

**DIALELO PARCIAL EM CAPIM-ELEFANTE: CAPACIDADE
COMBINATÓRIA EM CARACTERES MORFOAGRONÔMICOS E
BROMATOLÓGICOS EM CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ**

VANESSA QUITETE RIBEIRO DA SILVA

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY
RIBEIRO - UENF**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO – 2011**

**DIALELO PARCIAL EM CAPIM-ELEFANTE: CAPACIDADE
COMBINATÓRIA EM CARACTERES MORFOAGRONÔMICOS E
BROMATOLÓGICOS EM CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ**

VANESSA QUITETE RIBEIRO DA SILVA

Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da
Universidade Estadual do Norte
Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das
exigências para obtenção do título de
Doutora em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Rogério Figueiredo Daher

CAMPOS DOS GOYTACAZES
FEVEREIRO – 2011

**DIALELO PARCIAL EM CAPIM-ELEFANTE: CAPACIDADE
COMBINATÓRIA EM CARACTERES MORFOAGRONÔMICOS E
BROMATOLÓGICOS EM CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ**

VANESSA QUITETE RIBEIRO DA SILVA

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Doutora em Produção Vegetal

Aprovada em 14 de fevereiro de 2011

Comissão Examinadora:

Prof. Alexandre Pio Viana (D. Sc. em Produção Vegetal) - UENF

Dr. Francisco José da Silva Lédo (D. Sc. em Genética e Melhoramento) –
Embrapa Gado de Leite

Prof. Geraldo de Amaral Gravina (D. Sc. em Fitotecnia) - UENF

Prof. Rogério Figueiredo Daher (D.Sc. em Produção Vegetal) – UENF
(Orientador)

Dedico esta vitória a Deus,, ao meu esposo e amigo Max, aos, meus pais Rogéria e Enivaldo e meu irmão Vinícius, pelo amor e incentivo, sempre dedicados com muito carinho.

“Não temas, porque eu sou contigo; não te assombres, porque eu sou teu Deus; eu te fortaleço, e te ajudo, e te sustento com a minha destra fiel.” Isaías 41:10

AGRADECIMENTOS

A DEUS, O Autor da minha fé e meu melhor amigo;

Aos meus pais e meu irmão, por serem tudo que uma família representa e por serem sempre presentes, e aos meus familiares, pelo apoio, incentivo e compreensão em todos os momentos;

Ao meu esposo Max, por ser meu amigo, companheiro e o grande amor da minha vida;

Ao meu orientador Rogério Figueiredo Daher, pela orientação, amizade e apoio;

A UENF, pela concessão da bolsa;

Aos professores Geraldo do Amaral Gravina, Alexandre Pio Viana e ao Dr. Francisco José da Silva Lédo, pela importante participação na construção deste trabalho;

Ao LZNA, por ceder suas instalações para as análises bromatológicas e pelo auxílio do técnico Cláudio Lombardi e das colegas sempre presentes Bebeth, Tânia e Renata;

Aos amigos de laboratório Tatiane, Eduardo, Raquel, Janeo, Erik e Ana Cláudia e aos funcionários de campo, Romildo, Fernando e Júlio;

Aos amigos Deisy, Silvana, Marilene, Fernanda, Andréa, Flávio, Leandro, Renata, Drieli, Roberta, Eileen, Rulfe pelo companheirismo, apoio e carinho;

A todos os professores e funcionários da UENF que participaram e contribuíram para construção da minha formação acadêmica.

SUMÁRIO

RESUMO	Vi
ABSTRACT	Viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Origem e Aspectos Gerais do Capim-elefante.....	3
2.2. Comportamento Citogenético.....	6
2.3. Cultivares de Capim-elefante.....	7
2.4. Aspectos Agronômicos do Capim-elefante.....	10
2.4.1. Composição Química do Capim-elefante.....	13
2.5. Melhoramento do Capim-elefante.....	17
2.5.1. Hibridação Intra-específica.....	19
2.5.2. Hibridação Interespecífica.....	20
2.5.3. Melhoramento Populacional.....	21
2.6. Análise Dialélica.....	21
2.7. Dialelo Parcial.....	24
3. MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1. Instalação e Localização do Experimento.....	26
3.2. Relação dos Genitores e Obtenção dos Híbridos.....	27
3.3. Características Avaliadas.....	29
3.4. Análise Estatística.....	30
3.4.1. Análise de Variância.....	30
3.5. Análise Dialélica.....	32
3.5.1. Metodologia de Griffing Adaptada a Dialetos Parciais.....	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1. Análise de Variância do Primeiro Corte.....	34
4.2. Agrupamento de Médias do Primeiro Corte.....	36
4.3. Análise de Variância do Segundo Corte.....	39

4.4. Agrupamento de Médias do Segundo Corte.....	42
4.5. Análise de Variância Conjunta.....	44
4.6. Teste de Comparação entre Médias.....	46
4.7. Análise de Griffing Adaptada a Dialelos Parciais.....	50
4.7.1. Análise de Variância para Capacidade de Combinação do Primeiro Corte.....	50
4.7.2. Efeitos da Capacidade Geral de Combinação no Primeiro Corte.....	53
4.7.3. Efeitos da Capacidade Específica de Combinação no Primeiro Corte.....	56
4.7.4. Heterose Média no Primeiro Corte.....	59
4.7.5. Análise de Variância para Capacidade de Combinação do Segundo Corte.....	62
4.7.6. Efeitos da Capacidade Geral de Combinação no Segundo Corte.....	64
4.7.7. Efeitos da Capacidade Específica de Combinação no Segundo Corte.....	67
4.7.8. Heterose Média no Segundo Corte.....	70
4.7.9. Análise Dialélica Conjunta para Capacidade de Combinação.....	73
4.7.10. Efeito Médio da Capacidade Geral de Combinação.....	75
4.7.11. Efeito Médio da Capacidade Específica de Combinação.....	79
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	83
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85

RESUMO

SILVA, V.Q.R.; D.Sc. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Fevereiro de 2011. Dialelo Parcial em capim-elefante: capacidade combinatória em caracteres morfoagronômicos e bromatológicos em Campos dos Goytacazes, RJ. Orientador: Professor Rogério Figueiredo Daher.

O capim-elefante é considerado uma das mais importantes forrageiras tropicais, sendo amplamente utilizado na alimentação de rebanhos leiteiros. Todavia, o melhoramento genético do capim-elefante ainda não atingiu o mesmo estágio obtido por outras culturas. Para tanto, o presente trabalho objetivou a obtenção e avaliação de híbridos dialélicos entre genitores de capim-elefante, em esquema de dialelo parcial, para estimação da capacidade geral de combinação dos genitores e capacidade específica de combinação dos híbridos de capim-elefante, com base em nove características morfoagronômicas e bromatológicas, por meio da metodologia de Griffing (1956). O experimento de avaliação dos pais e híbridos foi delineado em blocos casualizados, com três repetições, sendo cada bloco composto de 24 tratamentos (16 combinações híbridas, oito genitores), em parcelas subdivididas no tempo. Com base nos resultados, concluiu-se que houve diferença significativa entre os

genótipos, para a maioria das características avaliadas, indicando a presença de variabilidade genética entre os híbridos e genitores avaliados. Constatou-se que na maioria das características morfoagronômicas e bromatológicas predominou efeito gênico de dominância. Observou-se que as estimativas de \hat{g}_i foram positivas em sua maioria, mesmo que reduzidas, permitindo a indicação dos melhores genitores. Com base na capacidade geral de combinação, os melhores genitores foram Taiwan A-144, Vruckwona Africana e Taiwan A-146. Os melhores cruzamentos, com base na capacidade específica de combinação e heterose média foram 1X6, 2X6, 2X7, 2X8 e 3X5.

