEN et al., 2005; PICHON et al., 2006; XU LI et al., 2008).

Uma quase inexistência de atividade do gene COMT (caffeic acid O-methyl transferase) em plantas *bm3* foi observado por Grand et al., (1985) e Vignols et al., (1995), que estabeleceram que a mutação *bm3* corresponde a uma deleção ou a uma grande inserção no gene COMT. Genes envolvidos na biossíntese da parede celular e especialmente aqueles envolvidos na biossíntese do monolignol como também na polimerização de ligninas são genes candidatos à qualidade forrageira (BARRIÈRE et al., 2003).

Geneticistas e melhoristas atualmente têm várias opções para aumentar o valor nutritivo de milho pela alteração na digestibilidade, principalmente com as ferramentas da biologia molecular e com as técnicas da engenharia genética. Piquemal et al (2002), introduziram no milho um transgene antisense COMT conduzido por um promotor tecido-específico alcohol dehydrogenase (ADH) de arroz. A linhagem COMT-AS foi caracterizada pela diminuição no conteúdo de lignina e aumentou a digestibilidade da parede celular. Observou-se pela análise histoquímica, que as modificações na lignina ficaram restrita as células do esclerênquima devido a especificidade do promotor ADH. No trabalho de Pichon et al., (2006), realizou-se a down-regulated da expressão do gene COMT em progênies de meios irmãos de milho e observaram que houve modificação na composição da parede celular e aumento da digestibilidade como resultado da introdução do transgene COMT-AS descrito no trabalho de Piquemal, (2002).

Estudos realizados com a avaliação de híbridos brown midrib na alimentação animal apresentam resultados inconsistentes. Nem sempre a silagem de milho brown midrib resultou em maiores produções de leite (ROOK et al., 1977; STALLINGS et al., 1982). No entanto outros autores, observaram maior produção de leite para vacas de alta produção, recebendo silagem de milho *bm* (OBA e ALLEN, 1999; BARRIÈRE et al., 2001). Cox et al., (2001), não recomendaram a utilização de silagem de milho *bm* devido aos resultados inconsistentes da produção de leite e o alto custo das sementes. A escolha entre usar híbridos de menor produção e alto valor nutritivo, assim como milho *bm3*, é uma questão de estratégia (BARRIÈRE et al., 2003). Vale ressaltar que há relatos de ampla variação genética para o conteúdo e a composição da lignina em híbridos não mutantes (JUNG & BUXTRON, 1994).

Variações alélicas nos genes CCoAOMT1 e CCoAOMT2 (caffeoyl CoA O-methyl transferase), foram identificados no milho, ambos (seqüenciado por Civardi et al., 1999) e COMT gene (seqüenciado por Collazo et al., 1992). Estes foram analisados em um grupo de 28 linhagens de milho escolhidas pelos seus diferentes níveis de digestibilidade e uma grande diversidade de sua origens genéticas. A seqüência do gene CCoAOMT1 contém quatro íntrons. Entretanto, o quarto íntron foi perdido no gene CCoAOMT2. Os genes CCoAOMT1 e CCoAOMT2 foram mapeados respectivamente no cromossomo 6 e 9 e colocado com o maior grupo QTL para lignificação e digestibilidade parede celular (MÉCHIN et al., 2001; ROUSSEL et al., 2002). Análises transgênicas confirmam que estes três genes são focos principais para o melhoramento da digestibilidade de milho forrageiro (BARRIÈRE et al., 2003). Baseado no conhecimento da rota da lignina, CCoAOMT é provavelmente o maior foco no controle da lignificação e digestibilidade e é o preferencial para o melhoramento da digestibilidade.

Valérie et al., (2001) e Krakowsky et al., (2006) mapearam QTL (qualitative trait loci) afetando característica de digestibilidade em diferentes tecidos das plantas, e observaram que mapeamento de QTL para mesma característica em diferentes tecidos da planta indicam que até quando QTL são localizados na mesma região cromossômica, em alguns casos esses QTL ligados representam diferentes genes associados com a expressão tecido-específico. Estas informações podem causar impacto nos métodos de seleção para redução da concentração de fibras em variedades de milho forrageiro.

## 2.5. Análise dialélica

Entre as metodologias disponíveis para escolha de genitores promissores para serem utilizados nos programas de hibridação, os cruzamentos dialélicos são os mais amplamente utilizados em quase todas as espécies vegetais cultivadas.

As metodologias de análise dialélica têm por finalidade a estimação de parâmetros úteis na seleção de genitores para a hibridação e no entendimento dos efeitos genéticos envolvidos na determinação das características (CRUZ e REGAZZI., 2004).

A origem dos procedimentos para análises dialélicas é atribuída a Schmidt, por volta de 1920 (GHOSH e BISWAS, 2003). Porém, os primeiros a definirem os termos capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC) foram Sprague e Tatum, (1942).

O termo capacidade geral de combinação é utilizado para designar o comportamento médio de um parental em todos os cruzamentos de que participa (SPRAGUE e TATUM, 1942; CRUZ e VENCovsky, 1989; CRUZ e REGAZZI, 2004) e está associado aos efeitos aditivos dos alelos e às ações epistáticas do tipo aditivo. Quanto mais altas forem essas estimativas, positivas ou negativas, determinado parental será considerado muito superior ou inferior aos demais incluídos no dialelo, e, se próximas de zero, seu comportamento não difere da média geral dos cruzamentos (CRUZ e REGAZZI, 2004).

De acordo com Sprague e Tatum (1942), o termo capacidade específica de combinação é utilizado para designar os casos em que certas combinações híbridas são superiores ou inferiores em relação ao esperado quanto à performance média dos dois parentais. Falconer, (1981), contudo, definiu CEC como sendo o desvio do desempenho médio de uma combinação particular em relação à média dos parentais envolvidos no cruzamento. Os efeitos da CEC enfatizam a importância de interações não aditivas resultantes da complementação gênica entre os parentais, possibilitando antever respostas de ganho genético com a exploração da heterose (BASTOS et al., 2003).

A combinação híbrida mais favorável deve ser, portanto, aquela que apresentar maior estimativa de capacidade específica de combinação ( $S_{ij}$ ) e que seja resultante de um cruzamento em que pelo menos um dos parentais apresente elevada capacidade geral de combinação (CRUZ e REGAZZI, 2004).

Os métodos apresentados por Griffing (1956) podem ser aplicados a um conjunto fixo ou aleatório de genótipos, dependendo dos tratamentos experimentais fornecerem conclusões que lhes são particulares ou que possam ser extrapoladas para uma população na qual os tratamentos representam uma amostra (HALLAUER e MIRANDA FILHO, 1988). Apesar de terem sido desenvolvidos para linhagens, os métodos de Griffing podem ser utilizados para outros tipos de populações com qualquer grau de endogamia.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Recursos genéticos

Foram avaliadas 90 combinações híbridas denominadas tratamentos, sendo 45 resultantes de um dialelo completo entre dez híbridos comerciais oriundos da geração F1 e outras 45 da geração F2 (Tabela 1). Os 90 tratamentos foram obtidos e avaliados na área experimental da Universidade Federal de Viçosa nos anos agrícolas 2006/2007 e 2007/2008, respectivamente.

**Tabela 1** - Descrição dos dez híbridos comerciais utilizados como genitores nos cruzamentos dialélicos

Híbrido	Nome	Empresa	*Tipo	Textura dos grãos	Ciclo	Uso
1	XB8028	Semeali	HD	Semidentado	Normal	SPI
2	VALENT	Syngenta	HT	Duro	Precoce	Grão
3	CD307	Coodetec	HS	Semidentado	Precoce	SPI
4	P30F90	Pioneer	HS	Semiduro	Semiprecoce	Grão
5	POINTER	Syngenta	HS	Duro	Precoce	Grão
6	SHS4070	SantaHelena	HD	Dentado	Normal	SPI
7	BRS3003	Embrapa	HT	Semiduro	Precoce	SPI
8	AG1051	Monsanto	HD	Dentado	Normal	SPI
9	2B619	DowAgroscience	HS	Semiduro	Superprecoce	Grão
10	DKB466	Monsanto	HT	Dentado	Precoce	SPI

HS = híbrido simples; HD = híbrido duplo; HT = híbrido triplo, SPI = silagem de planta inteira

## **3.2 Condução dos experimentos**

### **3.2.1 Obtenção das combinações híbridas a partir de gerações F1 e F2**

O experimento de campo foi conduzido na Estação Experimental da Universidade Federal de Viçosa, Município de Coimbra, MG, situado à altitude de 720 m, 20° 51' W e 42° 48' S, que apresenta precipitação média anual de 1300 a 1400 mm, concentrada, principalmente, no período de outubro a março, média anual de umidade relativa do ar de 80 a 85% e temperatura média anual de 19°C.

Dez híbridos comerciais de milho utilizados para silagem na região sudeste do Brasil foram utilizados para obtenção das gerações F1 e F2 (Tabela 1). A partir da geração F1 desses híbridos comerciais, foi obtida a geração F2=S0 de cada um deles por meio de autofecundações da geração F1. Os cruzamentos controlados em esquema de dialelo completo sem os progenitores e F1's recíprocos foram realizados entre as populações F1 e F2, obtendo 45 combinações híbridas oriundos da geração F1 e 45 oriundos da geração F2. Para isto as populações F1 e F2 foram semeadas em linhas pareadas de 8m cada uma, espaçamento de 0,9 m entre linhas e no florescimento foram realizados cruzamentos artificialmente, sendo necessário proteger as espigas evitando cruzamento não controlado. Os pendões foram protegidos e depois coletados para serem utilizados na polinização controlada.

### **3.2.2 Avaliação das combinações híbridas de populações F1 e F2**

A semeadura simultânea para os dois experimentos foi realizada em 14 de fevereiro de 2008, em Coimbra-MG. Um experimento envolveu 45 combinações híbridas das populações F1 e o outro 45 obtidas das populações F2. Em ambos os experimentos os híbridos DKB 747, DKB 333B, AG 1051 e P30F90 foram usados como testemunhas. Cada experimento foi avaliado utilizando o delineamento em látice 7 x 7, com duas repetições. Cada parcela experimental foi constituída de duas linhas de 4 metros de comprimento, espaçadas de 0,9 m com 5 plantas/m após o desbaste. Na semeadura, foram aplicados, em ambos experimentos, 340 kg/ha da formulação 08-28-16 (N-P-K). Foram realizadas duas adubações em cobertura, uma quando as plantas atingiram entre quatro a cinco folhas completamente abertas, e a outra quando as plantas

atingiram entre oito e nove folhas completamente abertas, com a aplicação de 400 kg/ha de 20-00-20 (N-P-K), em cada adubação. Os tratos culturais foram realizados sempre que necessários de acordo com as recomendações técnicas para a cultura do milho forrageiro e a irrigação por aspersão utilizada quando necessária.

A colheita das plantas nos dois experimentos foi realizada em junho/2008 quando os grãos estavam com 50% da linha do leite. As plantas das parcelas foram cortadas manualmente, rentes ao solo, sendo posteriormente amostradas sete plantas de cada tratamento que foram picadas em máquina forrageira acoplada ao trator. Uma amostra do material picado, de aproximadamente dois quilos foi ensilada em silos experimentais de “PVC” (poly vinyl choride), com 10 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento. A compactação foi feita com um bastão de madeira e o fechamento, com tampas de “PVC” dotadas de válvulas tipo “Bunsen”, e após 40 dias esses silos foram abertos para a realização das análises bromatológicas.

Após a abertura de cada silo, efetuou-se a homogenização da massa ensilada, colhendo-se aproximadamente 600g, que foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 60°C, por 72 horas, até obter peso constante para a determinação da amostra seca ao ar (ASA) e posteriormente moída em moinho tipo Willey, com peneira de 1 mm para a determinação das análises bromatológicas. As amostras pré-secas foram encaminhadas para o Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia – UFV, onde foram realizadas as seguintes avaliações:

- 1- Altura de planta (AP), altura média de cinco plantas da parcela, medidas da superfície do solo até a base da bainha da folha bandeira, em cm;
- 2- Altura de espiga (AE), altura média das espigas de cinco plantas da parcela, medidas do nível do solo até a base da espiga superior (cm);
- 3- Produtividade de matéria verde (PMV, t/ha): peso médio estimado resultante da pesagem de todas as plantas da área útil da parcela. Procedeu-se à correção da produtividade da matéria verde, utilizando o estande como covariável, conforme Schmidt (2000);
- 4- Produtividade de matéria seca (PMS, t/ha): Peso médio estimado em t/ha, resultante da produtividade de matéria verde, multiplicada pela corrigida para matéria seca a 105°C;

- 5- Teor de matéria seca (MS%): determinada por secagem em estufa a 105°C, até peso constante (AOAC, 1980);
- 6- Teor de proteína bruta (PB%): foi determinado o teor de nitrogênio utilizando-se o Método KJELDHAL, segundo AOAC (1980). O teor de proteína bruta foi calculado utilizando-se o fator de conversão 6,25.
- 7- Os componentes da parede celular foram determinados pelo método seqüencial, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido FDA (VAN SOEST et al., 1991).
- 8- A digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) foi determinada pelo método in vitro, usando a metodologia proposta por Tilley e Terry (1963), com modificação da segunda etapa segundo Goering e Van Soest (1975).

### **3.3. Análises Genético-Estatísticas dos dados**

Os dados coletados das características foram submetidos à análise de variância individual e conjunta seguindo o delineamento em blocos ao acaso utilizando médias ajustadas obtidas pela análise do látice e comparações de médias ajustadas ( $p < 0,05$ ) pelo teste DMS-t, utilizando o programa GENES (CRUZ, 2007). Foi verificada a homogeneidade das variâncias residuais para a realização da análise conjunta. Para a análise dialélica foi utilizado o método IV, proposto por Griffing (1956), utilizando o programa GENES (CRUZ, 2007). Foram estimados os componentes quadráticos que expressam a variabilidade dos genitores, referentes à capacidade geral de combinação (CGC) e a capacidade específica de combinação (CEC), conforme Cruz e Regazzi, (2004). Foram realizadas as análises para as características: altura de plantas, altura de espigas, produtividade de matéria verde, produtividade de matéria seca, teor de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e digestibilidade in vitro da matéria seca.

#### **3.3.1 Análise de variância individual**

As análises de variância individuais por geração foram realizadas no Programa GENES (CRUZ, 2007), adotando-se o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + B_j + e_{ij}$$

em que:

$Y_{ij}$ : observação referente ao híbrido  $i$  na repetição  $j$ ;

$\mu$ : média geral;

$G_i$ : efeito fixo do híbrido  $i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, 49$ ;

$B_j$ : efeito aleatório da repetição  $j$ ,  $j = 1, 2$ ;

$e_{ij}$ : erro experimental  $e_{ij} \cap N(0, \sigma^2)$ .

### 3.3.2 Análise de variância conjunta

Foi realizada a análise de variância conjunta envolvendo as combinações híbridas obtidas das diferentes gerações F1 e F2. O efeito da interação foi decomposta em geração dentro de cada combinação híbrida, considerando os efeitos de genótipos e geração de natureza fixa.

O seguinte modelo estatístico para análise conjunta de variância foi adotado:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + A_j + B/A_{jk} + (GA)_{ij} + e_{ijk}$$

em que:

$Y_{ijk}$ : observação referente ao híbrido  $i$  na repetição  $j$  e na geração  $l$ ;

$\mu$ : média geral;

$G_i$ : efeito fixo do híbrido  $i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, 49$ ;

$A_j$ : efeito fixo da geração  $j$ ,  $j = 1, 2$ ;

$B/A_{jk}$ : efeito aleatório da repetição  $k$  na geração  $j$ ,  $k = 1, 2$ ;

$(GA)_{ij}$ : efeito fixo da interação híbridos x gerações;

$e_{ijk}$ : erro experimental  $e_{ijl} \cap N(0, \sigma^2)$ .

Para a decomposição da interação híbrido x geração (T x G), foi utilizado o programa Genes.

### 3.3.3 Análise dialélica individual

Para as análises dialélicas individuais das gerações F1 e F2 utilizou-se o modelo I (modelo fixo), propostos por Griffing (1956) – Método IV, no qual são avaliados todos os cruzamentos possíveis sem a inclusão dos genitores e recíprocos. O modelo estatístico adotado foi:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + e_{ij}$$

em que:

$Y_{ij}$ : observação referente à combinação híbrida  $ij$ ;

$\mu$ : média geral;

$g_i, g_j$ : efeito fixo da capacidade geral de combinação do  $i$ -ésimo ou  $j$ -ésimo genitor ( $i, j = 1, 2, 3, \dots, 10$ ), respectivamente;

$s_{ij}$ : efeito fixo da capacidade específica de combinação para os cruzamentos entre genitores de ordem  $i$  e  $j$ ;

$e_{ij}$ : erro experimental

Neste modelo é considerado que  $S_{ij} = S_{ji}$

### 3.3.4 Análise dialélica conjunta

A análise dialélica conjunta foi realizada de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijl} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + \alpha_l + (ga)_{il} + (ga)_{jl} + (sa)_{ijl} + e_{ijl}$$

em que:

$Y_{ijl}$ : observação referente à combinação híbrida  $ij$ , na geração  $l$ ;

$\mu$ : média geral;

$a_l$ : efeito fixo da geração  $l$ ,  $l= 1,2$ ;

$g_i, g_j$ : efeito fixo da capacidade geral de combinação do  $i$ -ésimo ou  $j$ -ésimo genitor ( $i, j = 1,2,3,\dots,10$ ), respectivamente;

$s_{ij}$ : efeito fixo da capacidade específica de combinação para os cruzamentos entre genitores de ordem  $i$  e  $j$ ;

$(ga)_{il}, (ga)_{jl}$ : efeito fixo da interação capacidades gerais de combinação x gerações;

$(sa)_{ijl}$ : efeito fixo da interação capacidades específicas de combinação x gerações;

$e_{ijl}$ : erro experimental

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Avaliação das combinações híbridas obtidas da geração F1

A análise de variância individual das combinações híbridas da geração F1 evidenciaram que a precisão experimental medida pelo coeficiente de variação (CV%) foi relativamente boa, com estimativas inferiores a 15% para todas as características (Tabela 2).

Foram constatadas diferenças significativas pelo teste F ( $P < 0,05$ ) para a fonte de variação tratamentos, para as características: altura de planta (AP), altura de espiga (AE), matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS). A produtividade de matéria verde (PMV) e de matéria seca (PMS) não diferiram (Tabela 2). Esses resultados indicam que as combinações híbridas apresentaram variabilidade para as características nutricionais de silagem e não apresentaram variabilidade para as características de produtividade, possivelmente porque os híbridos comerciais utilizados como parentais apresentavam boas médias de produtividade de matéria verde e são utilizados para produção de silagem por apresentar essa característica. Variabilidade genética significativa para as características de digestibilidade tem sido observado em germoplasma de milho tropical e temperado (ROTH et al., 1970; BOSH et al., 1994; LUNDVALL et al., 1994). Gomes et. al., (2004) observaram variabilidade genética em linhagens S8 de milho, para as características relacionadas com produtividade e

qualidade de silagem e herdabilidade da digestibilidade de matéria seca superior a 80%, evidenciando a possibilidade de êxito no processo de seleção.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância individual para as características altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), produtividade matéria verde (PMV, t/ha), produtividade matéria seca (PMS, t/ha), matéria seca (MS%), proteína bruta (PB, %), fibra em detergente neutro (FDN, %), fibra em detergente ácido (FDA, %) e digestibilidade in vitro da MS (DIVMS, %) na geração F1. Viçosa-MG, 2008

FV	GL	Quadrados Médios								
		AP	AE	PMV	PMS	MS	PB	FDN	FDA	DIVMS
Blocos	1	13,96	392,0	6,90	2,79	3,66	3,39	19,36	67,26	844,66
Tratamentos	48	252,91*	229,81*	22,06 <sup>ns</sup>	3,09 <sup>ns</sup>	8,76*	1,66*	35,47*	19,13*	76,34*
Resíduo	48	70,61	59,02	22,13	3,08	5,28	0,71	10,76	8,58	26,35
Média Geral		221	122	35,16	12,25	34,91	7,77	51,42	25,23	61,49
CV(%)		3,60	5,74	13,37	14,23	6,58	10,88	6,38	11,61	8,34

\* = Significativo no nível de 5% pelo teste F e ns = Não significativo

A altura de planta variou de 200 (T<sub>79</sub>) a 240 cm (T<sub>14</sub>) e a altura de espiga variou de 105 (T<sub>79</sub>) a 142 cm (T<sub>68</sub>) (Tabela3). A média geral das testemunhas para AP e AE foram respectivamente 214 cm e 113 cm, valores abaixo do encontrado para as combinações híbridas. Fonseca et al., (2002) avaliaram características químicas e agrônomicas de silagem de milho na região de Lavras e observaram variação na média para AP entre 194 e 297 cm. Mendes et al., (2008), ao avaliar grupos contrastantes de híbridos de milho para a característica degradabilidade in situ da matéria seca, observaram que o grupo dos híbridos de alta degradabilidade apresentou a menor altura de planta (1,73 a 2,12 m) e de espiga (0,75 a 1,10 m) quando comparado com o grupo de híbridos comerciais duro, semidentado e dentado que variou de 1,98 a 2,30 m para altura de planta e 1,07 a 1,32cm para altura de espiga. É importante ressaltar que os híbridos comerciais utilizados para produção de silagem são geralmente híbridos de porte mais alto, devido à preferência no processo de seleção para características de maior produtividade de matéria verde.

Embora não tenham ocorrido diferenças estatísticas significativas para as características de produtividade PMV e PMS, ocorreu a variação de 43,24 t/ha (T<sub>16</sub>) a 28,47 t/ha (T<sub>18</sub>) para PMV, correspondendo a 34% de redução, enquanto que a PMS variou de 16,11t/ha (T<sub>16</sub>) a 9,43 t/ha (T<sub>18</sub>), correspondendo a 41% de redução (Tabela3). As médias para PMS estão de acordo com Melo et al., (1999a; 1999b) que

relataram produtividade de MS entre 9 e 20 t/ha, quando avaliaram híbridos comerciais de milho recomendados na região de Lavras. Gomes et al., (2004) avaliaram a PMS de linhagens de milho em duas épocas de semeadura novembro e dezembro em Lavras-MG e observaram variação de 5,84 a 15,68 t/ha, consideradas elevadas por se tratar de linhagens endogâmicas em que o vigor é baixo. As PMS foram inferiores às encontradas por Mello et al., (2005) que registraram médias de 22,4 a 28,6t/ha para híbridos comerciais de milho forrageiro, na região do Rio Grande do Sul, com plantio realizado em novembro. Miranda et al., (2004) encontraram média de 14,92 t/ha para 49 híbridos de milho para silagem e o de melhor desempenho alcançou 21,52 t/ha na região de Viçosa, MG. Diferenças significativa têm sido relatadas entre cultivares de milho, tanto para a produção total de matéria seca como para características que afetam a qualidade da silagem produzida (OLIVEIRA et al., 2003).

**Tabela 3.** Médias ajustadas para as características altura de planta (AP), altura de espiga (AE), produtividade matéria verde (PMV), produtividade matéria seca (PMS) de 45 combinações híbridas de milho obtidas da geração F1. Viçosa-UFV, 2008

Híbridos	AP (cm)	AE (cm)	PMV (t/ha)	PMS (t/ha)	MS (%)
T <sub>47</sub>	237	128	38,51	13,72	34,93
T <sub>46</sub>	239	137	38,20	12,79	34,17
T <sub>24</sub>	230	129	36,74	12,85	35,14
T <sub>17</sub>	225	119	41,06	14,90	35,68
T <sub>15</sub>	211	127	33,27	10,84	32,42
T <sub>12</sub>	212	122	30,54	11,04	35,19
T <sub>57</sub>	209	111	39,08	13,86	35,89
T <sub>79</sub>	200	105	34,13	11,45	34,60
T <sub>410</sub>	221	120	31,68	11,56	36,80
T <sub>89</sub>	208	113	31,29	10,89	34,12
T <sub>27</sub>	214	121	34,46	12,04	34,23
T <sub>48</sub>	238	128	35,10	12,17	34,38
T <sub>18</sub>	217	125	28,47	9,43	32,93
T <sub>49</sub>	229	121	39,13	13,04	33,55
T <sub>78</sub>	215	118	39,65	13,57	36,25
T <sub>59</sub>	201	109	33,25	11,55	35,11
T <sub>710</sub>	215	123	34,31	11,47	34,83
T <sub>210</sub>	232	128	36,47	14,17	38,55
T <sub>110</sub>	224	135	40,77	13,09	31,21
T <sub>35</sub>	223	123	34,56	12,81	38,02
T <sub>29</sub>	211	115	33,86	12,27	35,81
T <sub>23</sub>	212	116	30,89	11,71	36,74
T <sub>510</sub>	227	121	36,77	13,35	36,70
T <sub>37</sub>	219	123	29,22	10,66	36,25
T <sub>39</sub>	219	109	33,90	12,25	36,13

**Tabela 3.** Continuação.

T <sub>69</sub>	213	115	33,80	11,94	36,81
T <sub>910</sub>	211	109	35,38	11,98	33,52
T <sub>38</sub>	230	132	32,73	11,90	35,55
T <sub>610</sub>	218	117	34,10	11,47	35,24
T <sub>67</sub>	221	124	34,73	13,26	39,03
T <sub>810</sub>	218	130	30,22	10,60	34,42
T <sub>19</sub>	217	120	31,26	10,02	30,92
T <sub>68</sub>	230	142	41,73	13,57	34,24
T <sub>16</sub>	238	135	43,24	16,11	38,03
T <sub>13</sub>	223	131	32,28	11,62	35,32
T <sub>25</sub>	233	133	35,91	13,15	36,01
T <sub>56</sub>	228	128	30,70	11,05	36,49
T <sub>34</sub>	233	123	36,80	12,37	33,61
T <sub>310</sub>	227	123	33,76	12,36	36,10
T <sub>28</sub>	215	120	38,53	13,51	34,52
T <sub>45</sub>	227	122	36,82	12,22	32,91
T <sub>14</sub>	240	137	34,35	10,23	29,48
T <sub>58</sub>	215	123	34,33	11,56	35,54
T <sub>36</sub>	230	130	34,30	11,69	33,63
T <sub>26</sub>	227	133	36,77	11,21	29,57
<b>Médias</b>	<b>222</b>	<b>123</b>	<b>35,05</b>	<b>12,21</b>	<b>34,90</b>
<b>DMS-t (5%)</b>	<b>36,00</b>	<b>32,02</b>	<b>18,69</b>	<b>7,54</b>	<b>10,75</b>
P30F90	236	120	41,20	13,10	31,72
AG1051	225	138	35,92	12,38	35,01
DKB747	198	99	33,72	13,12	38,24
DKB333	197	97	35,03	12,73	35,40
<b>Médias</b>	<b>214</b>	<b>113</b>	<b>36,47</b>	<b>12,83</b>	<b>35,09</b>

<sup>1</sup> = 1: XB8028; 2: VALENT; 3: CD307; 4: P30F90; 5: Pointer; 6: SHS4070; 7: BRS3003; 8: AG1051; 9: 2B619; 10: DKB466.

O teor de matéria seca (%MS) na silagem variou de 29,48 (T<sub>14</sub>) a 39,03% (T<sub>67</sub>), com média de 34,90% (Tabela 3). Apesar dessa variação, a maioria dos híbridos apresentou teor de MS adequada para ensilagem. A porcentagem ideal de MS para que ocorra boa fermentação quando a forragem for ensilada é de 28% a 40% (BARRIÈRE et al., 1997). Teor de matéria seca inferior a 25% propicia ambiente favorável à proliferação e ao desenvolvimento de microrganismos indesejáveis e também perdas de nutrientes por lixiviação, e intensa degradação de proteínas (EVANGELISTA et al., 1986).

O conhecimento do teor de MS presente na forragem é de grande importância na avaliação da qualidade do material, pois ele funciona como um controlador do crescimento de bactérias durante o processo de ensilagem e está associado com o consumo animal, conseqüentemente com o desempenho animal., Mendes et al., (2008)

encontraram valores variando de 32 a 36% em híbridos de milho forrageiro. Zago (1991), citado por Demarchi et al., (1995) e Mello et al., (2005), obteve os melhores resultados de produção, digestibilidade e consumo voluntário na faixa de 37 a 43% de MS.

É evidente a importância da determinação da qualidade da planta inteira, por meio da avaliação da digestibilidade da matéria seca e também de outras características bromatológicas como, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e teor de proteína PB. A identificação de combinações híbridas que associam melhor essas características é promissora para os programas de melhoramento de milho para silagem.

Para a característica DIVMS, as médias variaram de 45,15% (T<sub>26</sub>) a 73,73% (T<sub>47</sub>), com média geral de 61,51% entre as combinações híbridas e de 61,27% entre as testemunhas. Das 45 combinações híbridas, 67% apresentaram estimativas de digestibilidade acima do valor da média geral das combinações e das testemunhas, o que evidencia a qualidade das combinações híbridas e do potencial do germoplasma utilizado (Tabela 4). Seis combinações híbridas apresentaram DIVMS superiores a todas as testemunhas (T<sub>47</sub>, T<sub>46</sub>, T<sub>24</sub>, T<sub>17</sub>, T<sub>15</sub>, T<sub>12</sub>), sendo o melhor tratamento 10% superior a melhor testemunha (AG1051).

**Tabela 4.** Médias ajustadas das características proteína bruta (PB,%), fibra em detergente neutro (FDN,%), fibra em detergente ácido (FDA,%) e digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS,%) de 45 combinações híbridas de milho obtidos da geração F1. Viçosa-UFV, 2008<sup>1</sup>

Híbridos <sup>2</sup>	PB <sup>2</sup> (%)	FDN <sup>2</sup> (%)	FDA <sup>2</sup> (%)	DIVMS (%)
T <sub>47</sub>	7,86	45,00	19,99	73,73
T <sub>46</sub>	6,75	50,26	25,26	69,02
T <sub>24</sub>	6,87	49,67	24,00	68,93
T <sub>17</sub>	7,17	41,58	20,84	67,84
T <sub>15</sub>	7,53	45,66	22,56	67,18
T <sub>12</sub>	8,86	54,92	26,56	66,76
T <sub>57</sub>	7,47	52,68	32,61	66,08
T <sub>79</sub>	11,01	54,08	24,91	65,93
T <sub>410</sub>	6,61	47,19	24,41	65,83
T <sub>89</sub>	7,98	44,14	21,06	65,82
T <sub>27</sub>	7,19	48,08	23,40	65,77
T <sub>48</sub>	6,39	52,93	27,72	65,35
T <sub>18</sub>	8,58	49,17	22,26	64,91
T <sub>49</sub>	7,06	50,69	25,04	64,55
T <sub>78</sub>	7,88	54,77	23,29	64,27
T <sub>59</sub>	8,04	47,44	26,58	64,18
T <sub>710</sub>	8,33	49,64	24,68	64,13
T <sub>210</sub>	6,67	50,97	28,28	64,00
T <sub>110</sub>	7,15	45,22	21,78	63,91
T <sub>35</sub>	9,12	46,63	20,28	63,81
T <sub>29</sub>	8,03	48,39	24,00	63,71
T <sub>23</sub>	7,13	51,96	23,66	63,69
T <sub>510</sub>	8,81	48,11	23,78	63,64
T <sub>37</sub>	8,42	50,00	25,31	63,58
T <sub>39</sub>	8,54	49,21	22,94	63,53
T <sub>69</sub>	7,45	52,61	27,87	63,52
T <sub>910</sub>	6,88	56,13	24,66	62,39
T <sub>38</sub>	7,45	53,73	28,19	62,12
T <sub>610</sub>	7,01	52,34	26,15	60,81
T <sub>67</sub>	8,03	47,08	23,47	60,69
T <sub>810</sub>	8,73	53,96	26,22	60,52
T <sub>19</sub>	9,75	52,99	25,06	60,36
T <sub>68</sub>	7,19	49,54	24,95	60,16
T <sub>16</sub>	8,40	53,28	26,89	59,97
T <sub>13</sub>	8,25	50,30	24,81	59,00
T <sub>25</sub>	7,95	51,47	22,61	58,27
T <sub>56</sub>	6,43	56,41	27,70	56,75
T <sub>34</sub>	7,28	53,98	28,48	55,53
T <sub>310</sub>	6,40	53,51	28,05	54,70

**Tabela 4.** Continuação.

T <sub>28</sub>	9,02	53,49	25,20	50,95
T <sub>45</sub>	7,70	57,34	28,00	49,84
T <sub>14</sub>	7,91	59,38	31,22	49,66
T <sub>58</sub>	7,41	58,72	28,06	48,85
T <sub>36</sub>	6,74	60,29	32,54	48,52
T <sub>26</sub>	8,64	57,87	27,28	45,15
<b>Médias</b>	<b>7,78</b>	<b>51,40</b>	<b>25,39</b>	<b>61,51</b>
<b>DMS-t (5%)</b>	<b>3,92</b>	<b>15,98</b>	<b>11,86</b>	<b>21,85</b>
P30F90	6,6	53,28	24,86	51,69
AG1051	7,8	51,81	23,64	66,36
DKB747	8,5	47,51	21,75	60,74
DKB333	7,9	53,28	23,78	66,29
<b>Médias</b>	<b>7,70</b>	<b>51,47</b>	<b>23,51</b>	<b>61,27</b>

<sup>1</sup> = 1: XB8028; 2: VALENT; 3: CD307; 4: P30F90; 5: Pointer; 6: SHS4070; 7: BRS3003; 8: AG1051; 9: 2B619; 10: DKB466.

<sup>2</sup> = Expresso em % da MS.