ABSTRACT

SILVA, V.Q.R., D.Sc. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. February, 2011. Partial diallel in elephant grass: Combining ability of morphological characteristics and nutritional qualities in Campos dos Goytacazes, RJ. Advisor: Professor Rogério Figueiredo Daher.

Elephant grass is considered one of the most important tropical forage widely used as feed for dairy herds. However, the breeding of elephant grass has not yet reached the same stage reached by other cultures. So, we present the collection and evaluation of diallel hybrids between parents of elephant grass in a partial diallel scheme for estimating the general combining ability of parents and specific combining ability of hybrids of elephant grass, based in nine agronomic and chemical characteristics, through the method of Griffing (1956). The experiment to evaluate the parents and hybrids was a randomized blocks design with three replications, with each block consisting of 24 treatments (16 hybrid combinations, eight parents) in split plot. Based on the results, we concluded that there were significant differences between genotypes for most traits, indicating the presence of genetic variability between hybrids and their parents were assessed. It was found that most of the morphological characteristics and chemical dominance gene effect predominated. It was observed

that the estimates were mostly positive, even if reduced, allowing the indication of the best parents. Based on general combining ability, the best parents were Taiwan A-144, Vruckwona Africana and Taiwan A-146. The best intersections, based on the specific combining ability and average heterosis were 1X6, 2X6, 2X7 2X8 and 3X5.

1. INTRODUÇÃO

O capim-elefante é uma das gramíneas mais difundidas em todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo. Após seu reconhecimento como forrageira de elevado valor para produção de rebanhos, principalmente bovinos, o capim-elefante foi introduzido em vários países (Gomide, 1994).

Por conseguinte, o uso de espécies forrageiras visando à alimentação de rebanhos em confinamento ou em períodos estratégicos de escassez de alimentos se tornou uma alternativa viável para intensificação do sistema produtivo (Restle et al., 2003).

Devido ao seu elevado potencial de produção de biomassa, fácil adaptação aos diversos ecossistemas e boa aceitação pelos animais, o capim-elefante é considerado uma das mais importantes forrageiras tropicais, sendo amplamente utilizado na alimentação de rebanhos leiteiros sob as formas de pastejo, feno e silagem. Portanto, o capim-elefante é uma forrageira com elevado potencial produtivo, podendo produzir até 14,5 toneladas de matéria seca por hectare em 56 dias de rebrotação (Lima et al., 2008).

O uso de pastagens em sistemas de produção de leite constitui-se em uma alternativa de exploração. Entretanto, a adoção desse sistema com capim-elefante no Brasil ainda é incipiente, devido ao elevado custo de manutenção e dificuldade de manejo. Atualmente, o capim-elefante é mais indicado para a formação de

capineiras, pois além de elevada produtividade, apresenta as vantagens de propiciar maior aproveitamento da forragem produzida e redução de perdas no campo.

De acordo com Freitas et al. (2004), têm sido desenvolvidos programas de melhoramento genético em várias instituições (IPA, UFRPE, CNPGL e UENF) com o capim-elefante, visando a seleção de materiais superiores e adaptados a cada região brasileira. Entretanto, o melhoramento genético do capim-elefante ainda necessita de pesquisas visando a exploração de genótipos para o lançamento de cultivares. Por isso, esta cultura pode obter grandes avanços e assumir o mesmo papel fundamental desempenhado por outras forrageiras (Pereira et al., 2001).

O estabelecimento de programas de melhoramento com base no vigor híbrido constitui uma alternativa viável para obtenção de cultivares de elevada produção, permitindo a fixação de um dado genótipo e multiplicação por propagação vegetativa (Pereira et al., 2001). Para tanto, é necessário ter critérios na escolha dos genitores, visto que a obtenção de cultivares superiores depende da diversidade genética entre genitores. Assim, o estabelecimento de cruzamentos dialélicos permite a seleção dos melhores genitores para hibridação, por meio da estimação da capacidade geral e específica de combinação (Griffing, 1956). Desse modo, a utilização de esquemas dialélicos parciais, baseado no cruzamento entre dois grupos de genitores distintos, propõe a análise de maior número de acessos, com menor número de polinizações e menor dispêndio de recursos. O dialelo parcial foi inicialmente proposto por Comstock e Robinson (1948, 1952), tendo sido posteriormente adaptado por Griffing (1956), Kempthorne e Curnow (1961) e Gardner e Eberhart (1966).

Portanto, objetivou-se neste trabalho:

- 1) Obter e avaliar híbridos de capim-elefante, com elevada capacidade de produção forrageira;
- 2) Estimar a capacidade geral de combinação (CGC) dos genitores e capacidade específica de combinação (CEC) dos híbridos de capim-elefante, por meio da metodologia de Griffing (1956);
- 3) Estimar os efeitos de genótipo (genitores e híbridos), ambientes (cortes) e interação genótipos e ambientes, visando estabelecer, conjuntamente com CGC e CEC, a melhor estratégia para o melhoramento desta espécie na região Norte Fluminense.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Origem e Aspectos Gerais do Capim-elefante

O capim-elefante é uma típica gramínea tropical, originário do continente Africano, mais especificamente da África Tropical, entre 10°N e 20°S de latitude, foi descoberto em 1905 pelo coronel Napier (Rodrigues et al., 2001). Espalhou-se por toda África e foi introduzido no Brasil em 1920, vindo de Cuba. Hoje, encontra-se difundido em todas as regiões brasileiras. Em 1827 foi realizada sua descrição original (Tcacenco e Botrel, 1997), porém houve modificações ao longo do tempo. Atualmente, a espécie *Pennisetum purpureum* pertence à família Gramineae, subfamília Panicoideae, tribo Paniceae, gênero *Pennisetum* L. Rich.

O gênero *Pennisetum* apresenta mais de 140 espécies, incluindo espécies forrageiras cultivadas por todo território nacional. A maioria dos genótipos de capim-elefante existentes faz parte do banco ativo de germoplasma de capim-elefante da Embrapa Gado de Leite (BAGCE) (Pereira et al., 2001), sendo um dos mais completos do país. O BAGCE contém vários acessos desse gênero, reunindo clones e populações de genótipos domesticados, silvestres e raças cromossômicas obtidas por cruzamentos interespecíficos.

Além disso, é uma espécie predominantemente alógama e, portanto, apresenta alto nível de heterozigose, protogínica, sendo que a taxa de polinização

cruzada depende da época de florescimento dos genótipos envolvidos e do arranjo físico das populações. O intervalo médio de tempo decorrido entre o aparecimento dos estigmas e a abertura das primeiras anteras é de aproximadamente sete dias. A variação deste intervalo no mesmo acesso é pequena, entretanto, a variação entre acessos permite classificá-los em precoces, intermediários e tardios (Pereira, 1994).