A amplitude de variação com valores altos e baixos da digestibilidade da matéria seca entre as combinações não está associada com a origem dos híbridos e sim pelo potencial genético dos híbridos em formar combinações com melhor qualidade das fibras presentes nos colmos. Segundo Nussio, (1991), a qualidade da fibra do colmo deve-se principalmente às características de comportamento agrônômico diferenciado, que pode ser percebido pelos cortes histológicos dos mesmos apresentando células de diferentes tamanhos, resultantes de programas de melhoramento genético com o objetivo de aumentar a resistência do colmo ao acamamento e a agentes patogênicos. Argillier et al., (2000), encontraram variação de 68,0 a 75,7 % na DIVMS entre híbridos obtidos de linhagens de milho forrageiro de diferentes valores de digestibilidade, avaliados em três locais na França. Variação genética para a característica DIVMS foi observada em 165 genótipos de híbridos de milho bm3 (brown midrib) em 560 mini-silos, com variação de 65,6% a 78,2%, com média de 71,0% (BARRIÈRE et al., 2003). É importante destacar que híbridos de nervura marrom apresentam maior digestibilidade da matéria seca e conseqüentemente melhor desempenho dos animais.

As variações das médias dos híbridos quanto aos constituintes de parede celular foram respectivamente de 41,58% (T<sub>17</sub>) a 60,29% (T<sub>36</sub>) para FDN e de 19,99% (T<sub>47</sub>) a 32,61% (T<sub>57</sub>) para FDA. As combinações híbridas que apresentaram menores médias de FDN foram T<sub>17</sub> (41,58%), T<sub>89</sub> (44,14%), T<sub>47</sub> (45,0%), T<sub>110</sub> (45,22%), T<sub>15</sub> (45,66%), T<sub>35</sub> (46,63%) (Tabela 4). De maneira geral, os teores de FDN foram semelhantes aos

geralmente encontrados nos cultivares brasileiros, cujas variações observadas têm sido de 42% a 70% (MELO et al., 1999; FONSECA, 2000). Argillier et al., (2000) encontraram variação de 40,3 a 49,8% para FDN ao avaliar linhagens de milho forrageiro e 38,0 a 45,3% ao avaliar híbridos de milho forrageiro obtidos dessas linhagens. Segundo Van Soest (1994), valores de FDN acima de 60% têm correlação negativa com o consumo de MS.

Segundo Fancelli e Dourado Neto (2000), o teor considerado ideal de FDA na silagem de milho, deve ser abaixo de 30%, e portanto a maioria dos híbridos testados encontram-se dentro dos padrões aceitáveis, levando em conta que na média geral, o valor de FDA foi de 25,39%. As combinações que apresentaram menores médias para FDA foram T<sub>47</sub> (19,99), T<sub>35</sub> (20,28%), T<sub>17</sub> (20,84%), T<sub>89</sub> (21,06%), T<sub>110</sub> (21,78%) e T<sub>18</sub> (22,26%) (Tabela 4).

Dentre as combinações híbridas que apresentaram maiores médias para característica DIVMS, destacam-se P30F90 x BRS3003, Valent x P30F90, XB8028 x BRS3003, XB8028 x Pointer, AG1051 x 2B619 e Valent x BRS 3003 que apresentaram as menores médias para as características FDN e FDA (Tabela 4). Isso indica que esses híbridos apresentaram qualidade de fibra superior, o que é desejável, pois muitos trabalhos têm demonstrado que elevado conteúdo de fibras tem impacto negativo na digestibilidade em milho e em outras espécies forrageiras (CASLER e JUNG, 1999). Vale destacar que variabilidade genética para estas características tem sido relatada em germoplasma de milho em clima tropical e temperado. Práticas de seleção nos programas de melhoramento têm alterado os níveis de componentes da parede celular em híbridos de milho (BARRIÈRE et al., 2003).

Para a PB, as médias variaram entre 6,39% (T<sub>48</sub>) a 11,01% (T<sub>79</sub>), sendo que metade das combinações híbridas apresentaram estimativas acima da média geral de 7,78% e da média das testemunhas de 7,70% (Tabela 4). As combinações híbridas que se destacaram com maiores médias para PB foram T<sub>79</sub> (11,01%), T<sub>19</sub> (9,75), T<sub>35</sub> (9,12), T<sub>28</sub> (9,02%), T<sub>12</sub> (8,86%) e T<sub>510</sub> (8,81%) (Tabela 4). As estimativas de PB se mostram semelhantes quando comparadas com resultados dos híbridos americanos e europeus que possuem teores de proteína superior a 7,7% como apresentado nos trabalhos de Allen et al., (1990) e Ferret et al., (1997) que observaram teores de PB entre 5,70 e 8,10%. Os valores encontrados foram superiores aos de Villela et al., (2003), que registrou variação de 6,8 a 7,4%, ao avaliar o efeito da época de semeadura, novembro e

dezembro, na qualidade da silagem de milho obtida de diferentes híbridos comerciais, na região de Lavras.

Dentre as combinações híbridas com maiores médias para DIVMS, as que apresentaram maiores médias para PB foram XB8028 x Valent (T<sub>12</sub>), BRS3003 x 2B619 (T<sub>79</sub>), XB8028 x AG1051(T<sub>18</sub>), Pointer x 2B619 (T<sub>59</sub>), BRS3003 x DKB466 (T<sub>710</sub>), AG1051 x 2B619 (T<sub>89</sub>), P30F90 x BRS3003 (T<sub>47</sub>) e CD307 x Pointer (T<sub>35</sub>) (Tabela 4). Essas combinações associam melhor qualidade de fibras com qualidade protéica sendo portanto são bastante promissores aos programas de melhoramento.

As combinações P30F90 x BRS3003 (T<sub>47</sub>), CD307 x Pointer (T<sub>35</sub>) e BRS3003 x 2B619 (T<sub>79</sub>), merecem destaque, pois apresentaram os melhores resultados para qualidade de fibra, com DIVMS de 73,73%, 63,81% e 65,93%, respectivamente e adequadas médias para as características FDN 45, 46,63 e 54,08% e FDA 19,99, 20,28 e 24,91%, além disso apresentaram médias adequadas para as características PMS 13,72 t/ha, 12,81 t/ha e 11,54 t/ha e PB 7,86%, 9,12% e 11,01% (Tabela 4).

#### **4.2 Análise Dialélica das populações F1 de híbridos comerciais**

Os quadrados médios referentes à CGC e CEC foram significativos pelo teste F a 5% para as características PB, FDN e DIVMS indicando que os genitores diferem nas suas frequências alélicas médias e que os efeitos gênicos aditivos e não aditivos estão envolvidos no controle das características (Tabela 5). De acordo com estes resultados, os parentais envolvidos neste dialelo poderiam ser explorados em programas de melhoramento, com a finalidade de obtenção de novos cultivares e/ou híbridos em virtude da existência de variabilidade aditiva e não-aditiva.

**Tabela 5.** Estimativas dos quadrados médios da capacidade geral de combinação (CGC), da capacidade específica de combinação (CEC), do resíduo, e média dos quadrados dos efeitos para AP: Altura de planta (cm); AE: Altura de espiga (cm); PMV: Produtividade de matéria verde (t/ha); PMS: Produtividade matéria seca (t/ha); MS: Matéria seca (%); PB: Proteína bruta (%); FDN: Fibra em detergente neutro (%); FDA: Fibra em detergente ácido (%); DIVMS: Digestibilidade in vitro da MS (%) das combinações híbridas oriundos de F1 em 2008. Viçosa-UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios								
		AP	AE	PMV	PMS	MS	PB	FDN	FDA	DIVMS
Tratamentos	44	201,93*	140,21*	23,33ns	3,42ns	8,58*	1,82*	35,61*	17,03*	77,23*
CGC	9	621,4*	457,17*	21,62ns	2,27ns	11,82*	2,82*	27,96*	12,83ns	108,27*
CEC	35	94,07ns	58,71ns	23,77ns	3,72ns	7,75ns	1,56*	37,57*	18,10*	69,25*
Resíduo	96	70,61	59,02	22,13	3,08	5,28	0,71	10,76	8,58	26,35
Média Geral		221	123	35,04	12,20	34,90	7,77	51,39	25,39	61,53
Componentes quadráticos										
CGC		34,42	24,88	-0,03	-0,05	0,40	0,13	1,07	0,26	5,11
CEC		11,72	-0,15	0,82	0,32	1,23	0,425	13,40	4,76	21,44

\* = Significativo no nível de 5% de probabilidade pelo teste F e ns = Não significativo

Para as características de qualidade PB, FDN e DIVMS, os efeitos dos componentes quadráticos associados à CEC foram maiores do que aqueles associados à CGC, havendo predominância dos efeitos gênicos não-aditivos (Tabela 5). Por isso, a estratégia de melhoramento mais adequada é a exploração desses efeitos pela obtenção de híbridos e avaliação dessas características nas combinações híbridas. Deste modo um programa de obtenção de híbridos intervarietais poderia ser o mais indicado, como realizado nesse trabalho.

Roth et al., (1970), Dhillon et al., (1990) e Silva, (2002) trabalharam com as características FDN, FDA e lignina e observaram efeitos significativos tanto para a CGC quanto para a CEC, porém os efeitos aditivos foram os de maiores importância. Portanto, na obtenção de combinações híbridas com menores porcentagens de FDN e FDA, a introdução de outros genótipos com menores médias para essas características pode ser a melhor alternativa para explorar o efeito de heterose e reduzir as médias dessas características no germoplasma comercial como observados pelos autores citados.

Para a característica FDA somente a CEC foi significativa, indicando que os efeitos não aditivos estão envolvidos no controle dessa característica, dessa forma um programa de produção de híbridos seria o recomendado (Tabela 5).

Os quadrados médios para CGC foram significativos e o CEC não significativos para as características AP, AE, e teores de MS (Tabela 5). Isso indica que os genitores diferiram nas contribuições para aumentar as frequências alélicas médias e que efeitos gênicos aditivos predominaram no controle dessas características e que a seleção pode ser realizada nos próprios genitores.

As características de produtividade de matéria seca e matéria verde não apresentaram efeito significativo para CGC e CEC, o que indica os mesmos alelos entre os genitores para essas características (Tabela 5). A ausência de significância, no entanto, evidencia que os parentais não apresentam entre si um apreciável grau de complementação gênica em relação às frequências dos alelos nos locos que apresentam dominância (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992). Vale ser ressaltado que mesmo indicando falta de complementação alélica entre os híbridos para as características de produtividade, as combinações híbridas apresentaram médias adequadas de 35,05 t/ha PMV e 12,21 t/ha PMS. Atualmente os melhoristas não têm interesse em aumentar altura de plantas como objetivo de obter materiais de maior produtividade de matéria verde, principalmente devido a alta densidade de plantio, da necessidade de adubações intensa e também das correlações negativas com as características de qualidade.

As estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação ( $\hat{G}_i$ ) proporcionam informações sobre a concentração de genes de efeitos aditivos. Portanto, os genitores com estimativas altas e positivas de  $\hat{G}_i$  são os que mais contribuem para o aumento da expressão do caráter, enquanto aqueles com valores altos e negativos contribuem com a redução de sua manifestação.

Com relação aos efeitos da CGC ( $\hat{G}_i$ ) para DIVMS, verifica-se que o cultivar BRS3003 é o genitor que promove maiores ganhos genéticos no incremento do caráter, seguido pelos 2B619, DKB466, P30F90 e XB8028 (Tabela 6). Diversos trabalhos têm demonstrado a relação entre a digestibilidade da silagem e o desempenho animal, o que indica que híbridos de milho mais digestíveis resultam em melhor eficiência alimentar e, conseqüentemente, em melhor desempenho dos animais (BARRIÈRE et al., 1992).

**Tabela 6.** Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação ( $\hat{G}_i$ ) para nove características de dez híbridos de milho em 2008. Viçosa, UFV, 2008

Genótipos	Efeitos <sup>1</sup>								
	AP	AE	PMV	PMS	MS	PB	FDN	FDA	DIVMS
BRS3003	-5,175	-4,825	1,217	0,634	0,947	0,418	-2,456	-1,252	5,000
2B619	-10,925	-11,825	-1,176	-0,558	-0,443	0,590	-0,860	-0,800	2,926
DKB466	-0,425	-0,575	-0,243	0,024	0,407	-0,428	-0,686	-0,064	1,255
P30F90	12,200	4,300	1,490	0,136	-1,143	-0,698	0,484	0,699	0,666
XB8028	1,325	5,050	-0,212	-0,323	-1,616	0,448	-1,257	-0,817	0,413
Valent	-1,300	0,800	-0,155	0,261	0,205	0,043	0,532	-0,442	-0,846
AG1051	-1,300	2,490	-0,420	-0,333	-0,271	0,077	0,986	-0,196	-1,518
Pointer	-2,800	-1,700	-0,090	0,066	0,622	0,055	0,237	0,457	-1,684
CD307	2,450	-0,075	-2,121	-0,311	0,904	-0,085	0,881	0,717	-3,077
SHS4070	5,950	6,300	1,520	0,404	0,387	-0,421	2,139	1,698	-3,135

<sup>1</sup> = AP: Altura de planta (cm); AE: Altura de espiga (cm); PMV: Produtividade matéria verde (t/ha); PMS: Produtividade matéria seca (t/ha); MS: Matéria seca (%); PB: Proteína bruta (%); FDN: Fibra em detergente neutro (%); FDA: Fibra em detergente ácido (%); DIVMS: Digestibilidade in vitro da matéria seca (%)

Dentre estes híbridos comerciais que apresentaram maiores estimativas para DIVMS, BRS3003, 2B619, DKB466 e XB8028 apresentaram estimativas negativas para FDN e FDA (Tabela 6), indicando a contribuição desses híbridos na formação de cultivares de melhor qualidade de fibra, sendo, portanto promissores quando o objetivo do programa de melhoramento for incrementar a digestibilidade dos componentes da parede celular.

Para a característica PB, os híbridos BRS3003, 2B619 e XB8028 apresentaram as maiores estimativas positivas de CGC, indicando a contribuição desses híbridos para aumentar o teor de proteína nas combinações em que participa (Tabela 6). O teor de proteína em silagem de milho é baixo, havendo a necessidade de utilização de suplementos protéicos nas dietas para suprir as necessidades do animal, o que indica que quanto mais protéico for o híbrido menor será a necessidade de utilização desses suplementos reduzindo os custos de produção. Essa característica é importante quando se deseja obter silagem com alto valor nutricional e de alta energia, portanto é de grande importância que esteja associada a esta característica, a produtividade e a digestibilidade, para se obter um cultivar de qualidade.

Para PMV e PMS, os híbridos BRS3003 e SHS4070 apresentaram as maiores estimativas de  $\hat{G}_i$ , o que indica maiores contribuições ao aumento da produtividade nas

combinações híbridas em que participam (Tabela 6). Maiores produtividades reduzem de maneira significativa os custos de produção.

Para AP, constata-se que os híbridos P30F90 e SHS4070 apresentaram maiores estimativas positivas de  $\hat{G}_i$ , o que indicou tendência de aumento na contribuição gênica para altura de plantas nas combinações híbridas (Tabela 6). Essas diferenças encontradas entre os cultivares podem ser explicadas pelas características de cada híbrido quanto ao porte e ao ciclo (Tabela 1), ou seja, quanto mais longo for o ciclo, maior será o porte da planta e conseqüentemente maior será a produção de matéria verde.

Dentre os híbridos, o BRS3003, merece ser destacado pelo seu desempenho per si, por ser o único que associou estimativas positivas de  $\hat{G}_i$  para PMS, PB e DIVMS e negativa para FDA e FDN (Tabela 6). Essa é uma condição muito favorável, pois manifestou bom desempenho para as características que estão associadas com a silagem de boa qualidade.

Os efeitos da capacidade específica de combinação ( $S_{ij}$ ), podem ser interpretados como o desvio do comportamento em relação ao que seria esperado com base nas capacidades gerais de combinação de seus genitores. Assim as maiores estimativas são para os cultivares mais divergentes nas frequências dos genes com dominância, embora sejam também influenciados pela frequência gênica média do dialelo (VENCOSKY, 1970).

Em relação à capacidade específica de combinação, CEC ( $S_{ij}$ ), para a característica DIVMS, as combinações híbridas CHF1-46, CHF1-24, CHF1-23, CHF1-15, CHF1-35, CHF1-12 e CHF1-47 apresentaram desvios com sinais favoráveis e maiores estimativas para esta característica, indicando a complementariedade de alelos favoráveis para o aumento das médias da digestibilidade para essas combinações (Tabela 7). Para a característica DIVMS quanto maior a estimativa de CEC melhor, pois está relacionada com aumento da qualidade de fibra e conseqüentemente com o consumo e desempenho animal e para as características associadas à digestibilidade como FDN e FDA, quanto menor for esta estimativa melhor é o cultivar, pois estes constituintes da parede celular limitam a digestibilidade da planta, o que afeta o valor nutritivo da silagem.

Dentre as melhores combinações para DIVMS, merecem destaque pelas estimativas de capacidade específica de combinação, as combinações híbridas CHF1-

46, CHF1-35 e CHF1-47 que apresentaram desvios com sinais favoráveis para todas as características de interesse, ou seja, positivo para PMV, PMS, PB e DIVMS e negativo para FDA e FDN (Tabela 7). As maiores estimativas para cada característica variaram entre os cruzamentos.

No entanto, as combinações P30F90 x BRS3003 (CHF1-47) e CD307 x Pointer (CHF1-35) apresentaram altas estimativas para PMS, PB e DIVMS, bem como uma das menores estimativa para FDA e FDN e adequadas médias para estas características (Tabela7). Estas combinações híbridas associaram produtividade e qualidade de silagem, podendo assim, serem combinações promissoras na formação de população-base para programas de melhoramento de milho forrageiro.

**Tabela 7.** Estimativa dos efeitos da capacidade específica de combinação ( $S_{ij}$ ) para nove características de milho forrageiro e desvios-padrão (DP) das diferenças entre efeitos de dois híbridos na geração F1 em 2008. Viçosa, UFV, 2008

Efeitos ( $S_{ij}$ ) <sup>1</sup>	AP	AE	PMV	PMS	MS	PB	FDN	FDA	DIVMS
CHF1-46	-0,972	3,000	0,144	0,433	0,024	0,090	-3,760	-2,529	8,463
CHF1- 24	-2,722	0,500	0,359	0,246	1,176	-0,255	-2,742	-1,649	8,104
CHF1-23	-10,972	-8,125	-1,879	-0,447	0,728	-0,607	-0,849	-2,007	6,938
CHF1-15	-9,347	0,250	-1,664	-1,110	-1,486	-0,753	-4,715	-2,470	6,746
CHF1-35	1,527	1,375	1,725	0,848	1,592	1,370	-5,884	-6,285	6,146
CHF1-12	-9,847	-7,250	-4,329	-1,105	1,699	0,589	4,249	2,427	5,308
CHF1-47	8,153	5,125	0,756	0,743	0,224	0,360	-4,424	-4,848	4,998
CHF1-68	3,527	9,750	5,584	-0,112	-0,778	-0,244	-4,981	-1,943	4,567
CHF1-38	7,027	6,125	0,225	0,337	0,014	-0,321	0,467	2,278	4,099
CHF1-69	-3,847	-2,875	-1,589	1,292	1,964	-0,498	-0,065	1,580	4,063
CHF1-18	-4,847	-6,000	-6,134	-2,122	-0,084	0,275	-1,954	-2,117	3,699
CHF1-410	-12,597	-7, 125	-4,612	-0,807	2,634	-0,043	-0,330	-1,617	3,193
CHF1-48	5,277	-2,250	-1,015	0,159	0,892	-0,768	0,064	1,825	3,156
CHF1-510	8,402	-0,125	2,058	1,053	0,769	1,403	-2,836	-2,005	2,973
CHF1-89	-1,597	-1,125	-2,159	-0,425	-0,068	-0,467	-7,382	-3,334	2,866
CHF1-610	-9,347	-12,125	-2,222	-1,164	-0,456	0,080	-0,509	-0,875	2,694
CHF1-57	-4,847	-5,875	2,907	0,953	-0,580	-0,783	3,503	8,014	2,288
CHF1-210	11,903	4,375	1,823	1,678	3,035	-0,725	-0,272	3,394	2,116
CHF1-59	-7,097	-0,875	-0,529	-0,164	0,029	-0,386	-3,333	1,532	1,832
CHF1-56	3,027	0,000	-5,776	-1,627	0,579	-0,983	2,637	0,153	1,433
CHF1-39	5,653	-2,500	2,152	0,913	0,767	0,255	-2,206	-2,368	1,016
CHF1-110	1,277	7,125	5,989	1,182	-2,482	-0,649	-4,231	-2,729	0,987
CHF1-16	8,903	0,250	6,695	3,822	4,358	0,594	1,002	0,618	0,387
CHF1-49	5,902	5,125	3,770	1,255	0,234	-0,612	-4,004	-0,251	0,302
CHF1-78	-0,347	-3,125	3,807	1,062	0,672	-0,395	4,844	-0,652	0,172
CHF1-17	7,027	-4,625	4,818	2,382	1,448	-1,476	-6,101	-2,481	0,092
CHF1-27	-1,347	1,625	-1,648	-1,062	-1,824	-1,050	-1,391	-0,297	-0,009
CHF1-13	-2,597	2,625	-0,623	0,047	1,130	0,108	-0,719	-0,480	-0,271
CHF1-29	1,403	2,625	0,145	0,361	1,146	- 0,383	-2,678	-0,149	-0,436
CHF1-37	-0,097	4,500	-4,922	-1,869	-0,503	0,308	0,179	0,454	-0,778
CHF1-25	15,277	10,500	1,109	0,616	0,280	0,072	-0,695	-2,797	-0,816

**Tabela 7.** Continuação

<b>CHF1-810</b>	-2,097	4,625	-4,162	-1,298	-0,618	1,301	2,264	1,089	-0,833
<b>CHF1-67</b>	-1,597	-0,875	-3,053	0,016	2,794	0,254	-3,999	-2,367	-1,371
<b>CHF1-79</b>	-5,722	-1,750	-0,957	-0,831	-0,805	2,222	6,001	1,571	-2,642
<b>CHF1-710</b>	-1,222	5,000	-1,709	-1,394	-1,426	0,560	1,387	0,605	-2,751
<b>CHF1-910</b>	0,527	-2,000	1,754	0,308	-1,346	-1,062	6,281	0,133	-2,827
<b>CHF1-34</b>	-3,472	-4,625	2,385	0,338	-1,053	0,284	1,218	1,671	-3,874
<b>CHF1-19</b>	4,777	3,375	-2,588	-1,305	-1,922	0,931	3,712	1,287	-4,174
<b>CHF1-310</b>	3,153	-4,000	1,079	0,440	-0,113	-0,866	1,919	2,005	-5,553
<b>CHF1-36</b>	-0,222	0,375	-0,144	-0,609	-2,563	-0,532	5,873	4,733	-7,723
<b>CHF1-28</b>	-4,222	-6,750	4,059	1,374	-0,317	1,120	0,576	0,447	-8,692
<b>CHF1-58</b>	-2,722	-1,250	-0,205	-0,381	0,287	-0,502	6,101	2,408	-9,034
<b>CHF1-45</b>	-4,222	0,250	0,374	-0,189	-1,470	0,563	5,222	1,452	-11,568
<b>CHF1-26</b>	0,527	2,500	0,359	-1,660	-5,924	1,239	3,802	0,631	-12,514
<b>CHF1-14</b>	4,653	4,250	-2,164	-1,790	-2,662	0,380	8,757	5,947	-12,774
<b>DP (Sij)</b>	4,97	4,39	2,75	1,08	1,45	0,49	1,96	1,70	3,20
<b>DP (Sij – Sik)</b>	7,46	6,58	4,12	1,63	2,18	0,74	2,94	2,55	4,80
<b>DP (Sij – Skl)</b>	6,91	6,10	3,82	1,51	2,02	0,68	2,72	2,36	4,44

<sup>1</sup> = 1: XB8028; 2: VALENT; 3: CD307; 4: P30F90; 5: Pointer; 6: SHS4070; 7: BRS3003; 8: AG1051; 9: 2B619; 10: DKB466 e <sup>2</sup> = AP: Altura de planta (cm); AE: Altura de espiga (cm); PMV: Produtividade matéria verde (t/ha); PMS: Produtividade matéria seca (t/ha); MS: Matéria seca (%); PB: Proteína bruta (%); FDN: Fibra em detergente neutro (%); FDA: Fibra em detergente ácido (%); DIVMS: Digestibilidade in vitro da MS (%).

No entanto, a combinação híbrida mais favorável deve ser aquela que apresentar maior estimativa de capacidade específica de combinação, na qual um dos parentais apresente a maior capacidade geral de combinação. Essa combinação híbrida, contudo, deve ser resultado do cruzamento entre o parental selecionado com base na CGC e aquele cuja frequência de alelos favoráveis é superior à frequência média da população e que apresente considerável divergência em relação ao parental com o qual está sendo cruzado (CRUZ e VENCOVSKY, 1989). Assim sendo, esses valores constituem um indicativo importante dos genes que exibem efeitos de dominância e epistasia (SPRAGUE e TATUM, 1942).

A combinação híbrida CD307 x Pointer (CHF1-35) não apresentou nenhum dos genitores com boas estimativas de CGC para as características de interesse (Tabela 6), Isto é indicativo de que um genitor apresenta deficiência que é superada pelo outro, ocorrendo, portanto complementação gênica e heterose, resultando em adequado desempenho médio para essas características, sendo também promissora para ser utilizada no programa de melhoramento.

### 4.3 Avaliação das populações F2 de híbridos comerciais

A utilização de geração avançada (F2) de híbridos comerciais para a obtenção de híbridos intervarietais pode ser uma estratégia para a seleção de genitores promissores para os programas de melhoramento de milho forrageiro. Esta alternativa pode ser viável, pois teoricamente as proporções de gametas produzidos na geração F2 são os mesmos dos obtidos na geração F1. Dessa forma, selecionando genitores bons para as características de qualidade de silagem na geração F2 de híbridos comerciais o programa de melhoramento partiria de genitores promissores para as características desejáveis para silagem de alto valor nutritivo.

Foi verificada a amplitude dos quadrados médios dos resíduos das análises individuais para todas as características, a relação entre o maior e o menor quadrado médio de resíduo foi menor que 7, o que demonstra homogeneidade das estimativas das variâncias residuais, podendo assim realizar a análise conjunta dos ambientes.

Na análise de variância conjunta envolvendo as combinações híbridas obtidas das duas gerações, verificou-se que o coeficiente de variação ficou abaixo de 15% para todas as características agrônômicas e nutritivas, indicando que as combinações híbridas foram avaliados sob adequadas condições experimentais (Tabelas 8 e 9). Ressalta-se que ambos os experimentos foram avaliados nas mesmas condições ambientais utilizando-se os mesmos tratamentos culturais.

Foi constatado na análise de variância conjunta, que a fonte de variação gerações, foi significativa pelo teste F (5%), para as características agrônômicas AP, AE, PMV e PMS (Tabela 8), e MS, FDN e FDA e não significativo para PB e DIVMS (Tabela 9), indicando que para PB e DIVMS, o desempenho das combinações híbridas das gerações F1 e F2 foram semelhantes. Souza Sobrinho et al., (2002) avaliaram o desempenho de híbridos duplos obtidos a partir das gerações F1 e F2 de diferentes híbridos simples, em diferentes locais do Sul de Minas e observaram que o comportamento dos híbridos nas duas gerações foram consistentes para a característica produção de grãos.

Houve diferença significativa a ( $P < 0,05$ ) para a interação tratamento x gerações para as características AP, AE, MS, PB, FDN e FDA indicando que o comportamento das combinações híbridas não foi consistente nas duas gerações. Por outro lado não

verificou-se diferença significativa para as características PMV, PMS e DIVMS. (Tabelas 8 e 9).

Pelo desdobramento da interação em geração dentro de tratamentos, pode-se observar a não significância para a maioria das combinações, sendo representada por 52,5% das combinações híbridas para as características agronômicas e 43% para as características nutricionais (Tabelas 8 e 9). Isso indica que a maioria das combinações apresentou desempenho consistente de uma geração para a outra, o que é realçado pelos valores médios encontrados para as características nas duas gerações, em que as diferenças não foram expressivas. Existem poucos trabalhos na literatura comparando combinações híbridas oriundas de duas gerações. Vanques (1969) e Manrique e Nevado (1970) citado por Souza Sobrinho, (2002) observaram que híbridos duplos derivados da geração F1 foi 5% mais produtivo do que os derivados da geração F2. Esses autores relataram que provavelmente isto ocorreu devido a uma deficiente amostragem na obtenção da geração F2 dos híbridos simples. Lobato et al., (2005) ao avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de híbridos duplos obtidos a partir de geração F1 e F2, observaram que o desempenho dos híbridos da geração F2 foi inferior aos obtidos de F1, o que dificultaria a sua possível utilização comercialmente para produção de sementes.

**Tabela 8.** Resultado da análise de variância conjunta das características altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), produtividade matéria verde (PMV, t/ha), produtividade matéria seca (PMS, t/ha) das combinações híbridas obtidas de F1 e F2. Viçosa-MG, 2008

FV	GL	Quadrados Médios			
		AP	AE	PMV	PMS
Repetição	1	2,69	28,69	4,00	0,09
Tratamentos	48	383,12*	327,09*	31,49*	3,86 <sup>ns</sup>
Gerações	1	4178,69*	4990,41*	799,75*	196,04*
T x G	48	113,31*	115,81*	21,24 <sup>ns</sup>	2,77 <sup>ns</sup>
G/T <sub>12</sub>	1	1,00	4,00	1,55	1,35
G/T <sub>13</sub>	1	30,25	400,0*	20,65	4,95
G/T <sub>14</sub>	1	210,25	144,0	5,35	0,49
G/T <sub>15</sub>	1	0,25	289,0*	0,06	0,007
G/T <sub>16</sub>	1	169,0	110,25	173,71*	51,98*
G/T <sub>17</sub>	1	72,25	25,0	114,49*	20,52*
G/T <sub>18</sub>	1	169,0	0,25	2,94	0,26
G/T <sub>19</sub>	1	4,0	90,25	14,10	0,31
G/T <sub>110</sub>	1	4,0	132,25	40,38	1,21
G/T <sub>23</sub>	1	2,25	144,0	25,0	4,49
G/T <sub>24</sub>	1	90,25	256,0*	28,83	2,75
G/T <sub>25</sub>	1	600,25*	529,0*	28,89	4,79
G/T <sub>26</sub>	1	506,25*	420,25*	43,23	0,172
G/T <sub>27</sub>	1	210,25	144,0	56,92	11,02*
G/T <sub>28</sub>	1	16,0	2,25	62,09	11,22*
G/T <sub>29</sub>	1	225,0	484,0*	69,47	10,20
G/T <sub>210</sub>	1	196,0	132,25	0,030	2,92
G/T <sub>34</sub>	1	56,25	2,25	21,16	8,43
G/T <sub>35</sub>	1	81,0	100,0	30,47	10,85*
G/T <sub>36</sub>	1	42,25	289,0*	0,36	0,30
G/T <sub>37</sub>	1	240,25	342,25*	26,83	1,14
G/T <sub>38</sub>	1	132,25	462,25*	147,13*	22,37*
G/T <sub>39</sub>	1	961,0*	324,0*	77,26*	9,03
G/T <sub>310</sub>	1	324,0*	400,0*	36,36	5,66
G/T <sub>45</sub>	1	100,0	169,0	39,62	2,26
G/T <sub>46</sub>	1	289,0	196,0	64,08	5,85
G/T <sub>47</sub>	1	484,0*	342,25*	55,42	6,76
G/T <sub>48</sub>	1	729,0*	380,25*	68,64	17,01*
G/T <sub>49</sub>	1	144,0	144,0	45,22	10,89*
G/T <sub>410</sub>	1	16,0	30,25	0,05	0,94
G/T <sub>56</sub>	1	484,0*	420,25*	47,61	0,25
G/T <sub>57</sub>	1	12,25	100,0	22,84	2,54
G/T <sub>58</sub>	1	72,25	12,25	0,31	0,67
G/T <sub>59</sub>	1	1,0	6,25	5,83	3,96

**Tabela 8.** Continuação.

G/T <sub>510</sub>	1	324,0*	16,0	26,01	12,85*
G/T <sub>67</sub>	1	625,0*	625,0*	12,74	10,62*
G/T <sub>68</sub>	1	756,25*	1296,0*	111,51*	22,65*
G/T <sub>69</sub>	1	182,25	182,25	18,06	5,31
G/T <sub>610</sub>	1	72,25	49,0	32,83	0,01
G/T <sub>78</sub>	1	12,25	2,25	3,64	2,68
G/T <sub>79</sub>	1	12,25	81,0	16,52	0,64
G/T <sub>710</sub>	1	56,25	64,0	2,92	2,41
G/T <sub>89</sub>	1	2,25	0,25	5,08	1,02
G/T <sub>810</sub>	1	784,0*	1089,0*	64,88	13,14*
G/T <sub>910</sub>	1	36,0	72,25	11,28	1,84
G/P30F90	1	25,0	1,0	52,85	5,59
G/AG1051	1	4,0	12,25	2,62	0,36
G/DKB747	1	42,25	20,25	70,89	11,18*
G/DKB333	1	9,0	12,25	10,82	1,14
Resíduo	97	76,94	69,27	19,81	2,90
Média		216	117	33,14	11,25
CV(%)		4,04	7,08	13,43	15,14

\* = significativo em nível de 5% e ns = não significativo pelo teste F. 1: XB8028; 2: VALENT; 3:CD307; 4: P30F90; 5: Pointer; 6: SHS4070; 7: BRS3003; 8: AG1051; 9: 2B619; 10: DKB466.