Por apresentar propagação vegetativa, o capim-elefante possibilita isolar e propagar plantas superiores resultantes de cruzamentos para testes e eventuais lançamentos. Segundo Holm et al. (1977), a produção de sementes no capim-elefante é inconsistente e as mesmas apresentam baixa viabilidade. Segundo Pereira et al. (2001), a depressão endogâmica oriunda deste processo seria um dos principais fatores responsáveis pela baixa germinação das sementes e plantas de baixo vigor no capim-elefante propagado por sementes. A depressão endogâmica deve-se às segregações mendelianas ocorridas em cruzamentos de indivíduos aparentados quando comparadas ao grau de heterose apresentada pelos genes na população original (Allard, 1971).

A autofecundação em capim-elefante origina plantas de baixa produtividade e tamanho inferior, como consequência da redução da heterozigose nesta espécie (Hanna, 1999). Entretanto, vale salientar que, em espécies tetraplóides como o capim-elefante (Brunken, 1977), a redução da heterozigose com uma autofecundação é de apenas 5,6% (Borém, 2001).

Uma compilação de descrições do capim-elefante (Alcântara e Bufarah, 1983; Nascimento Júnior, 1981; Deresz, 1999) o descreve como uma gramínea perene, de hábito de crescimento cespitoso, atingindo de 3 a 5 metros de altura com colmos eretos dispostos em touceira aberta ou não, os quais são preenchidos por um parênquima suculento, chegando a 2 cm de diâmetro, com entrenós de até 20 cm. Possui rizomas curtos, folhas com inserções alternas, de coloração verde-escura ou verde-clara, que podem ser pubescentes ou não, chegando a alcançar 10 cm de largura e 110 cm de comprimento. As folhas apresentam nervura central larga e brancacenta, bainha lanosa, invaginante, fina e estriada, lígula curta, brancacenta e ciliada.

Sua inflorescência é uma panícula primária e terminal, sedosa e contraída, ou seja, com racemos espiciformes em forma de espiga, podendo ser solitária ou

aparecendo em conjunto no mesmo colmo. A panícula tem, em média, 15 cm de comprimento, formada por espiguetas envolvidas por um tufo de cerdas de tamanhos desiguais e de coloração amarelada ou púrpura. Apresenta abundante lançamento de perfilhos aéreos e basilares, podendo formar densas touceiras, apesar de não cobrirem totalmente o solo.

Em 1983, Alcântara e Bufarah, relataram as principais características agronômicas da cultura:

- Altitude: Desde o nível do mar até 2.200 metros, sendo mais adaptada altitudes de até 1.500 metros;
- Temperatura: De 18 a 30 °C, sendo 24 °C uma boa temperatura. Porém, é importante a amplitude dessa temperatura. Dependendo da cultivar, pode suportar o frio e até geadas;
- Precipitação: De 800 a 4.000 mm. Vegeta em regiões quentes e úmidas com precipitação anual de mais de 1.000 mm, porém o mais importante é sua distribuição ao longo do ano, por ser uma forrageira muito estacional, onde 70-80 % de sua produção ocorre na época das águas. Possui baixa tolerância à seca, podendo atravessar a estação seca com baixa produção se possuir raízes profundas (bem estabelecida);
- Radiação: Por ser uma gramínea tropical, as folhas individuais não saturam mesmo com a radiação máxima de $2000 \mu E. m^{-2}. s^{-1}$. Esta característica aliada ao tipo de comunidade com folhas estreitas e eretas permite também uma maior penetração da luz através do perfil vegetal e, conseqüentemente, melhor utilização de altas intensidades luminosas. Portanto, está entre as espécies de alta eficiência fotossintética, ou seja, entre aquelas com maior eficiência no aproveitamento da luz. Isto resulta na grande capacidade de acumulação de matéria seca;
- Solo: Adapta-se a diferentes tipos de solo, com exceção dos solos mal drenados, com possíveis inundações. É encontrado em barrancas de rios, regiões úmidas e orlas de floresta. Não foram observados registros de tolerância à salinidade;
- Topografia: Pode ser cultivada em terrenos com declives de até 25 % devido ao seu baixo controle da erosão do solo;
- Produção: relatos de produções de 300 toneladas de matéria verde por hectare

são encontrados, mas a média nacional encontra-se bem abaixo desta;

- Fertilidade: Exigente em relação aos nutrientes; e não tolera baixo pH e alumínio no solo;
- Propagação: Por via vegetativa, utilizando-se colmos; poucas sementes são viáveis, tendo um valor cultural próximo a 30 %;
- Consórcio: devido à sua agressividade é difícil consorciar-se a leguminosas, porém, quando mantida próximo aos 60 cm, pode facilitar o estabelecimento de leguminosas, como soja, siratro, dentre outras (Rodrigues et al., 1993; Jacques, 1994 e Moss, 1964).

Muitas pesquisas têm sido conduzidas em vários estados do Brasil, visando identificar novas cultivares de capim-elefante mais produtivas e mais adaptadas a diferentes condições edafoclimáticas das regiões brasileiras. Daher et al. (2000) em Campos dos Goytacazes, selecionaram quatro clones: Pioneiro, CNPGL 91F027.5, CNPGL 91F025.3, CNPGL 91F06.3 todos apresentando elevada produtividade de matéria seca por corte.

2.2. Comportamento citogenético

O capim-elefante (alotetraplóide $2n=4x=28$) apresenta um dos seus genomas parcialmente homólogo ao do milheto (*Pennisetum glaucum*, $2n=2x=14$). O cruzamento entre essas duas espécies é relativamente simples e resulta na obtenção de um híbrido interespecífico estéril, com boas características forrageiras e que pode ser mantido por meio da propagação vegetativa. Isto demonstra ser possível a utilização do germoplasma do milheto no melhoramento do capim-elefante.

O grupo dos híbridos interespecíficos tem revelado ser uma alternativa para a obtenção de cultivares superiores (Hanna e Monson, 1980; Bodeddorff e Occumpaugh, 1986; Schank e Chynoweth, 1993). Além de melhor qualidade forrageira, os híbridos hexaplóides apresentam elevada produção de sementes grandes e viáveis, o que os recomenda para a propagação via semente (Rajasekaran et al., 1986; Diz e Schank, 1993).

Existem poucas informações sobre a origem filogenética, processo evolutivo e os centros de diversificação do capim-elefante. A espécie apresenta número básico cromossômico $n=7$ tendo evoluído para uma alotetraplóide ($2n=4x=28$), com comportamento diplóide normal, possuindo os genomas A'A"BB (Jauhar, 1981), sendo que o primeiro destes apresenta grande homologia com o genoma A do milho (Dujardin e Hanna, 1985). Essas duas espécies são estreitamente relacionadas, cruzando com grande facilidade e originando híbridos estéreis de grande interesse forrageiro. Normalmente, o híbrido interespecífico assemelha-se mais ao capim-elefante, por causa da maior contribuição genética (2/3 dos cromossomos) e da dominância do genoma B do *P. Purpureum* sobre o genoma A do *P. glaucum* (Gonzales e Hanna, 1984).