**Tabela 9.** Resultado da análise de variância conjunta das características matéria seca (MS %), proteína bruta (PB %), fibra em detergente neutro (FDN %), fibra em detergente ácido (FDA %) e digestibilidade in vitro da MS (DIVMS das combinações híbridas obtidas de F1 e F2. Viçosa-MG, 2008

FV	GL	Quadrados Médios <sup>1</sup>				
		MS	PB	FDN	FDA	DIVMS
Repetição	1	6,182	0,235	52,94	90,14	2104,9
Tratamentos	48	12,07*	1,63*	33,36*	13,31*	127,49*
Gerações	1	175,3*	2,72 <sup>ns</sup>	218,5*	146,6*	56,64 <sup>ns</sup>
T x G	48	8,45*	2,07*	31,55*	18,25*	15,25 <sup>ns</sup>
G/T <sub>12</sub>	1	5,52	0,29	3,78	15,68	4,75
G/T <sub>13</sub>	1	5,26	0,05	27,98	0,51	0,09
G/T <sub>14</sub>	1	18,49	0,96	41,53	64,48*	41,53
G/T <sub>15</sub>	1	0,02	0,29	4,51	0,28	5,19
G/T <sub>16</sub>	1	58,44*	0,0006	20,11	7,10	1,04
G/T <sub>17</sub>	1	4,45	1,22	176,8*	32,14*	0,60
G/T <sub>18</sub>	1	0,0004	0,02	28,40	22,89	4,34
G/T <sub>19</sub>	1	4,97	2,68	0,003	11,22	3,66
G/T <sub>110</sub>	1	6,15	0,05	52,78*	3,15	22,75
G/T <sub>23</sub>	1	1,28	0,102	9,27	0,60	20,74
G/T <sub>24</sub>	1	0,41	4,51*	6,47	7,37	50,12

**Tabela 9.** Continuação.

G/T <sub>25</sub>	1	1,56	1,25	0,50	0,69	70,47
G/T <sub>26</sub>	1	21,34*	0,79	65,12*	31,97*	71,65
G/T <sub>27</sub>	1	7,34	1,83	104,65*	0,008	17,05
G/T <sub>28</sub>	1	3,51	3,31*	7,75	16,76	0,11
G/T <sub>29</sub>	1	0,79	0,46	34,92	0,45	5,61
G/T <sub>210</sub>	1	19,49	2,46	12,74	68,72*	40,0
G/T <sub>34</sub>	1	18,53	0,24	4,45	31,24*	124,76
G/T <sub>35</sub>	1	18,57	2,25	10,66	1,25	0,001
G/T <sub>36</sub>	1	0,80	3,70*	84,27*	156,25*	3,11
G/T <sub>37</sub>	1	10,72	2,40	2,85	12,67	2,94
G/T <sub>38</sub>	1	3,64	0,14	73,87*	55,87*	66,50
G/T <sub>39</sub>	1	0,14	0,22	4,55	2,37	3,96
G/T <sub>310</sub>	1	0,50	0,41	29,97	69,97*	52,99
G/T <sub>45</sub>	1	3,76	1,75	92,54*	41,66*	10,92
G/T <sub>46</sub>	1	0,60	1,69	19,62	3,08	13,50
G/T <sub>47</sub>	1	0,0001	0,04	2,92	0,12	0,40
G/T <sub>48</sub>	1	22,04*	0,85	75,60*	1,11	2,44
G/T <sub>49</sub>	1	9,85	0,50	1,97	15,01	0,008
G/T <sub>410</sub>	1	15,09	4,0*	3,98	3,51	6,05
G/T <sub>56</sub>	1	60,60*	6,17*	0,42	0,64	0,21
G/T <sub>57</sub>	1	0,01	1,71	0,20	171,21*	0,0002
G/T <sub>58</sub>	1	4,51	0,04	5,04	0,17	14,55
G/T <sub>59</sub>	1	16,0	0,28	84,64*	0,09	0,31
G/T <sub>510</sub>	1	27,45*	1,57	60,68*	8,76	18,83
G/T <sub>67</sub>	1	34,86*	0,21	59,67*	2,64	0,16
G/T <sub>68</sub>	1	26,67*	21,34*	73,27	0,02	0,51
G/T <sub>69</sub>	1	8,09	8,41*	0,001	21,66	9,27
G/T <sub>610</sub>	1	38,13*	2,40	37,94	0,78	0,01
G/T <sub>78</sub>	1	6,86	1,04	8,82	12,28	46,10
G/T <sub>79</sub>	1	3,51	12,81*	17,43	0,97	12,46
G/T <sub>710</sub>	1	38,56*	2,43	99,90*	4,24	0,006
G/T <sub>89</sub>	1	25,80*	0,03	136,30*	79,83*	0,01
G/T <sub>810</sub>	1	15,28	0,0	56,25*	0,51	17,26
G/T <sub>910</sub>	1	0,61	0,79	0,78	9,24	0,82
G/P30F90	1	0,14	2,60	10,49	7,45	1,06
G/AG1051	1	10,04	0,82	0,48	8,15	0,04
G/DKB747	1	0,18	0,90	72,93*	14,63	17,51
G/DKB333	1	0,35	0,11	3,11	1,26	2,10
Resíduo	97	5,57	0,86	13,85	7,64	62,49
Média		33,96	7,89	52,47	24,37	62,02
CV(%)		6,95	11,77	7,09	11,34	12,74

\* = significativo em nível de 5% e ns = não significativo pelo teste F. 1: XB8028; 2: VALENT; 3:CD307; 4: P30F90; 5: Pointer; 6: SHS4070; 7: BRS3003; 8: AG1051; 9: 2B619; 10: DKB466.

Para a característica PMS, as combinações híbridas não apresentaram diferenças significativas na análise de variância individual pelo teste F a 5%, na geração F2 (Tabela 10), evidenciando que as combinações híbridas não apresentaram variabilidade genética para esta característica. Ressalta-se que os híbridos comerciais selecionados para serem utilizados como parentais já apresentavam adequadas médias de produtividade de matéria verde e seca, na região Sudeste de Minas Gerais.

**Tabela 10.** Resumo da análise de variância individual para as características altura de planta (AP,cm), altura de espiga (AE, cm), produtividade matéria verde (PMV, t/ha), produtividade matéria seca (PMS, t/ha), e teores de matéria seca (MS%), proteína bruta (PB, %), fibra em detergente neutro (FDN,%) e fibra em detergente ácido (FDA,%) e Digestibilidade in vitro da MS (DIVMS,%) das combinações híbridas obtidas de F2. Viçosa-MG, 2008

FV	GL	Quadrados Médios								
		AP	AE	PMV	PMS	MS	PB	FDN	FDA	DIVMS
Blocos	1	36,73	149,39	29,76	1,51	2,56	1,34	34,69	27,30	1283,07
Tratamentos	48	243,51*	213,10*	30,67*	3,53 <sup>ns</sup>	11,76*	2,04*	29,44*	12,42*	66,39*
Resíduo	48	83,88	70,29	17,22	2,70	5,97	0,93	17,20	6,77	56,91
Média Geral		212	112	31,12	10,25	33,02	8,0	53,53	23,50	62,56
CV(%)		4,31	6,26	13,33	16,82	7,40	12,06	7,74	11,07	12,05

\* = significativo em nível de 5% e ns = não significativo pelo teste F.

Para DIVMS, houve diferença significativa na análise de variância individual e não significância para a fonte de variação interação TxG, infere-se que houve diferença entre as combinações híbridas F1 e F2 e que o desempenho dessas combinações híbridas foram consistentes nas diferentes gerações. (Tabela 9). Verificou-se também que as médias gerais das combinações híbridas obtidas de F1 e F2 não foram tão expressivas, apresentando média de 61,51% para as combinações híbridas obtidas de F1 e 62,63% para F2 (Tabela 12).

A combinação híbrida que apresentou maior produtividade de matéria seca obtida de híbridos F1 (T<sub>16</sub>) apresentou 16,11 t/ha e foi 5,7% superior a combinação híbrida obtida de F2 de maior desempenho T<sub>57</sub>, que apresentou 15,18 t/ha (Tabela 11). Sendo que na média a superioridade das combinações híbridas F1 foi de 16,5% em relação às combinações híbridas F2. A diminuição na produtividade quando se utilizou a geração F2, ocorreu possivelmente devido a problemas de amostragem dos indivíduos da geração F2 para obtenção dos híbridos.

**Tabela 11.** Médias ajustadas das características altura de planta (AP), altura de espiga (AE), produtividade matéria verde (PMV), produtividade matéria seca (PMS) das 45 combinações híbridas de milho em diferentes gerações. Viçosa-UFV, 2008<sup>1</sup>

Híbridos <sup>2</sup>	AP (cm)		AE (cm)		PMV (t/ha)		PMS (t/ha)	
	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2
T <sub>12</sub>	212 a	213 a	122 a	126 a	30,54 a	30,42 a	11,04 a	10,04 a
T <sub>13</sub>	223 a	218 a	131 a	114 b	32,28 a	28,53 a	11,62 a	9,46 a
T <sub>14</sub>	240 a	227 a	137 a	130 a	34,35 a	32,42 a	10,23 a	10,96 a
T <sub>15</sub>	211 a	211 a	127 a	114 b	33,27 a	32,83 a	10,84 a	10,65 a
T <sub>16</sub>	238 a	225 a	135 a	128 a	43,24 a	29,04 a	16,11 a	8,79 a
T <sub>17</sub>	225 a	217 a	119 a	117 a	41,06 a	30,98 a	14,90 a	10,39 a
T <sub>18</sub>	217 a	227 a	125 a	125 a	28,47 a	30,61 a	9,43 a	10,02 a
T <sub>19</sub>	217 a	216 a	120 a	128 a	31,26 a	29,59 a	10,02 a	9,74 a
T <sub>110</sub>	224 a	222 a	135 a	123 a	40,77 a	36,16 a	13,09 a	12,17 a
T <sub>23</sub>	212 a	215 a	116 a	105 a	30,89 a	27,23 a	11,71 a	9,72 a
T <sub>24</sub>	230 a	221 a	129 a	114 b	36,74 a	32,14 a	12,85 a	11,50 a
T <sub>25</sub>	233 a	210 b	133 a	109 b	35,91 a	30,47 a	13,15 a	10,66 a
T <sub>26</sub>	227 a	206 b	133 a	111 b	36,77 a	31,77 a	11,21 a	10,92 a
T <sub>27</sub>	214 a	197 a	121 a	105 a	34,46 a	28,30 a	12,04 a	8,91 a
T <sub>28</sub>	215 a	213 a	120 a	122 a	38,53 a	31,58 a	13,51 a	10,31 a
T <sub>29</sub>	211 a	197 a	115 a	94 b	33,86 a	26,12 a	12,27 a	9,12 a
T <sub>210</sub>	232 a	220 a	128 a	119 a	36,47 a	36,49 a	14,17 a	12,46 a
T <sub>34</sub>	233 a	227 a	123 a	123 a	36,80 a	31,82 a	12,37 a	9,33 a
T <sub>35</sub>	223 a	216 a	123 a	114 a	34,56 a	27,83 a	12,81 a	9,38 a
T <sub>36</sub>	230 a	225 a	130 a	113 b	34,30 a	34,12 a	11,69 a	11,13 a
T <sub>37</sub>	219 a	202 a	123 a	103 b	29,22 a	24,27 a	10,66 a	9,64 a
T <sub>38</sub>	230 a	222 a	132 a	115 b	32,73 a	22,05 a	11,90 a	7,42 a
T <sub>39</sub>	219 a	192 b	109 a	95 b	33,90 a	26,21 a	12,25 a	9,38 a
T <sub>310</sub>	227 a	214 b	123 a	109 b	33,76 a	28,43 a	12,36 a	10,07 a
T <sub>45</sub>	227 a	221 a	122 a	114 a	36,82 a	30,66 a	12,22 a	10,68 a
T <sub>46</sub>	239 a	226 a	137 a	128 a	38,20 a	29,50 a	12,79 a	10,33 a
T <sub>47</sub>	237 a	219 b	128 a	114 b	38,51 a	32,00 a	13,72 a	11,21 a
T <sub>48</sub>	238 a	212 b	128 a	110 b	35,10 a	27,56 a	12,17 a	8,19 a
T <sub>49</sub>	229 a	213 a	121 a	105 a	39,13 a	32,18 a	13,04 a	9,75 a
T <sub>410</sub>	221 a	221 a	120 a	110 a	31,68 a	31,35 a	11,56 a	10,49 a
T <sub>56</sub>	228 a	202 b	128 a	106 a	30,70 a	36,63 a	11,05 a	10,40 a
T <sub>57</sub>	209 a	208 a	111 a	118 a	39,08 a	42,32 a	13,86 a	15,18 a
T <sub>58</sub>	215 a	220 a	123 a	123 a	34,33 a	31,40 a	11,56 a	10,46 a
T <sub>59</sub>	201 a	196 a	109 a	103 a	33,25 a	30,10 a	11,55 a	9,41 a
T <sub>510</sub>	227 a	202 b	121 a	111 a	36,77 a	30,74 a	13,35 a	9,67 a
T <sub>67</sub>	221 a	194 b	124 a	95 a	34,73 a	30,33 a	13,26 a	10,03 a
T <sub>68</sub>	230 a	200 a	142 a	102 a	41,73 a	30,01 a	13,57 a	8,73 a
T <sub>69</sub>	213 a	198 a	115 a	101 a	33,80 a	27,98 a	11,94 a	9,51 a
T <sub>610</sub>	218 a	225 a	117 a	121 a	34,10 a	37,69 a	11,47 a	11,08 a
T <sub>78</sub>	215 a	216 a	118 a	116 a	39,65 a	34,77 a	13,57 a	11,67 a
T <sub>79</sub>	200 a	202 a	105 a	110 a	34,13 a	36,86 a	11,45 a	12,13 a
T <sub>710</sub>	215 a	202 a	123 a	109 a	34,31 a	34,50 a	11,47 a	9,85 a
T <sub>89</sub>	208 a	209 a	113 a	113 a	31,29 a	34,77 a	10,89 a	10,10 a
T <sub>810</sub>	218 a	192 b	130 a	96 b	30,22 a	23,06 a	10,60 a	7,08 a
T <sub>910</sub>	211 a	208 a	109 a	103 a	35,38 a	32,51 a	11,98 a	10,68 a
<b>Médias</b>	<b>222</b>	<b>212</b>	<b>123</b>	<b>113</b>	<b>35,05</b>	<b>31,03</b>	<b>12,21</b>	<b>10,19</b>
<b>DMS-t</b>	<b>36,00</b>	<b>36,00</b>	<b>32,02</b>	<b>32,02</b>	<b>18,69</b>	<b>18,69</b>	<b>7,54</b>	<b>7,54</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra(maiúscula), não diferem entre si pelo teste F a 5% para cada característica.<sup>2</sup> = 1: XB8028; 2: VALENT; 3:CD307; 4: P30F90; 5: Pointer; 6: SHS4070; 7: BRS3003; 8: AG1051; 9: 2B619; 10: DKB466.

**Tabela 12.** Médias ajustadas das características: matéria seca (MS, %), proteína bruta (PB, %), fibra em detergente neutro (FDN, %), fibra em detergente ácido (FDA, %) e Digestibilidade in vitro MS (DIVMS, %) das silagens, das combinações híbridas F1 e F2. Viçosa-UFV, 2008<sup>1</sup>.