A restauração da fertilidade pode ser conseguida pela duplicação do conjunto cromossômico (Dujardin e Hanna, 1985; Hanna e Dujardin, 1986). Outra espécie relacionada é o *P. squamulatum* cujo genoma apresenta segmentos comuns aos genomas A'B do capim-elefante. Essas espécies pertencem ao conjunto gênico secundário (Harlan e De Wet, 1971) do capim-elefante e apresentam elevado potencial de utilização no seu melhoramento, possibilitando a ampliação da base genética da espécie.

Além de apresentar florescimento protogínico que favorece a realização de cruzamentos dirigidos (Pereira et al., 1997), o capim-elefante apresenta boa capacidade de combinação com o milho, produzindo híbridos interespecíficos de grande interesse forrageiro (Hanna, 1984; Diz, 1994).

2.3. Cultivares de Capim-elefante

Otero (1961) afirmou que no início da utilização da espécie, apenas duas cultivares eram bem conhecidas, a cultivar Mercker, com colmos finos e lâminas foliares estreitas, e Napier, com colmos grossos e lâminas foliares largas. Atualmente, as cultivares têm sido divididas em grupos de acordo com a época de florescimento, pilosidade da planta, diâmetro do colmo, formato da touceira, largura da folha, número e tipo de perfilhos (Carvalho et al., 1972; Bogdan, 1977; Pereira,

1993). Pereira (1993), considerando as principais características com função discriminatória e importância agrônômica, bem como a constituição genética, classificou as cultivares de capim-elefante em cinco grupos distintos:

- **Grupo Anão:** são mais adaptadas para pastejo em função do menor comprimento dos entrenós. As plantas desse grupo apresentam porte baixo (1,5 m) e elevada relação lâmina:colmo. A principal representante desse grupo é a cultivar Mott ou “anão”.

O capim-elefante anão foi primeiramente descoberto nos anos de 1940, e a cv. Mott foi selecionada em 1977, de uma progênie autofecundada da cultivar Merkeron, na Geórgia (EUA). O Merkeron é um híbrido de porte alto, selecionado do cruzamento de capim-elefante de portes baixo e alto, efetuado de 1936 a 1943. A cv. Mott é a representante mais importante do grupo, podendo atingir uma altura máxima de 1,80 m, forma touceira densa com alta relação lâmina:colmo, com elevado valor nutritivo. Segundo Almeida et al. (2000), ela foi introduzida no Brasil a partir de 1980, sendo que, entre os poucos trabalhos de pesquisa com o capim-elefante sob pastejo, poucos têm sido realizados no país. Esta forrageira tem uma capacidade de produção sob pastejo de 1,0 kg de ganho animal médio diário, quando bem manejada.

Almeida et al. (2000) avaliando a oferta de forragem de capim-elefante cv. Mott, observaram uma taxa de acúmulo de matéria seca de lâmina verde (MSLV) de $70 \text{ kg} \cdot \text{ha} \cdot \text{dia}^{-1}$, permitindo colheita de forragem com 17,8% de proteína bruta e 68,4% de digestibilidade. Esta condição da pastagem assegurou ganhos médios diários de 1,06 kg/novilho com uma oferta de forragem de 11,3 kg de MSLV/100 kg PV/dia. Neste estudo, a eficiência da pastagem de capim-elefante anão cv. Mott foi de 12,3 kg de MSLV para 1,0 kg de peso vivo.

- **Grupo Cameroon:** apresentam plantas de porte ereto, colmos grossos, predominância de perfilhos basilares, folhas largas, florescimento tardio (maio a julho) ou ausente, e touceiras densas. Como exemplo deste grupo, têm-se as cultivares Cameroon, Piracicaba, Vruckwona e Guaçú.

- **Grupo Mercker:** caracterizado por apresentar menor porte, colmos finos, folhas finas, menores e mais numerosas, e época de florescimento precoce (março a abril). As cultivares Mercker, Mercker comum, Mercker Pinda fazem parte deste

grupo.

- **Grupo Napier:** apresentam variedades de plantas com colmos grossos, folhas largas, época de florescimento intermediária (abril a maio) e touceiras abertas. Têm exemplares como as cultivares Napier, Mineiro e Taiwan A-146.

- **Grupo dos Híbridos:** Resultantes do cruzamento entre espécies de *Pennisetum*, principalmente *P. purpureum* e *P. glaucum*, com florescimento precoce, esterilidade, morfologia e características intermediárias aos genitores (capim-elefante e milho), como as cultivares Pusa Gigante Napier, Bana Grass e Mineiro x 23 A.

O grupo de híbridos interespecíficos tem revelado ser uma alternativa promissora para a obtenção de cultivares superiores e com propagação por sementes. Na região Sudeste, Mozzer et al. (1970), avaliando o potencial forrageiro de 12 cultivares de capim-elefante, em solos de cerrado em Sete Lagoas, MG, concluíram que a cultivar Mineiro foi a mais produtiva (7.233 kg de matéria seca/ha/corte). Comparando 25 cultivares de capim-elefante em São Paulo (Alcantara et al. 1980) observaram o maior rendimento forrageiro da Taiwan A-144 (51.890 kg de matéria seca/ha/ano). Em Minas gerais, Botrel et al. (2000) verificaram produtividade de 43.195, 31.222 e 25.910 kg/ha/ano para as cultivares Pioneiro, Cameroon e Taiwan A-146, respectivamente.

Na região Norte, Gonçalves et al. (1979) avaliando 16 cultivares de capim-elefante em solos de baixa fertilidade natural em Belém-PA, verificaram que as cultivares Napier, Taiwan A-146, Taiwan A-148 e Porto Rico foram as mais promissoras com 6.000, 6.000, 5.600 e 5.400 kg/ha/corte, respectivamente.

Na região Sul, Vatterle e Sallerno (1983), estudando 34 cultivares de capim-elefante em Itajaí-SC, concluíram que as cultivares Taiwan A-148, Cameroon, Taiwan A-144 e Vruckwona se destacaram em produtividade (5.000 kg de matéria seca/ha/corte).

Na região Nordeste, Santana et al. (1989), comparando diferentes cultivares de capim-elefante no Sul da Bahia, observaram que Napier, Mineiro e Cameroon forma as mais produtivas (20.000 kg de matéria seca/ha/ano).

Na região Centro-oeste, Abreu e Cortes (1995), avaliando doze cultivares de capim-elefante em solo de cerrado em Lucas do Rio Verde-MT, constataram que a

cultivar Mineiro obteve o maior rendimento forrageiro na época seca (2.200 de matéria seca/ha/corte), sendo que as cultivares Napier e Cana da África apresentaram menor produtividade.

Um dos maiores problemas relacionados com a caracterização dos materiais que compõem os bancos de germoplasma de capim-elefante é a identificação dos acessos, gerando dúvidas sobre a diversidade genética do germoplasma e a representatividade de diferentes ecossistemas. A descrição fenotípica dos acessos tem sido realizada pela utilização de um conjunto de descritores com base nos caracteres morfológicos (altura da planta; número, comprimento e diâmetro dos internódios; comprimento e largura das folhas; presença de pêlos); caracteres reprodutivos (época de florescimento; comprimento, diâmetro e cor da inflorescência; tamanho da cariopse); caracteres agrônômicos (relação folha/caule, produção de matéria seca) e caracteres nutricionais (digestibilidade, composição bromatológica) (Freitas et al., 2000).