Híbridos <sup>2</sup>	MS		PB		FDN		FDA		DIVMS	
	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2
T <sub>12</sub>	35,19 a	32,84 a	8,86 a	9,4 a	54,92 a	52,55 a	26,56 a	21,77 a	66,76 a	69,10 a
T <sub>13</sub>	35,32 a	33,03 a	8,25 a	8,1 a	50,30 a	54,89 a	24,81 a	23,34 a	59,00 a	59,84 a
T <sub>14</sub>	29,48 a	33,78 a	7,91 a	7,2 a	59,38 a	52,50 a	31,22 a	22,93 b	49,66 a	56,66 a
T <sub>15</sub>	32,42 a	32,55 a	7,53 a	7,1 a	45,66 a	47,89 a	22,56 a	21,97 a	67,18 a	64,43 a
T <sub>16</sub>	38,03 a	30,39 b	8,40 a	8,4 a	53,28 a	57,94 a	26,89 a	24,25 a	59,97 a	60,50 a
T <sub>17</sub>	35,68 a	33,57 a	7,17 a	6,1 a	41,58 b	54,85 a	20,84 b	26,61 a	67,84 a	67,77 a
T <sub>18</sub>	32,93 a	32,95 a	8,58 a	8,4 a	49,17 a	54,04 a	22,26 a	26,59 a	64,91 a	62,16 a
T <sub>19</sub>	30,92 a	33,15 a	9,75 a	8,2 a	52,99 a	52,61 a	25,06 a	21,32 a	60,36 a	62,63 a
T <sub>110</sub>	31,21 a	33,69 a	7,15 a	7,6 a	45,22 b	51,90 a	21,78 a	23,25 a	63,91 a	59,88 a
T <sub>23</sub>	36,74 a	35,61 a	7,13 a	7,8 a	51,96 a	54,67 a	23,66 a	23,08 a	63,69 a	59,89 a
T <sub>24</sub>	35,14 a	34,76 a	6,87 b	9,2 a	49,67 a	47,34 a	24,00 a	21,68 a	68,93 a	61,59 a
T <sub>25</sub>	36,01 a	35,78 a	7,95 a	6,9 a	51,47 a	51,04 a	22,61 a	23,92 a	58,27 a	66,37 a
T <sub>26</sub>	29,57 b	34,19 a	8,64 a	7,9 a	57,87 a	49,88 b	27,28 a	22,16 b	45,15 a	52,96 a
T <sub>27</sub>	34,23 a	31,52 a	7,19 a	8,6 a	48,08 b	57,96 a	23,40 a	23,47 a	65,77 a	69,43 a
T <sub>28</sub>	34,52 a	32,65 a	9,02 b	7,3 b	53,49 a	51,66 a	25,20 a	21,97 a	50,95 a	51,22 a
T <sub>29</sub>	35,81 a	34,92 a	8,03 a	7,6 a	48,39 a	54,99 a	24,00 a	24,27 a	63,71 a	61,65 a
T <sub>210</sub>	38,55 a	34,13 a	6,67 a	8,6 a	50,97 a	48,35 a	28,28 a	21,43 b	64,00 a	70,65 a
T <sub>34</sub>	33,61 a	29,31 a	7,28 a	8,0 a	53,98 a	53,36 a	28,48 a	24,53 b	55,53 a	66,01 a
T <sub>35</sub>	38,02 a	33,71 a	9,12 a	7,8 a	46,63 a	51,45 a	20,28 a	23,13 a	63,81 a	63,12 a
T <sub>36</sub>	33,63 a	32,74 a	6,74 a	8,9 a	60,29 a	52,47 b	32,54 a	21,00 b	48,52 a	49,20 a
T <sub>37</sub>	36,25 a	39,53 a	8,42 a	6,9 a	50,00 a	52,61 a	25,31 a	22,99 a	63,58 a	64,40 a
T <sub>38</sub>	35,55 a	33,64 a	7,45 a	7,1 a	53,73 a	45,23 b	28,19 a	20,52 b	62,12 a	69,55 a
T <sub>39</sub>	36,13 a	35,79 a	8,54 a	9,1 a	49,21 a	51,18 a	22,94 a	24,36 a	63,53 a	65,18 a
T <sub>310</sub>	36,10 a	35,39 a	6,40 a	5,9 a	53,51 a	48,12 a	28,05 a	20,05 b	54,70 a	61,66 a
T <sub>45</sub>	32,91 a	34,85 a	7,70 a	6,5 a	57,34 a	48,35 b	28,00 a	22,11 b	49,84 a	51,81 a
T <sub>46</sub>	34,17 a	34,95 a	6,75 a	8,0 a	50,26 a	55,39 a	25,26 a	24,16 a	69,02 a	63,98 a
T <sub>47</sub>	34,93 a	34,94 a	7,86 a	7,7 a	45,00 a	48,19 a	19,99 a	20,36 a	73,73 a	71,36 a
T <sub>48</sub>	34,38 a	29,69 b	6,39 a	7,3 a	52,93 b	61,69 a	27,72 a	28,95 a	65,35 a	62,24 a
T <sub>49</sub>	33,55 a	30,41 a	7,06 a	7,7 a	50,69 a	49,33 a	25,04 a	20,28 a	64,55 a	65,59 a
T <sub>410</sub>	36,80 a	32,91 a	6,61 b	8,7 a	47,19 a	48,97 a	24,41 a	21,73 a	65,83 a	64,88 a
T <sub>56</sub>	36,49 a	28,71 b	6,43 b	9,1 a	56,41 a	57,10 a	27,70 a	26,58 a	56,75 a	57,81 a
T <sub>57</sub>	35,89 a	36,01 a	7,47 a	8,8 a	52,68 a	53,72 a	32,61 a	19,42 b	66,08 a	66,60 a
T <sub>58</sub>	35,54 a	33,42 a	7,41 a	7,1 a	58,72 a	61,61 a	28,06 a	28,45 a	48,85 a	45,51 a
T <sub>59</sub>	35,11 a	31,11 a	8,04 a	7,5 a	47,44 b	57,09 a	26,58 a	26,93 a	64,18 a	63,73 a
T <sub>510</sub>	36,70 a	31,46 b	8,81 a	7,5 a	48,11 b	55,92 a	23,78 a	26,23 a	63,64 a	68,28 a
T <sub>67</sub>	39,03 a	33,13 b	8,03 a	7,2 a	47,08 b	54,04 a	23,47 a	20,99 a	60,69 a	62,37 a
T <sub>68</sub>	34,24 a	29,08 b	7,19 b	11,5 a	49,54 a	57,07 a	24,95 a	24,02 a	60,16 a	62,53 a
T <sub>69</sub>	36,81 a	33,97 a	7,45 b	10,2 a	52,61 a	51,79 a	27,87 a	22,93 a	63,52 a	62,14 a
T <sub>610</sub>	35,24 a	29,06 b	7,01 a	8,3 a	52,34 a	58,26 a	26,15 a	26,95 a	60,81 a	61,57 a
T <sub>78</sub>	36,25 a	33,63 a	7,88 a	8,5 a	54,77 a	51,63 a	23,29 a	19,78 a	64,27 a	71,68 a
T <sub>79</sub>	34,60 a	32,73 a	11,01 a	7,1 b	54,08 a	57,89 a	24,91 a	23,99 a	65,93 a	62,65 a
T <sub>710</sub>	34,83 a	28,00 b	8,33 a	9,5 a	49,64 b	58,83 a	24,68 a	26,25 a	64,13 a	64,66 a
T <sub>89</sub>	34,12 a	29,04 b	7,98 a	7,9 a	44,14 b	55,01 a	21,06 b	28,72 a	65,82 a	65,90 a
T <sub>810</sub>	34,42 a	30,51 a	8,73 a	8,5 a	53,96 b	60,39 a	26,22 a	25,75 a	60,52 a	65,27 a
T <sub>910</sub>	33,52 a	32,73 a	6,88 a	7,7 a	56,13 a	54,43 a	24,66 a	27,00 a	62,39 a	62,08 a
<b>Médias</b>	<b>34,90</b>	<b>32,89</b>	<b>7,78</b>	<b>8,02</b>	<b>51,40</b>	<b>53,47</b>	<b>25,39</b>	<b>23,60</b>	<b>61,51</b>	<b>62,63</b>
<b>DMS-t</b>	<b>10,75</b>	<b>10,75</b>	<b>3,92</b>	<b>3,92</b>	<b>15,98</b>	<b>15,98</b>	<b>11,86</b>	<b>11,86</b>	<b>21,85</b>	<b>32,11</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste F a 5% para cada característica. <sup>2</sup> = 1: XB8028; 2: VALENT; 3: CD307; 4: P30F90; 5: Pointer; 6: SHS4070; 7: BRS3003; 8: AG1051; 9: 2B619; 10: DKB466.

Os valores encontrados da PMS para as combinações híbridas, com médias de 12,21 e 10,19t/ha em F1 e F2 respectivamente, são próximos aos registrados por Oliveira, (2007) de 12,7t/ha, ao avaliarem híbridos destinados a produção de silagem na bacia leiteira do estado de Goiás, e ligeiramente inferior às 14,2t/ha encontradas por Oliveira et al., (2003) e Oliveira et al., (2004), em híbridos comerciais de milho para silagem, avaliados na região sudeste do Brasil.

Para a característica DIVMS, a melhor combinação híbrida oriunda da geração F1 apresentou estimativa de 73,73% (T<sub>47</sub>) e foi 2,7% superior a melhor combinação oriunda da geração F2 que apresentou desempenho de 71,68% (T<sub>78</sub>) (Tabela12). Também na média geral houve semelhança entre as combinações híbridas F2 com média de 62,63% em relação a F1 com 61,51%, o que pode ser confirmado pela não significância da interação tratamento e geração para DIVMS.

Para a característica PB, houve superioridade na média das combinações híbridas F2 (8,02%) em relação às obtidas em F1 (7,78%), de 3%, o que pode ter sido ocasionada pela superioridade de algumas combinações na geração F2 em relação a F1, como por exemplo do desempenho do T<sub>68</sub> (11,5%) e T<sub>69</sub> (10,2) em F2 (Tabela12). Isso pode ter ocorrido devido à heterose favorável positiva para estas combinações híbridas. No trabalho de Souza Sobrinho, (2002), também foi observado uma superioridade de uma combinação híbrida F2 para produção de grãos em relação a F1. Esses valores médios encontrados estão dentro do observado na literatura, cujos valores variaram entre 6 e 9% (CRUZ e PEREIRA FILHO 2001).

As combinações híbridas que apresentaram as melhores médias para a característica DIVMS, considerada característica principal para prever o valor nutricional da silagem e menores estimativas dos constituintes de parede celular, FDN e FDA foram BRS3003 x AG1051 (T<sub>78</sub>), P30F90 x BRS 3003 (T<sub>47</sub>), Valent x DKB466 (T<sub>210</sub>), CD307 x AG 1051 (T<sub>38</sub>), Pointer x BRS3003 (T<sub>57</sub>), P30F90 x 2B619 (T<sub>49</sub>), P30F90 x DKB466 (T<sub>410</sub>) (Tabela 12).

Dentre as combinações que apresentaram melhores médias para as características associadas à digestibilidade, as combinações híbridas BRS3003 x AG1051 (T<sub>78</sub>), P30F90 x BRS 3003 (T<sub>47</sub>), Valent x DKB466 (T<sub>210</sub>), Pointer x BRS3003 (T<sub>57</sub>) e P30F90 x DKB466 (T<sub>410</sub>) apresentaram as melhores médias para PB, apresentando-se como as de melhor qualidade na geração F2 (Tabela 12). Considerando a inversa relação entre o consumo e a FDN e digestibilidade e a FDA (MERTENS,

1987), pode-se inferir que a redução do teor de FDN e FDA, com o acréscimo de grãos à silagem, permitiriam maior ingestão de alimentos e maior disponibilidade de energia para os animais, conseqüentemente maior produção animal.,

As combinações híbridas BRS3003 x AG1051 (T<sub>78</sub>), P30F90 x BRS 3003 (T<sub>47</sub>), Valent x DKB466 (T<sub>210</sub>), Pointer x BRS3003 (T<sub>57</sub>) merecem destaque, pois apresentaram médias altas para as características PMS (11,21 a 15,18t/ha), PB (7,69 a 8,84%) e DIVMS (66,60 a 71,68%) e baixas médias para as características FDN (48,19 a 53,72%) e FDA (19,42 a 21,43%) (Tabelas 11 e 12), associando dessa forma melhor qualidade de fibra, com maior digestibilidade, maiores teores protéicos e produtividade de matéria seca.

Ao comparar essas combinações de melhores desempenhos produtivos e qualitativos, vale destacar que a combinação P30F90 x BRS3003 (T<sub>47</sub>) que manteve as melhores médias nas duas gerações, mantendo melhor complementação gênica e a heterose para as características de interesse para qualidade de silagem.

#### **4.4 Análise Dialélica das populações F2 de híbridos comerciais**

O resumo da análise de variância individual com a decomposição do efeito de tratamentos em capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC) estão apresentados na Tabela 13. Foram constatadas diferenças significativas pelo teste F ( $P < 0,05$ ) para CGC e CEC para as características nutritivas PB, FDN e FDA e somente para CGC para as características agrônômicas AP, AE, PMV e PMS. Comparando a análise dialélica individual das combinações híbridas das duas gerações pode-se observar que os estudos dos efeitos genéticos mantiveram um padrão, apresentando o componente quadrático referente à CEC superior a CGC para as características de qualidade. Assim espera-se que a resposta da combinação híbrida seja determinada, principalmente, pelo seu efeito heterótico.

**Tabela 13.** Estimativas dos quadrados médios da capacidade geral de combinação (CGC), da capacidade específica de combinação (CEC), do resíduo, e média dos quadrados dos efeitos para AP: Altura de planta (cm), AE: Altura de espiga (cm); PMV: Produtividade matéria verde (t/ha); PMS: Produtividade matéria seca (t/ha); MS: Matéria seca (%); PB: Proteína bruta (%); FDN: Fibra em detergente neutro (%); FDA: Fibra em detergente ácido (%); DIVMS: Digestibilidade in vitro da MS (%), das 45 combinações híbridas F2 em 2008. Viçosa-UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios								
		AP	AE	PMV	PMS	MS	PB	FDN	FDA	DIVMS
Tratamentos	44	221,58*	181,6*	30,49*	3,63ns	11,20*	2,19*	30,95*	12,81*	64,54ns
CGC	9	575,71*	414,54*	45,94*	5,17*	17,20*	2,48*	35,68*	15,42*	85,34ns
CEC	35	130,53ns	121,7*	26,52ns	3,23ns	9,66ns	2,12*	29,73*	12,14*	59,19ns
Resíduo	48	83,88	70,29	17,22	2,705	5,977	0,933	17,20	6,77	56,91
Média Geral		211	112	31,02	10,19	32,88	8,02	53,47	23,60	62,60
Componentes quadráticos										
CGC		30,74	21,51	1,79	0,154	0,70	0,097	1,155	0,54	1,77
CEC		23,32	25,70	4,651	0,267	1,84	0,59	6,266	2,68	1,14

\* = Significativo no nível de 5% pelo teste F e <sup>ns</sup> = Não significativo

Para a característica DIVMS não se constatou diferença significativa para CGC e CEC (Tabela 13). A ausência de significância, no entanto, sinaliza que os parentais não apresentam entre si um apreciável grau de complementação gênica em relação às frequências dos alelos nos locos que apresentam dominância (VENCOSKY e BARRIGA, 1992). Os efeitos de CGC para os valores de digestibilidade in vitro da matéria seca foram mais importantes do que os efeitos da CEC (ARGILLIER et al., 1995).

Na análise de variância dialélica conjunta, envolvendo as combinações híbridas das duas gerações foram detectadas diferenças significativas pelo teste F ( $P < 0,05$ ), para as fontes de variação CGC x Geração e CEC x Geração para as características MS, PB, FDN e FDA e significativo somente para CEC x Geração, para as características AP, AE, PMV e PMS (Tabela 14). Isso indica que a resposta dos híbridos avaliados pode ser atribuída a diferentes componentes genéticos e que tanto os efeitos da CGC quanto os efeitos da CEC não foram consistentes nas duas gerações avaliadas, evidenciando a necessidade de estimar a capacidade de combinação dos híbridos específicos em cada geração. Portanto, ao utilizar diferentes gerações de híbridos, as estimativas dos

parâmetros genéticos podem ser alteradas principalmente com a amostragem de plantas, com a característica avaliada e com genitor.

**Tabela 14.** Análise de variância conjunta do dialelo para as características AP: Altura de planta (cm); PMV: Produtividade matéria verde (t/ha); PMS: Produtividade matéria seca (t/ha); MS: Matéria seca (%); PB: Proteína bruta (%); FDN: Fibra em detergente neutro (%); FDA: Fibra em detergente ácido (%); DIVMS: Digestibilidade in vitro da MS (%) das 45 combinações híbridas F2. Viçosa-UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios								
		AP	AE	PMV	PMS	MS	PB	FDN	FDA	DIVMS
Tratamentos	44	314,3*	211,1*	35,1*	4,2 <sup>ns</sup>	10,8 <sup>ns</sup>	1,8 <sup>ns</sup>	35,8 <sup>ns</sup>	12,4 <sup>ns</sup>	125,5*
CGC	9	1099,3*	755,4*	55,4*	6,09*	18,6 <sup>ns</sup>	2,09 <sup>ns</sup>	29,8 <sup>ns</sup>	13,9 <sup>ns</sup>	183,2*
CEC	35	112,5 <sup>ns</sup>	71,1 <sup>ns</sup>	29,8 <sup>ns</sup>	3,7 <sup>ns</sup>	8,8 <sup>ns</sup>	1,8 <sup>ns</sup>	37,3 <sup>ns</sup>	12,0 <sup>ns</sup>	110,6*
Gerações	1	4361,0*	5313,8*	725,7*	182,0 <sup>ns</sup>	182,4*	2,6*	193,7*	143,7*	51,9 <sup>ns</sup>
Trat x Geração	44	109,1*	110,6*	18,7*	2,8*	8,9*	2,1*	30,7*	17,3*	16,2 <sup>ns</sup>
CGC x Geração	9	97,7 <sup>ns</sup>	116,2 <sup>ns</sup>	12,1 <sup>ns</sup>	1,3 <sup>ns</sup>	10,3*	3,2*	33,7*	14,2*	10,3 <sup>ns</sup>
CGE x Geração	35	112,0*	109,2*	20,4*	3,2*	8,59*	1,8*	29,9*	18,1*	17,7 <sup>ns</sup>
Resíduo Combinado	96	77,2	64,6	19,6	2,8	5,6	0,8	13,9	7,6	41,63
Média Geral		216	117	33,03	11,20	33,89	7,9	52,4	24,49	62,07

\*\* Significativo no nível de 1% pelo teste F; \* = Significativo no nível de 5% pelo teste F e <sup>ns</sup> Não significativo

Em relação às estimativas de capacidade geral de combinação (CGC) das combinações obtidas de F2, para a característica DIVMS, os genitores de maiores estimativas coincidiram com os obtidos da geração F1, evidenciando o potencial dos híbridos comerciais em manterem a capacidade geral de combinação em gerações avançadas. Destacaram-se os genitores de maiores estimativas positivas o BRS3003F1, DKB466F1, 2B619F1, P30F90F1 e ValentF1 indicando o aumento da contribuição gênica nos cruzamentos em que participaram para formação de combinações híbridas com melhores qualidade de fibras, ou seja, mais digestíveis, sendo, portanto promissores para uso em programas de melhoramento com objetivo de aumentar a digestibilidade por planta em populações segregantes (Tabela 15).