A maioria das cultivares é constituída por clones selecionados de materiais coletados nas áreas de diversidade da espécie. A rede Nacional de avaliação de capim-elefante (RENACE) vem avaliando clones obtidos pelo programa de melhoramento genético da Embrapa em diferentes regiões do Brasil. As pesquisas revelam a existência de ampla variabilidade genética entre esses clones, além de considerável interação genótipo-ambiente, reforçando a necessidade de avaliações regionais (Lédo et al., 2003).

2.4. Aspectos Agrônômicos do Capim-elefante

O capim-elefante é uma das forrageiras mais importantes para a produção de forragem de boa produtividade, devido ao seu elevado potencial de produção de biomassa e grande eficiência fotossintética. Seu uso mais freqüente é em regime de corte (capineiras), podendo ser utilizado também para ensilagem e em pastejo rotacionado.

As espécies tropicais superam as espécies temperadas quanto à capacidade fotossintética, taxa de crescimento, eficiência no uso da água e nutrientes e

intercepção de luz (Pereira et al., 2001).

Contudo, uma das principais limitações do capim-elefante é a sua estacionalidade de produção (Botrel et al., 2000). Em muitas regiões do Brasil, 70 a 80% da produção anual de forragens concentra-se na época chuvosa, reduzindo o valor nutritivo em detrimento do crescimento acumulado. Essa estacionalidade da produção da forragem é atribuída às baixas precipitações e temperaturas que ocorrem no período do inverno (Evangelista e Lima, 2002).

Para atender as exigências dos produtores com relação à qualidade das mudas, os colmos devem ter mais de 100 dias de idade, com gemas laterais protuberantes, porém sem qualquer início de brotação (Martins et al., 1998; Evangelista e Lima, 2002).

Os colmos devem ser colocados em sulcos de 10-15 cm de profundidade, na posição pé com ponta (Alcântara & Bufarah, 1983). Tais autores enfatizaram que uma melhor brotação ocorre quando os colmos são cortados em pedaços de 2 a 3 gemas (no próprio sulco), enquanto que Evangelista e Lima (2002) indicam frações contendo de 3 a 5 gemas para um maior perfilhamento, no entanto, há uma grande variação de recomendações encontradas na literatura brasileira, desde não cortar os colmos, passando pela colocação de dois colmos invertidos juntos e pela colocação da ponta de um colmo ultrapassando o pé do próximo, até o corte dos colmos e colocação de palhada por cima.

Segundo Veiga (1990), para obtenção de resultados satisfatórios na produção do capim-elefante, deve-se realizar uma manutenção do maior número possível de pontos de rebrota, por onde se dará o acúmulo de forragem; na otimização da qualidade da forragem produzida, mantendo a rebrota nos limites de alcance dos animais e em densidade adequada; e na garantia de que o manejo não comprometa a persistência da pastagem. A adoção conjunta de tecnologias tem possibilitado atender a essas premissas e, assim, promover o uso eficiente da pastagem de capim-elefante, garantindo aumento em produtividade e redução nos custos de produção de leite (Lopes et al., 2003).

No que tange ao florescimento, dependendo da cultivar, o aparecimento dos estames e estiletos ocorre no período de setembro a dezembro, sendo que o estigma se desenvolve, senesce e morre antes da maturação das anteras, caracterizando a

protogenia da espécie.

Um dos principais fatores que interfere na produção e qualidade da forragem produzida é o nível de fertilidade do solos. Mistura et al. (2006) observaram que a associação de nitrogênio e potássio promoveu incrementos na disponibilidade de matéria seca em pastagens de capim-elefante, especialmente nos tratamentos com irrigação. Segundo Andrade et al. (2000), analisando o efeito sobre a adubação em capim-elefante, constataram que o efeito do nitrogênio e potássio sobre a produção de matéria seca é notável. Tratamentos com adubação nitrogenada e potássica apresentaram incremento de 85,6% em relação aos tratamentos sem adubação, evidenciando a importância da adubação na produção de forragem. De maneira geral, para adubação nitrogenada, recomenda-se quantidades entre 100 e 200 kg de $N.ha^{-1}.ano^{-1}$, divididos em aplicações correspondentes ao número de cortes. No entanto, é válido ressaltar que as recomendações de adubação devem ser balizadas de acordo com a análise de solo (Carvalho, 1985).

Para o uso do capim-elefante sob corte, a maioria dos trabalhos indica o período de sete a nove semanas para realização do corte ou altura de planta entre 1,60 a 1,80 m, com altura de corte entre 10 e 20 cm ou rente ao solo (Carvalho, 1985).

No entanto, o intervalo entre cortes pode variar de acordo com a incidência de chuvas. Na época seca, recomenda-se cortar o capim-elefante com altura de 1,50 m, visto o menor crescimento e valor nutritivo. Na época chuvosa, também conhecida como época das águas, recomenda-se um intervalo de 60 dias, quando o capim-elefante estiver com 1,50 a 1,80 m de altura (Cóser et al., 2003).

No manejo da capineira de capim-elefante, a frequência de corte influencia o rendimento e qualidade da forragem colhida. Em geral, o aumento do intervalo de cortes resulta em incrementos na produção de matéria seca, em detrimento do valor nutritivo da forragem produzida (Queiroz Filho et al., 2000).

Observa-se uma considerável variação na produção e composição químico-bromatológica, em virtude da variação na produtividade do capim-elefante na estação chuvosa e redução do crescimento da época seca. Além disso, há um maior desenvolvimento das plantas no período das águas. De acordo com Mello et al. (2006), analisando clone de capim-elefante em Pernambuco constataram que a

produção de lâmina foliar tem relação positiva com altura da planta, indicando que as plantas com maior produção de folhas tendem a apresentar maior produção de matéria seca e altura de planta.

Botrel et al. (2000), trabalhando com a cultivar Cameroon, obtiveram a produção de 24,26 t de matéria seca por hectare, enquanto Lima et al. (2007), trabalhando com genótipo de capim-elefante aos 56 dias de rebrotação, identificaram a mesma cultivar, com produção de 14,50 t de matéria seca por hectare. Com esses resultados, constata-se a importância da interação de genótipo x ambiente sobre a produção dessa cultivar.

2.4.1. Composição Química do Capim-elefante

O valor nutritivo do capim-elefante é um aspecto amplamente abordado em diversos trabalhos (Andrade et al., 1971; Gomide et al., 1994; Rodrigues et al., 2007; Carvalho et al., 2008; Ferreira et al., 2009; Faria et al., 2010; Gonçalves et al., 2010; Rêgo et al., 2010).

Destaca-se que as gramíneas forrageiras podem fornecer de 60 a 70% da dieta volumosa para vacas em lactação (Etgen et al., 1987). A contribuição desses volumosos na alimentação do rebanho pode variar em função do grau de intensificação da exploração leiteira e do grau de especialização ou exigência nutricional do rebanho, podendo chegar a 100% em sistemas menos intensivos, nos quais se utilizam animais de menor potencial genético para produção de leite.

Além disso, em virtude da estacionalidade da produção forrageira para alimentação do rebanho, tem-se cultivado o capim-elefante em áreas forrageiras para corte, na forma de capineiras, em decorrência de seu elevado rendimento forrageiro e boa aceitação pelo gado (Gomide, 1994).