**Tabela 15.** Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação ( $\hat{G}_i$ ) para nove características de dez populações F1 de milho avaliadas pela geração F2 em 2008

Genótipos	Efeitos <sup>1</sup>								
	AP	AE	PMV	PMS	MS	PB	FDN	FDA	DIVMS
BRS3003F1	-6,350	-3,225	1,883	0,906	0,8835	-0,191	1,061	-1,072	5,013
DKB466 F1	-0,225	-1,475	1,458	0,224	-1,014	0,025	0,492	0,775	1,816
2B619 F1	-9,60	-7,600	-0,368	-0,242	-0,268	0,11	0,386	0,921	0,873
P30F90 F1	9,900	4,400	0,046	0,085	-0,049	-0,238	-2,014	-0,713	0,138
Valent F1	-1,975	-0,975	-0,5932	0,235	1,301	0,164	-1,599	-1,085	0,076
XB8028 F1	8,525	11,525	0,1642	0,0575	-0,005	-0,197	-0,258	-0,051	-0,356
CD307 F1	2,900	-2,725	-3,597	-0,778	1,594	-0,311	-2,157	-1,179	-0,802
AG1051 F1	0,40	1,15	-1,682	-0,972	-1,423	0,193	2,137	1,539	-1,155
Pointer F1	-2,725	-0,100	1,714	0,591	0,201	-0,482	0,367	0,788	-1,769
SHS4070 F1	-0,850	-0,975	0,976	-0,105	-1,221	0,927	1,588	0,076	-3,682

<sup>1</sup> = AP: Altura de planta (cm); AE: Altura de espiga (cm); PMV: Produtividade matéria verde (t/ha); PMS: Produtividade matéria seca (t/ha), MS: Matéria seca (%); PB: Proteína bruta (%); FDN: Fibra em detergente neutro (%); FDA: Fibra em detergente ácido (%); DIVMS: Digestibilidade in vitro da MS (%)

Com relação aos efeitos da CGC para PB, verifica-se que o cultivar SHS4070-F1, é o genitor que promove maiores ganhos genéticos no incremento do caráter, seguido pelo AG1051-F1, Valent-F1. Para as características de produtividade destacou-se o cultivar BRS3003-F1 que apresentou maior estimativa de CGC para PMS (0,906) e PMV (1,883), proporcionando maiores contribuições ao aumento da produtividade nas combinações híbridas.

Dentre as populações F1 que apresentaram melhores estimativas para DIVMS, os genitores que apresentaram melhores comportamentos, associando às melhores estimativas para produtividade e qualidade foram o BRS3003F1 e o ValentF1, sendo o BRS3003F1, a população que apresentou a maior estimativa para DIVMS (5,013), estimativa negativa para FDA (-1,072) e estimativas positivas para PMV e PMS (1,883 e 0,906) (Tabela 15). Essa combinação híbrida manteve o melhor desempenho per si nas duas gerações, F1 e F2, destacando-se pelo seu potencial em manter a capacidade de combinação com os outros genitores em gerações avançadas.

Foram identificados genitores que, além de possuir alta estimativa de CGC ( $\hat{g}_i$ ), produzem combinações híbridas superiores, pela estimativa de CEC ( $\hat{s}_{ij}$ ) e adequados

desempenhos médios para as características de interesse. As combinações híbridas que se destacaram em F2, foram CHF2-210, CHF2-78, CHF2-47 e CHF2-57, que apresentaram altas médias para as características nutricionais e produtividade, alta frequência de alelos favoráveis de seus genitores e possibilidade de exploração da heterose de forma satisfatória. Dentre essas combinações destacamos a P30F90 x BRS3003 (T<sub>47</sub>), que apresentou comportamento consistente nas duas gerações (Tabela 16).

**Tabela 16.** Estimativa dos efeitos da capacidade específica de combinação ( $\hat{S}_{ij}$ ) para nove características de milho forrageiro e desvios-padrão (DP) das diferenças entre efeitos de duas combinações híbridas na geração F2. Viçosa, UFV, 2008

Efeitos ( $S_{ij}$ ) <sup>1</sup>	Características avaliadas <sup>2</sup>								
	AP	AE	PMV	PMS	MS	PB	FDN	FDA	DIVMS
CHF2-38	6,722	4,041	-3,700	-1,024	0,580	-0,842	-8,220	-3,444	8,547
CHF2-12	-5,527	2,916	-0,180	-0,448	-1,343	1,422	0,937	-0,697	6,412
CHF2-210	10,222	8,916	4,595	1,805	0,955	0,389	-4,013	-1,864	6,040
CHF2-25	2,722	-2,458	-1,680	-0,362	1,390	-0,752	-1,198	0,613	5,815
CHF2-510	-7,027	0,041	-3,462	-1,340	-0,615	-0,084	1,590	1,062	5,762
CHF2-78	9,972	5,541	3,539	1,540	1,281	0,517	-5,037	-4,291	5,512
CHF2-46	4,972	12,041	-2,550	0,154	3,332	-0,670	2,345	1,193	4,795
CHF2-34	2,222	8,791	4,341	-0,172	-5,123	0,538	4,060	2,818	4,475
CHF2-68	-11,527	-10,708	-0,313	-0,388	-1,163	2,428	-0,125	-1,199	4,397
CHF2-15	-6,777	-9,958	-0,078	-0,194	-0,533	-0,241	-5,689	-2,371	4,255
CHF2-47	3,472	0,291	-0,958	0,023	1,217	0,098	-4,326	-1,459	3,800
CHF2-89	6,222	6,916	5,790	1,119	-2,157	-0,463	-0,982	2,655	3,342
CHF2-35	3,847	4,291	-1,316	-0,628	-0,973	0,522	-0,230	-0,082	2,921
CHF2-69	-3,527	-2,953	-3,656	-0,338	2,571	1,161	-3,654	-1,670	2,540
CHF2-59	-3,652	-1,833	-2,275	-1,134	-1,711	-0,139	2,867	1,617	2,326
CHF2-27	-6,652	3,333	-4,019	-2,426	-3,552	0,646	5,028	2,023	2,264
CHF2-49	0,722	-4,333	1,473	-0,288	-2,161	0,173	-2,511	-3,531	1,720
CHF2-39	-13,277	-7,208	-0,854	0,205	1,575	1,299	0,519	1,014	1,710
CHF2-610	14,097	10,916	4,226	0,765	-1,592	-0,664	2,709	2,494	1,696
CHF2-16	5,347	4,916	-3,129	-1,358	-1,271	-0,371	3,139	0,621	1,649
CHF2-810	-20,152	-16,208	-7,745	-2,366	0,058	0,291	4,290	-0,169	1,329
CHF2-57	5,097	8,791	7,693	3,486	2,037	1,492	-1,177	2,112	1,306
CHF2-18	6,097	-0,208	1,098	0,739	1,490	0,393	-1,309	1,497	0,941
CHF2-48	-10,277	-8,083	-1,833	-1,118	-1,726	-0,695	8,097	4,519	0,687
CHF2-17	2,847	-3,833	-2,096	-0,769	-0,196	-1,502	0,577	4,128	0,554
CHF2-56	-6,402	-5,458	2,910	-0,281	-3,157	0,623	1,674	-3,900	0,531
CHF2-24	1,097	-1,958	1,658	0,984	0,620	1,273	-2,516	-0,125	-0,292
CHF2-410	-0,652	-5,458	-1,183	-0,014	1,085	0,872	-2,977	-1,936	-0,364
CHF2-19	5,097	11,541	-1,235	-0,270	0,535	0,306	-0,988	-3,154	-0,517
CHF2-67	-10,777	-13,333	-3,558	-0,966	0,580	-1,537	-2,079	-1,617	-1,500
CHF2-23	2,097	-3,833	0,390	0,068	-0,173	-0,063	4,955	1,740	-1,732
CHF2-310	-0,652	0,666	-0,460	0,429	1,921	-1,755	-3,685	-3,150	-2,194
CHF2-37	-6,527	-3,583	-5,045	-0,683	4,163	-0,548	0,235	1,637	-2,420
CHF2-13	-5,402	-7,333	0,933	-0,014	-1,447	0,637	3,834	0,966	-2,552

**Tabela 16.** Continuação.

<b>CHF2-29</b>	-3,402	-9,958	-3,948	-1,068	0,998	-0,695	2,733	0,830	-2,597
<b>CHF2-910</b>	5,847	-0,458	0,390	0,503	1,123	-0,476	0,082	1,699	-3,319
<b>CHF2-710</b>	-3,402	1,166	0,129	-1,475	-4,757	1,654	3,807	2,942	-4,309
<b>CHF2-110</b>	1,722	0,416	3,508	1,693	1,821	-0,228	-1,804	-1,079	-4,640
<b>CHF2-79</b>	5,972	8,291	4,315	1,270	-0,773	-0,820	2,973	0,537	-5,205
<b>CHF2-26</b>	-3,152	0,417	0,358	0,594	1,222	-1,182	-3,579	-0,434	-5,352
<b>CHF2-14</b>	-3,402	1,541	1,180	0,621	0,946	-0,415	1,302	0,089	-6,102
<b>CHF2-45</b>	1,847	-2,833	-2,129	-0,191	1,810	-0,830	-3,472	-1,569	-8,719
<b>CHF2-36</b>	10,972	4,166	5,712	1,818	-0,521	0,212	-0,431	-1,500	-8,755
<b>CHF2-28</b>	2,597	9,291	2,825	0,851	-0,116	-1,037	-2,347	-2,087	-10,559
<b>CHF2-58</b>	10,347	9,416	0,338	0,645	1,753	-0,591	5,635	2,518	-14,197
<b>DP (Sij)</b>	5,34	4,78	2,60	1,07	1,62	0,62	2,58	1,69	4,70
<b>DP (Sij – Sik)</b>	8,01	7,17	3,91	1,61	2,43	0,93	3,87	2,54	7,05
<b>DP (Sij – Skl)</b>	7,42	6,64	3,62	1,49	2,25	0,86	3,58	2,35	6,53

<sup>1</sup> = 1: XB8028; 2: VALENT; 3:CD307; 4: P30F90; 5: Pointer; 6: SHS4070; 7: BRS3003; 8: AG1051; 9: 2B619; 10: DKB466 e <sup>2</sup> = AP: Altura de planta (cm); PMV: Produtividade matéria verde (t/ha); PMS: Produtividade matéria seca (t/ha); PB: Proteína bruta (%); FDN: Fibra em detergente neutro (%); FDA: Fibra em detergente ácido (%); DIVMS: Digestibilidade in vitro da MS (%)

Observou-se pela análise dialélica que as interações gênicas que controlam as principais características de interesse para produção de silagem, no germoplasma avaliado, apresentaram atuação simultânea, com predomínio dos efeitos gênicos não-aditivos nas duas gerações. Desse modo, as populações segregantes obtidas das melhores combinações poderão ser conduzidas por meio de técnicas de seleção recorrente recíproca, que permite explorar os efeitos das capacidades de combinação para as diversas características de interesse, sejam eles controlados por ação gênica aditiva ou não-aditiva.

## 5. CONCLUSÕES

- 1- O germoplasma comercial utilizado tem potencial para a seleção de genitores de milho forrageiro por meio de populações obtidas de gerações avançadas.
- 2- A estratégia da capacidade de combinação dos genitores mostrou-se eficiente para identificar as combinações híbridas que associaram produtividade e características nutritivas da silagem.
- 3- Existem combinação híbridas específicas com potencial genético e variabilidade para aumentar as médias de produtividade associados às características nutricionais da silagem, obtendo maior complementariedade de alelos.
- 4- As combinações híbridas obtidas da geração F2, envolvendo os cultivares Valent x DKB466, BRS3003 x AG1051, P30F90 x BRS3003 e Pointer x BRS3003 apresentam-se promissoras para serem utilizadas no desenvolvimento de populações em equilíbrio visando à obtenção de híbridos intervarietais.
- 5- A combinação híbrida P30F90 x BRS3003 associa alta estimativa do efeito da CEC, adequadas médias para produtividade e qualidade e desempenho consistentes nas duas gerações.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA FILHO, S.L. **Avaliação de cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem**. Viçosa : UFV, 1996. 53p.

ALLEN, M. S.; MAIN, D. G.; O'NEIL, K. A.; BECK, J. Variation in fiber fractions and in vitro true and cell wall digestibility of corn silage hybrids. **Journal of Dairy Science**, v. 73, p. 129, 1990.

ALLEN, M.S.; COORS, J.G.; ROTH, G.W.; Corn Silage In: Silage Science and Technology. **Agronomy**. 42: 547-595, 2003.

ARGILLIER, O.; BARRIÈRE, Y.; HÉBERT, Y. Genetic variation and selection criterion for digestibility traits of forage maize. **Euphytica** 82:175–184, 1995.

ARGILLIER, O.; MÉCHIN, V.; BARRIÈRE, Y.; Genetic variation, selection criteria and utility of inbred line per se evaluation in hybrid breeding for digestibility related traits in forage maize, **Crop Science**. 40: 1596–1600, 2000.

ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 13 ed. Washington, D.C. 1015 p, 1980.

AYDIN, G.; GRANT, R.J., O'REAR, J., Brown midrib sorghum in diets of lactating dairy cows, **Journal .Dairy Science**. 82: 2127–2135, (1999).

BARNES, R.F.; MULLER, L.D.; BAUMAN, L.F.; COLENBRANDER, V.F.; In vitro dry-matter disappearance of brown midrib mutants, **Journal Animal., Science**. 33 881–884, (1971).

BARRIÈRE, Y.; TRINEAU, R.; EMILE, J. C.; HÉBERT, Y.; Variation and covariation of silage maize digestibility estimated from digestion trials with sheep, **Euphytica**, v. 59, p. 61–72, 1992.

BARRIÈRE, Y., ARGILLIER O. Brown-midrib genes of maize: A review. **Agronomie** 13, 865-876, 1993.

BARRIÈRE, Y., EMILE, J.C., TRAINEAU, R., HÉBERT, Y., Genetic variation in the feeding efficiency of maize genotypes evaluated from experiments with dairy cows, **Plant Breeding**. 114: 144–148, 1995.

BARRIÈRE, Y.; ARGILLIER, O.; MICHALET-DOREA, U.B.; HÉBERT, Y.; GUINGO, E.; GIAUFFRET, C.; EMILE, J.C. Relevant traits, genetic variation and breeding strategies in early silage maize, **Agronomie** 17: 395–411, (1997).

BARRIÈRE, Y.; GUILLET, C.; The maize bm3 mutation most probably occurs in the gene encoding 5-hydroxyconiferyl aldehyde O-methyltransferase (AldOMT) rather than in the gene encoding caffeic acid O-methyltransferase, 9th international cell wall meeting, Toulouse, 2–7 September, p. 161, 2001.

BARRIÈRE, Y.; GUILLET, C.; GOFFNER, D.; PICHON, M.; Genetic variation and breeding strategies for improved cell wall digestibility in annual forage crops. A review. **Animal Research**, v. 52, p. 193–228, 2003.

BARRIÈRE, Y.; EMILE, J. C.; TRAINEAU, R.; SURAUULT, F.; BRIAND, M.; GALLAIS, A. Genetic variation for organic matter and cell wall digestibility in silage maize. Lessons from a 34-year long experiment with sheep in digestibility crates. **Maydica**, v. 49, p. 115–126, 2004.

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

BASTOS, I. T.; BARBOSA, M. H. P.; CRUZ, C. D.; BURNQUIST, W. L.; BRESSIANI, J.A.; SILVA, F. L. da. Análise dialélica em clones de cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 2, p. 199-206, 2003

BOSCH, L.; CASANÃS, F.; FERRET, A.; SÁNCHEZ, E.; NUEZ, F. Screening tropical maize populations to obtain semiexotic forage hybrids. **Crop Science**. 34:1089–1096, 1994.

BOREM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2005. 525 p.

CASLER, M. D.; JUNG, H. J. G. Selection and evaluation of smooth bromegrass clones with divergent lignin or etherified ferulic acid concentration. **Crop Science**, v. 39, p. 1866–1873, 1999.

CIVARDI, L.; RIGAU, J.; PUIGDOMENECH, P. Nucleotide sequence of two cDNAs coding for caffeoyl coenzyme A O-methyltransferase (CCoAOMT) and study of their expression in *Zea mays*, **Plant Physiology**. 120 (1999) 1206.