Um dos fatores mais importantes na composição do valor nutritivo de uma forrageira é o seu teor de proteína bruta (PB), visto que o teor deste nutriente varia com a idade da gramínea forrageira. Segundo o “National Research Council” (1985), o teor mínimo de PB na matéria seca exigido pelos bovinos está na ordem de 7% para animais adultos e 11% para animais jovens. Teores de PB abaixo de 7% na

dieta animal diminuem o consumo e a digestibilidade da fração fibrosa (Milford & Minson, 1966). A proteína bruta das plantas forrageiras inclui tanto a proteína verdadeira quanto o nitrogênio não protéico. A proteína verdadeira, dependendo da maturidade da planta, pode representar até 70% da proteína bruta nas forragens verdes, ainda novas (Heath et al., 1985).

O teor de fibra em espécies forrageiras é outro fator importante relacionado ao valor nutritivo. A fibra atua no balanceamento da dieta para ruminantes, os quais necessitam da mesma em níveis adequados para o funcionamento normal do rúmen e, no caso específico do leite, para a manutenção do seu teor de gordura (Lucci, 1997). A fibra, além de ser a principal fonte de energia, estimula a secreção salivar, facilita a movimentação do rúmen e a homogeneização do bolo alimentar.

A fibra bruta consiste em parte dos carboidratos resistente ao tratamento sucessivo com ácido e base diluídos, sendo a celulose a maior porção da fibra bruta (Silva e Queiróz, 2002). O teor de fibra em detergente neutro é um importante parâmetro a ser avaliado, visto que determina a qualidade da forragem, além de ser o fator que limita a capacidade ingestiva (Nussio et al., 2002). Queiroz Filho et al. (2000), avaliando a produção de matéria seca e qualidade do capim-elefante cultivar Roxo, sobre diferentes idades de corte, verificaram um incremento na produção de matéria seca proporcional ao incremento dos intervalos entre cortes reduzindo a relação folha/colmo. Com isso houve uma redução de teores de proteína bruta e conteúdo celular, enquanto os teores de fibra em detergente ácido e fibra e detergente neutro elevaram linearmente com o aumento no intervalo entre cortes.

Outra forma de utilização do capim-elefante é a silagem, tendo como vantagem o seu baixo custo de produção. Além disso, muitas propriedades já dispõem de pastagens de capim-elefante formadas e com estruturas que permitem este tipo de manejo. Entretanto, os resultados alcançados têm sido variáveis e muitas vezes insatisfatórios, principalmente por falta de maiores informações e orientação técnica. Dos vários trabalhos realizados, conclui-se que geralmente a silagem do capim-elefante tem qualidade inferior. O uso de aditivos na silagem, tais como raspa de mandioca, polpa de laranja, ácido fórmico, fubá, cama de galinheiro, melaço, pirossulfito de sódio e uréia, pouco melhoraram o valor nutritivo (Carvalho, 1985).

Diversos trabalhos recentes indicam aditivos eficientes para complementação

da silagem do capim-elefante. Faria et al. (2010) utilizando casca de café como aditivo para avaliar a produção e composição dos efluentes da silagem do capim-elefante, concluíram que a casca de café reduziu a produção de efluentes na silagem. Carvalho et al. (2008) avaliaram a degradação ruminal de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) de silagens de capim-elefante utilizando o farelo de cacau como aditivo. Os autores concluíram que a adição de farelo de cacau aumentou a disponibilidade de nutrientes para o sistema ruminal.

Rêgo et al. (2010) utilizaram pedúnculo de caju desidratado como aditivo na silagem de capim-elefante, e concluíram que, apesar de não ter influenciado nos teores de carboidratos e ácido acético, o uso de pedúnculo de caju desidratado elevou os teores de proteína bruta e carboidratos não-fibrosos, reduzindo a fibra em detergente ácido e neutro, melhorando o padrão de fermentação da silagem. Ferreira et al. (2009) concluíram que o subproduto de abacaxi desidratado pode ser adicionado em níveis de até 14% da matéria natural na ensilagem de capim-elefante, pois melhora o valor nutritivo das silagens e possibilita maiores consumos de matéria seca, proteína bruta, matéria seca e energia digestíveis.

Rodrigues et al. (2007) indicam a inclusão de polpa cítrica peletizada como aditivo na silagem de capim-elefante, visto que este aditivo melhorou o perfil fermentativo das silagens, com efeito mais pronunciado em silagens produzidas com capins mais novos. Gonçalves et al. (2010) enfatizaram a substituição do grão de milho pelo grão de milheto na dieta de ruminantes, a qual reduz a concentração ruminal de amônia sem alterar a concentração de acetato, propionato, ácidos graxos voláteis totais e o pH ruminal. Além disso, os autores concluíram que a utilização de silagem de capim-elefante aumenta a concentração ruminal de acetato e a relação acetato:propionato. Rêgo et al. (2010a) utilizaram subprodutos do urucum e observaram melhoria na qualidade da silagem, em especial as características bromatológicas, recomendando-se a adição de 16% na matéria natural da silagem.

Assim, o uso de aditivos pode melhorar a qualidade da silagem e proporcionar aumento no teor de matéria seca e retenção de umidade. No entanto, em virtude das perdas durante as fases do processo de silagem de capim-elefante (colheita, fermentação, abertura do silo), nem todo potencial produtivo da cultura é convertido

em silagem de qualidade satisfatória e disponível aos animais (Nussio et al., 2000).

Lavezzo (1985) sugere que para produção de silagem, o capim-elefante deve ser cortado com 50 a 60 dias de desenvolvimento, após corte de uniformização, quando a planta apresenta uma boa correlação entre desenvolvimento e valor nutritivo. Contudo, verifica-se que o teor de matéria seca da planta nesta idade é muito baixo, 15 a 20%, o que não é recomendado para o processo de ensilagem. Tendo em vista obter silagem de bom valor nutritivo, Faria (1986) observou que o teor de matéria seca para a fermentação adequada está entre 30 e 35%, dependendo da espécie a ser utilizada.

A técnica do uso de aditivos sólidos permite a ensilagem de plantas forrageiras cortadas com baixo teor de matéria seca, em um processo simples em que as fermentações indesejáveis são facilmente controladas (Faria & Corsi, 1995).

Rezende et al. (2008) avaliaram o uso de diferentes aditivos na ensilagem de capim-elefante. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. Os tratamentos foram: T1(capim-elefante), T2 (capim-Elefante + 7% polpa cítrica), T3 (capim-elefante + 7% raspa de batata), T4 (capim-elefante + 7% milho desintegrado com palha e sabugo MDPS), T5 (capim-elefante + 7% farelo de trigo), T6 (capim-elefante + aditivo biológico). Os tratamentos com aditivos secos (T1; T3; T4 e T5) apresentaram maiores valores de matéria seca diferindo estatisticamente ($p < 0,05$) dos tratamentos T6 e T1. Para o pH, não houve diferença estatística ($p > 0,05$) entre os tratamentos, variando de 3,87 (T1) a 4,04 (T3). Houve diferença significativa ($p < 0,05$) para perda de gases, sendo maior nos tratamentos T2 e T5. Os demais tratamentos não diferenciaram estatisticamente entre si. A perda por efluentes foi maior no tratamento T6 (57,30 kg/Ton. de MV). Para Proteína Bruta o tratamento T5 apresentou maiores porcentagens e o tratamento T1 foi o de menor teor. Os tratamentos T1 (69,79% FDN) e T6 (70,52% FDN) apresentaram maiores valores de FDN. Os tratamentos T4 e T3 obtiveram menores valores de FDN. Quanto aos valores de FDA, os tratamentos T1 e T6 apresentaram maiores valores de FDA e os tratamentos T3 e T4 apresentaram menores valores. Para os valores de DIVMS variaram de 56,04% (T1) a 71, 13% (T3).

2.5. Melhoramento do Capim-elefante

O melhoramento tem sido definido como a arte e a ciência de obter plantas geneticamente superiores, envolvendo uma mudança genética adaptativa das plantas, praticada de acordo com os interesses do homem (Pereira et al., 2001).

A hibridação entre cultivares de capim-elefante constitui-se na melhor alternativa para obtenção de clones superiores. A escolha dos genitores deve ser feita com base na complementação alélica e a divergência genética, com o intuito de combinar cultivares que apresentam caracteres complementares. Outra alternativa é o melhoramento populacional, o qual baseia-se no aumento da frequência de genes favoráveis, resultando em uma população superior à original. Considerando que as cultivares de capim-elefante são constituídas por clones, desta forma, a etapa inicial do melhoramento populacional é obter uma população de ampla base genética para posteriormente iniciar o processo de seleção. Pode-se obter esta população por meio de intercruzamento de diferentes fontes de germoplasma selecionadas com base em critérios, como superioridade agrônômica, diversidade genética e complementação alélica (Pereira et al., 2001).

Reis et al. (2008) avaliaram o potencial de uma população alohexaplóide de milho x capim-elefante (HGL), por meio de progênies de polinização aberta, para utilização em programas de seleção recorrente. Foram avaliadas setenta e oito progênies, uma testemunha representativa da população e duas cultivares comerciais (Pioneiro e Paraíso). Quanto aos resultados obtidos, as médias de altura de plantas das 17 melhores progênies foram similares às das testemunhas comerciais e, quanto à produtividade de matéria seca, foram maiores do que a testemunha 'Paraíso' e menor do que a 'Pioneiro'. Portanto, a população milho alohexaplóide x capim-elefante da Embrapa Gado de Leite é promissora para um programa de seleção recorrente, uma vez que combina elevada média e suficiente variabilidade genética.

O número de espécies tropicais que apresenta aptidão forrageira, bem como a variabilidade genética encontrada nas populações naturais dessas plantas, é considerado elevado. Existe um reduzido estoque de conhecimentos básicos sobre a maioria das espécies tropicais, em virtude da falta de levantamentos e estudos

detalhados sobre botânica, taxonomia e genética. Além disso, apesar da existência de um grande número de espécies nativas apresentando potencial forrageiro, a maioria das forrageiras cultivadas no Brasil é constituída por espécies exóticas.

No Brasil, os principais problemas enfrentados para condução de programas de melhoramento de plantas forrageiras estão relacionados com a carência de recursos e com o pequeno número de profissionais envolvidos, além dos programas serem de longa duração e custo elevado, por envolver extensas áreas e elevado número de avaliações. Todavia, apesar dos problemas e limitações apresentados, é notável a necessidade por cultivares comerciais, obtidas pela manipulação da variabilidade genética existente no germoplasma forrageiro. Entretanto, alguns pré-requisitos precisam ser considerados para atingir os objetivos almejados pelos programas de melhoramento, tais como a disponibilidade de diversidade, conhecimentos sobre botânica floral, modo de reprodução e comportamento cromossômico (Pereira et al., 2001).

A seguir, devem ser estabelecidos os objetivos principais do programa de melhoramento, a partir de critérios: rendimento de matéria seca total anual, valor nutritivo (consumo, palatabilidade, digestibilidade e ausência de fatores antinutricionais, tais como inibidores de tripsina), adaptação ao ambiente, fixação de nitrogênio, resistência a pragas e doenças, facilidade de propagação e estabelecimento, dentre outros.

Portanto, a estratégia para o melhoramento de espécies forrageiras deve conter as seguintes fases: identificação das características importantes a serem melhoradas, escolha da metodologia adequada para avaliação do material, identificação de fontes de variação genética dentro do germoplasma disponível, escolha e recombinação dos genitores, seleção dos segregantes superiores, comparação do material melhorado com um padrão existente, avaliação do comportamento animal e da planta, e distribuição dos novos materiais (Pereira et al., 2001).

Pereira et al. (2008) estimaram a variabilidade genética entre 30 acessos de capim-elefante por meio de marcadores moleculares empregando-se a técnica de RAPD. Os resultados indicaram que existe ampla variabilidade genética entre os acessos e que as estimativas de distância genética podem ser utilizadas como

critério auxiliar na seleção de genitores em programas de melhoramento desta espécie. Como importante ferramenta no melhoramento genético vegetal, a aplicação dos descritores morfológicos de capim-elefante visa, geralmente, caracterizar novos genótipos para registro, entretanto, a aplicação desses descritores tem sido pouco utilizada na caracterização morfológica de genótipos sob seleção (Silva, 2006).

Silva et al. (2009) avaliaram nove clones de capim-elefante de porte baixo por meio do uso de descritores morfológicos na caracterização e seleção de genótipos. Os descritores morfológicos foram aplicados a cada 60 dias, após os cinco cortes de uniformização, realizados em intervalos de 60 dias, a 10 cm do nível do solo. Os clones de capim-elefante de porte baixo com maior altura foram os que apresentaram maior desejabilidade agrônômica. A estimativa da herdabilidade foi alta para todos os caracteres avaliados em capim-elefante de porte baixo, indicando variabilidade genética entre os clones, detectada aos 60 dias de idade. Alguns descritores morfológicos aplicados permitem caracterizar os genótipos avaliados. Os clones Taiwan A. 146-2.27, Taiwan A. 146-2.37, Taiwan A. 146-2.114 e Merker México 6.31 apresentam maior altura e maior intensidade de perfilhamento total, além de maior desejabilidade, portanto maior potencial para utilização sob corte.

Atualmente, o melhoramento genético do capim-elefante ainda não atingiu o mesmo estágio obtido pelos cereais. Por isso, esta cultura pode obter grande avanço e assumir o mesmo papel fundamental desempenhado para as culturas de grãos (Pereira et al., 2001). A seguir são descritos os principais métodos de melhoramento para o desenvolvimento de cultivares comerciais de capim-elefante.

2.5.1. Hibridação Intra-específica

Segundo Hanna (1994), a hibridação entre cultivares de capim-elefante constitui a melhor alternativa para obtenção de clones superiores. Todavia, existem limitações na sincronia de florescimento que devem ser superadas. É necessário considerar o fotoperíodo dos genótipos a serem utilizados como genitores, para que os indivíduos masculinos produzam pólen viável no mesmo período em que os indivíduos femininos estão aptos a receber o pólen, no caso, por ocasião da

emergência da panícula, em que as flores femininas estão propensas à fertilização. Além disso, a escolha dos genitores deve ser feita tendo em conta critérios como a complementação alélica e a divergência genética. Inicialmente, deve-se buscar combinar cultivares que apresentam caracteres complementares. Logo, Hanna (1994) sugere o intercruzamento entre vários genótipos, com diferentes características genéticas, como método para se obter segregantes superiores.