COLLAZO, P.; MONTOLIU, L.; PUIGDOMENECH, P.; RIGAU, J. Structure and expression of the lignin O-methyltransferase gene from *Zea mays* L. **Plant Molecular Biology**. 20 :857–867, (1992).

COORS, J.G.; CARTER, P.R.; HUNTER, R.B. **Silage Corn**, IN: HALLAUER A.R. (Ed.), **Specialty Corns**, CRC Press, London, pp. 305–340, 1994.

COX, W. J.; CHERNEY, D.R.; Influence of brown midrib, leafy, and transgenic hybrids on corn forage production. **Agronomy journal** , vol. 93: 790-796, 2001.

COX, W. J.; CHERNEY, D.R. Row spacing, plant density, and nitrogen effects on corn silage. **Agronomy Journal**, 93:597-602, 2001.

CROSSA, J.; TABA, S.; WELHAUSEN, E. J. Heterotic patterns among Mexican races of maize. **Crop Science**, Madison, v.30, n.6, p.1182-1190, 1990.

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, jun. 1989.

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

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3 ed. Editora UFV, Viçosa, 390 p. 2004.

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, p. 11-37. 2001.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; PEREIRA, F. T. F.; OLIVEIRA, M. R. **Cultivo do Milho, Cultivares**. EMBRAPA, Sete Lagoas, MG: EMBRAPA, 2002. (EMBRAPA. Comunicado Técnico ; n. 55).

DEMARCHI, J. J. A. A.; BOIN, C.; BRAUN, G. A cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para produção de silagens de alta qualidade. **Zootecnia**, Nova Odessa, v. 33, n. 3, p. 111-136, jul./set. 1995.

DEINUM, B.; BAKKER, J.J. Genetic differences in digestibility of forage maize hybrids, Netherlands. **Journal Agricultural Science**. 29: 93–98, 1981.

DEINUM, B.; STEG, A.; HOF, G. Measurement and prediction of digestibility of forage maize in the Netherlands, **Animal Feed Science Technology**. 10: 301–313, 1984.

DHILLON, B. S.; PAUL, C.; ZIMMER, E.; GURRATH, P. A.; KLEIN, D.; POLLMER, W. G. Variation and covariation in stover digestibility traits in diallel crosses of maize. **Crop Science**, Madison, v. 30, p. 931-936, 1990.

DOLSTRA, O.; MEDEMA, J.H.; JONG, A.W. Genetic improvement of cell-wall digestibility in forage maize (*Zea mays* L.). I. Performance of inbred lines and related hybrids, **Euphytica** 65: 187–194, 1993.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 2007. <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/importancia.htm>, (21/09/2007).

EMILE, J.C.; BARRIÈRE, Y.; MAURIES, M. Effects of maize and alfalfa genotypes on dairy cow performances, **Ann. Zootech.** 45 (1996) 17–27.

EVANGELISTA, A.R. **Consórcio milho-soja e sorgo-soja: rendimento forrageiro, qualidade e valor nutritivo das silagens**. Viçosa: UFV. 77p. 1986.

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa, MG: UFV. Imp. Univ. 1981. 279 p.

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

FERRET, A.; GASA, J.; PLAIXATS, J.; CASANÃS, F.; BOSH, L.; NUEZ, F. Prediction of voluntary intake and digestibility of maize silages given to sheep from morphological and chemical composition, in vitro digestibility or rumen degradation characteristics. **Animal Science**, Haddington, v. 64, p. 493 - 501, 1997.

FONSECA, A.H. **Características químicas e agronômicas associadas à degradabilidade da silagem de milho**. 93p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2000.

FONSECA, A. H.; VON PINHO, R. G.; PEREIRA, M. N.; STEOLA, A. G. Desempenho de cultivares de milho em relação às características agronômicas, químicas e degradabilidade da silagem. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 49, n. 282, p. 109-122, 2002.

GEIGER, H.H.; SEITZ, G.; MELCHINGER, A.E.; SCHMIDT, G.A. Genotypic correlations in silage maize. I Relationships among yield and quality traits in hybrids. **Maydica**. 37: 95-99, 1992.

GOERING, H.K.; HEMKEN, R.W.; CLARK, N.A.; VANDERSALL, J.H. Intake and digestibility of corn silages of different maturities, varieties and plant populations. **Journal Animal Science**. 29:512-518, 1969.

GOERING, H.K. & VAN SOEST, P.J. Forage fiber analyses (Apparatus, reagents, procedures, and some applications). Agriculture Handbook 379. United States Department of Agriculture. 20p. 1975.

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

GOMES, M. S.; PINHO, R. G. V.; RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. V. Alternativas para seleção de híbridos de milho envolvendo vários caracteres visando à produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho Sorgo**, v.5, n.3, p 406-421, 2006.

GHOSH, D. K.; BISWAS, P. C. Complete diallel crosses plans through balanced incomplete block designs. **Journal of Applied Statistics**, Hants, v. 30, n. 6, p. 697-708, July 2003.

GRAYBILL, J.S.; COX, W.J.; OTIS, D.J. Yield and quality of forage maize as influenced by hybrid, planting date, and plant density. **Agronomy Journal**, 83:559-564, 1991.

GRAND, C.; PARMENTIER, P.; BOUDET, A.; BOUDET, A.M.; Comparison of lignins and enzymes involved in lignification in normal and brown-midrib bm3 mutant corn seedlings, **Physiology Vegetal.**, 23: 905–911, 1985.

GRIFFING, B. A. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, East Melbourne, v. 9, p. 463-493, 1956.

HUI-LING XIE, HONG-QIANG JI, ZONG-HUA LIU, GUO-WEI TIAN, CHUN-LI WANG, YAN-MIN HU, JI-HUA TANG. Genetic basis of nutritional content of stover in maize under low nitrogen conditions. **Euphytica**. 165: 485-493, 2008

HUNT, C.W.; KEZAR, W.; VINANDE, R. Yield, chemical composition, and ruminal fermentability of corn whole plant, ear, and stover as affected by hybrid. **Journal of Production Agriculture**, v.5, p.286-290, 1992.

JOHNSON, J. R.; MONSON, W. G.; PETTIGREW, W. T. Variation in nutritive value of corn hybrids for silage. **Nutrition Reports International**, Woburn, v. 32, n. 4, p. 953-958, 1985.

JORGENSON, R.L. Brown midrib in maize and its lignage relations. **Journal American Society Agronomy** 23:549–557, 1931.

JUNG, H. J. G.; BUXTRON, D. R. Forage quality variation among maize inbreds. Relationships of cell-wall composition and in vitro degradability for stem internodes. **Journal Science Food Agriculture**, London, v. 66, n. 3, p. 313-322, Nov. 1994.

KRAKOWSKY, M. D.; LEE M.; COORS J. G. Quantitative trait loci for cell wall components in recombinant inbred lines of maize (*Zea mays* L.) II: leaf sheath tissue. **Theoretical Applied Genetics**, v. 112, p. 717–726, 2006.

KUC, J.; NELSON, O.E.; FLANAGAN, P. Degradation of abnormal lignins in the brown-midrib mutants and double mutants of maize. **Phytochem** 7:1435–1436, 1986.

LAPIERRE, C.; TOLLIER, M.T.; MONTIES, B. A new type of constitutive unit in lignins from the corn bm3 mutant. **Académie des sciences**. 307:723–728, 1988.

LAUER, J.G.; COORS, J.G.; FLANNERY, P.J. Forage yield and quality of corn cultivars developed in different eras, **Crop Science**. 41 (2001) 1441–1455.

LOBATO, P.N.; PINHO, R.G.V. E.; PINHO, V. R.V.; RAMALHO, M.A.P. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de híbridos duplos de milho utilizando a geração F1 e F2 de híbridos simples. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.1, p.54-64, 2005.

LÜBBERSTEDT T.; MELCHINGER A.E.; SCHÒN C.C.; UTZ H.F.; KLEIN, D. QTL mapping in testcrosses of European flint lines of maize: I. Comparison of different testers for forage yield traits. **Crop Science** 37:921–931, 1997a.

LUNDEVALL, J.P.; BUXTON, D.R.; HALLAUER, A.R.; GEORGE, J.R. Forage quality variation among maize inbreds: in vitro digestibility and cell wall components, **Crop Science**. 34 (1994) 1672–1678.

MAHANNA, W. C. Genetic selection for forage nutritional quality. In: **Quality forage and ruminants**; proceedings. Ontario: Ministry of Agriculture and Food/Guelph & Borckville, 1994.

MARTEN, G.C.; BARNES, R.F. Prediction of energy and digestibilities of forages with in vitro rumen fermentation and fungal enzymes systems, in: PIGDEN, W.J.; BLACH, C.C.; GRAHAM, M. (Eds.), Procedure for standardization of analytical methodology for feeds workshop, Ottawa, Canada, 1980, pp. 61–71.

MCDONALD, P.; HENDERSON, N.; HERON, S. **The biochemistry of silage**. 2.ed. New York: Chalcombe Publications, 1991. 339p.

MÉCHIN, V.; ARGILLIER, O.; BARRIÈRE, Y.; MILA, I.; POLET, B.; LAPIERRE, C. Relationships of cell-wall composition to in vitro cell-wall digestibility of maize inbred line stems, **Journal Science Food Agricultural.**, 80: 574–580, 2000.

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

MELO, W. M. C.; PINHO, R.G.V.; PINHO, E.R.V.; CARVALHO, M.L.M.; FONSECA, A.H. Parcelamento da adubação nitrogenada sobre o desempenho de cultivares de milho para produção de silagem. **Ciência Agrotecnológica**, Lavras, v. 23, p. 608 - 616, 1999b.

MELLO, R.; NÖRNBERG, 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**, v. 4, n.1, p. 79-94, 2005.

MENDES, M.C.; PINHO, R.G.V.; PEREIRA, M.N.; FILHO, E.M.F.; FILHO, A.X.S. 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. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v.64, n.5, p.1548-1558, 1987.

MIRANDA, G. V.; RODRIGUES, T. C.; SOUZA, L. V.; FURTADO, A. L.; CALLAIS, M. J. R.; CRUZ, J. R. S.; BARROS, H. B. Desempenho de novos cultivares de milho para a produção de silagem na região de Viçosa, MG. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 51, n. 298, p. 707-718, 2004.

MIRANDA, G. V. ; GALVÃO, J. C. C. **Produção de Milhos Especiais**. 1. ed. Viçosa: Centro de Produções Técnicas - CPT, 2005. v. 1. 190 p.

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

NUSSIO, L. G. Cultura de milho para produção de silagem de alto valor alimentício. In: **SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS**, 4. 1991, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, p.59-168, 1991.

OBA, M.; ALLEN, M.S. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage. Effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows, **Journal Dairy Science**. 82: 589–596, 1999.

OLIVEIRA, J.S.; SOBRINHO, F. S.; PEREIRA, R.C.; MIRANDA, J.M.; BANYS, V.L.; RUGGIERI, A.C.; PEREIRA, A.V.; LÉDO, F.J.S. Potencial de utilização de híbridos comerciais de milho para silagem na região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, 2: 62-71, 2003.

OLIVEIRA, J.S.; SOUZA SOBRINHO, F. Cultivares de milho para silagem: Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2004. 10p. (Embrapa Gado de Leite. **Circular técnico**, 81).

OLIVEIRA, J.S.; SOBRINHO, F.S.; REIS, F.A.; SILVA, G,A; FILHO, S.N.R ; SOUZA, J.J.R.; MOREIRA, F.M. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho destinados à silagem em bacias leiteiras do estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 37: 45-50, 2007.

PECK, J. R. Sorting through the seed corn catalogs: new characteristics bred into grain and silage varieties make picking hybrids tough. **Hoard's Dairyman**, Fort Atkinson, v. 23, p. 16, 1998.

PEDERSEN, J.F.; VOGEL, K.P. FUNNELL, D. Impact of reduced lignin on plant fitness. **Crop Science**. 45:812-819, 2005.

PICHON, M.; DESWARTES, C.; GERENTES, D.; GUILLAUMIE, S.; LAPIERRE, C.; TOPPAN, A.; BARRIÈRE, Y.; GOFFNER, D. Variation in lignin and cell wall digestibility in caffeic acid *O*-methyltransferase down-regulated maize half-sib progenies in field experiments, **Molecular Breeding**, 18: 253-261, 2006.

PIQUEMAL, J.; CHAMAYOU, S.; NADAUD, I.; BECKERT, M.; BARRIÈRE, Y.; MILA, I.; LAPIERRE, C.; RIGAU, J.; PUIGDOMENECH, P.; JAUNEAU, A. DIGONNET, C.; BOUDET, A.M.; GOFFNER, D.; PICHON, M. Down-regulation of caffeic acid *O*-methyltransferase in maize revisited using a transgenic approach, **Plant Physiology**. 130: 1675–1685, 2002.

PINTER, L.; SCHMIDT, J.; JOSZA, S.; SZABO, J.; KELEMEN, G. Effect of plant density on the feed value of forage maize. **Maydica** 35: 73-80, 1990.

ROOK, J.A.; MULLER, L.D. SHANK, D.B. Intake and digestibility of brown midrib corn silage by lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**. 60:1894–1904, 1977.

ROTH, L. S.; MARTEN, G. C.; COMPTON, W. A.; STUTHMAN, D. D. Genetic variation for quality traits in maize (*Zea mays* L.) forage. **Crop Science**, Madison, v. 10, p. 365-367, 1970.

ROUSSEL, V.; GIBELIN, C.; FONTAINE, A.S.; BARRIÈRE, Y. Genetic analysis in recombinant inbred lines of early dent forage maize. II. QTLmapping for cell wall constituents and cell wall digestibility from per se value and top cross experiments, **Maydica** 47 (2002) 9–20.

SCHMILDT, E. R. **Correção de rendimento de parcelas, estratificação ambiental e adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho**. 2000. 110 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SILVA, L. F. P. e **Avaliação de características agronômicas e nutricionais de híbridos de milho para silagem**. 1997. 98 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

SILVA, P. C. **Seleção recorrente recíproca e cruzamentos dialélicos em milho (*Zea mays* L.) para a obtenção e avaliação de híbridos forrageiros.** 2002. 92 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, SP.

SOUZA SOBRINHO, F. **Divergência genética de híbridos simples e alternativas para a obtenção de híbridos duplos de milho.** Lavras: UFLA, 2001. 96p. (Tese - Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).

SOUZA SOBRINHO, F.; RAMALHO, M.A.P.; SOUZA, J.C. Alternatives for obtaining double cross maize hybrids. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.1,p. 70-76, 2002.

STALLINGS, C.C.; DONALDSON, B.M.; THOMAS, J.W.; ROSSMAN, E.C.. In vivo evaluation of brown midrib corn silage by sheep and lactating dairy cows. **Journal, Dairy Science**. 65:1945–1949, 1982.

SPRAGUE, G. F.; TATUM, L. A. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. **Journal of the American Society of Agronomy**, Madison, v. 34, n. 10, p. 923-932, Oct. 1942.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops, **J. Brit. Grassl. Soc.** 18, 104–111, (1963).

VALÉRIE, M.; ARGILLIER, O.; HÉBERT, Y.; GUNGO, E.; MOREAU, L.; CHARCOSSET, A. Genetic analysis and QTL mapping of cell wall digestibility and lignification in silage maize. **Crop Science** 41:690–697, 2001.

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

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**, 2 ed. Cornell University Press, Ithaca, 1994. 476p.

VENCOVSKY, R. **Alguns aspectos teóricos e aplicados relativos a cruzamento dialélicos de variedades**. 1970. 59p. Tese Livre-Docente, Piracicaba, ESALQ.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.

VIGNOLS, F.; RIGAU, J.; TORRES, M.A.; CAPELLADES, M.; PUIGDOMÈNECH, P. The brown midrib 3 (bm3) mutation in maize occurs in the gene encoding caffeic O-methyltransferase, **Plant Cell** 7 407–416, (1995).

VILELA, D. Silagem. **Imagem Rural**, São Paulo, v. 2, n. 18, p. 36-42, maio 1995.

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

VILLELA, T.E.A.; PINHO, R.G.V.; GOMES, M.S.; GROSS, M.R.; EVANGELISTA, A.R. Conseqüências do atraso na época de semeadura e de ensilagem do milho no valor nutritivo da silagem. **Ciência Agrotécnica**. Lavras. V.27, n.1, p.54-61, 2003.

XU LI; JING-KE; WENG; CHAPPLE, C. Improvement of biomass through lignin modification, **Plant Journal**, 2008 54(4):569-81.

ZAGO, C. P. Híbridos de milho e sorgo para silagem: características agrônômicas e nutricionais. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 1. 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2002. p. 351-372.

WOLF, D.P.; COORS, J.G.; ALBRECHT, K.A.; UNDERSANDER, D.J.; CARTER, P.R. Forage quality of maize genotypes selected for extreme fiber concentrations, **Crop Science**. 33: 1353–1359, (1993a).