2.5.2. Hibridação Interespecífica

O capim-elefante pode ser facilmente cruzado com o milheto, dando origem a um híbrido interespecífico triplóide, estéril com características morfológicas da forrageira e que pode ser mantido por meio da propagação vegetativa. O objetivo destes cruzamentos é reunir as características desejáveis do milheto, como qualidade da forragem, boa produção de sementes, resistência à deiscência e tolerância às doenças, com a rusticidade, agressividade, perenidade e alta produção de matéria seca do capim-elefante. Assim, a produção de sementes híbridas interespecíficas vem se tornando uma alternativa promissora para obtenção de cultivares de elevado potencial, como as cultivares Pusa Gigante Napier, Bana Grass e Mineiro x 23 A.

Tanto a hibridação intra-específica como interespecífica são favorecidas por características peculiares do comportamento reprodutivo do capim-elefante, a saber: Alogamia e florescimento protogínico, permitindo polinização cruzada; elevado número de inflorescências grandes, com elevado número de flores, capaz de produzir muitas sementes; florescimento gradual; e produção abundante de pólen, facilitando o cruzamento dirigido. O capim-elefante apresenta sementes de ampla variação de fertilidade, podendo-se encontrar cultivares de elevados valores de poder de germinação (Xavier et al., 1993).

2.5.3. Melhoramento Populacional

Outra alternativa é o melhoramento populacional, o qual baseia-se no aumento da frequência de genes favoráveis, resultando em uma população superior à original. Considerando-se que as cultivares de capim-elefante são constituídas por clones, desta forma, a etapa inicial do melhoramento populacional é obter uma população de ampla base genética para posteriormente iniciar-se o processo de seleção. Pode-se obter esta população por meio do intercruzamento de diferentes fontes de germoplasma selecionadas com base em critérios, como superioridade agrônômica, diversidade genética e complementação alélica. Após obtida a variedade de elevada performance, realiza-se a propagação vegetativa, garantindo a preservação das características genéticas a cada geração.

2.6. Análise Dialélica

A escolha dos genitores constitui-se em um dos principais pontos ao iniciar o programa de melhoramento. Sucesso na obtenção de genótipos com potencial de produção de biomassa pode ser almejado pela obtenção de combinações híbridas que reúnem elevado desempenho e qualidade. Tradicionalmente, a escolha dos genitores se baseia na análise do comportamento *per se* e também em cruzamentos dialélicos. Nos cruzamentos dialélicos, podem-se estimar a capacidade geral e específica de combinação (Griffing, 1956) ou os componentes da heterose (Gardner & Eberhart, 1966). Além disso, a heterose está diretamente relacionada à divergência genética entre seus progenitores (Falconer, 1981).

O dialelo é um delineamento genético bastante poderoso, por quantificar a variabilidade genética do caráter e avaliar o valor genético dos progenitores, capacidade específica e heterose das combinações híbridas (Cruz et al., 2004). Existem várias formas de composição do esquema dialélico:

- Dialelo Balanceado: Incluem os híbridos entre todos os pares de combinações, podendo incluir adicionalmente os genitores, recíprocos e até mesmo F_2 e retrocruzamentos;

- Dialelo Parcial: Envolve dois grupos de genitores e seus respectivos cruzamentos. Adaptações dos modelos de Griffing e Gardner e Ebehart maximizam as informações sobre os grupos estudados com menor número de cruzamentos;
- Dialelo Circulante: Os genitores são representados pelo mesmo número de cruzamentos, mas inferior a $p-1$;
- Dialelo Incompleto: Os genitores são representados por um número variável de cruzamentos, devido a falhas de certas combinações híbridas;
- Dialelo Desbalanceado: Todas as combinações híbridas estão representadas, porém em frequência variável, em virtude do número desigual de repetições.

No procedimento de cruzamentos dialélicos, a capacidade combinatória subdivide-se em capacidade geral e capacidade específica de combinação (Sprague e Tatum, 1942). A capacidade geral de combinação (CGC) corresponde ao comportamento dos genitores, quando um genitor é cruzado com outro, e está associada à ação aditiva dos genes. A capacidade específica de combinação (CEC) corresponde ao comportamento médio dos híbridos e está associada aos efeitos da dominância (Griffing, 1956).

O estudo da capacidade combinatória de grande número de acessos, por meio de cruzamentos dialélicos, torna-se impraticável em função do número de polinizações necessárias e dificuldades das operações de campo (Russel & Ebehart, 1975). Por outro lado, ao se avaliar pequeno número de acessos e combinações híbridas, além de reduzir a probabilidade de se encontrar as melhores combinações, os estimadores da CGC (capacidade geral de combinação) ficam sujeitos à grande variação residual, e o reduzido número de graus de liberdade associado aos efeitos da CEC (capacidade específica de combinação) pode dificultar os testes estatísticos.

De acordo com Cruz et al. (2004), a análise dialélica utiliza a estimação de parâmetros genéticos para auxiliar na escolha de um método de seleção mais eficiente e também indica os melhores genitores para hibridação.

O método original proposto por Griffing (1956) estima os efeitos de CGC e CEC. Este procedimento é fundamentado em modelos estatísticos, e apresenta um conjunto máximo de p^2 genótipos. Estes são obtidos a partir de cruzamentos entre p

variedades, linhagens ou cultivares, cujos dados são dispostos em uma tabela dialélica ($p \times p$), sendo que X_{ii} representa o valor médio para a linhagem autofecundada de ordem i ; X_{ij} representa o valor médio para a F_1 resultante do cruzamento entre as linhagens i e j ; e X_{ji} representa a F_1 recíproca (Vencovsky, 1970; Cruz et al., 2004).

O modelo fixo pressupõe que os efeitos genéticos sejam fixos, no qual os genitores possuem propriedades genéticas particulares, e por isso, não correspondem a uma amostra representada da população. No entanto, quando os genitores utilizados representam a população, sendo possível estimar parâmetros populacionais como componentes de variância genética, herdabilidade e grau médio de dominância, denominou-se o modelo como aleatório (Cruz et al., 2004).

Em cruzamentos, a capacidade específica de combinação (CEC) é utilizada como um indicador da variabilidade presente entre cruzamentos, desde que esta capacidade de combinação seja resultado da divergência genética entre os progenitores e da ocorrência de dominância (Falconer, 1981). A capacidade geral de combinação (CGC) refere-se ao comportamento médio de um genitor em uma série de cruzamentos.

Além disso, a análise dialélica permite indicar a melhor estratégia de melhoramento com base no efeito gênico predominante nas variáveis estudadas. Silva (2009) avaliou 45 combinações híbridas obtidas pelo cruzamento entre dez linhagens de milho pipoca, utilizando-se as metodologias de Griffing (1956), Gardner e Ebehart (1966) e Hayman (1954). Como principais resultados, observou-se que a melhor estratégia de melhoramento para a variável capacidade de expansão é o melhoramento intrapopulacional, visando a obtenção de segregantes. No entanto, para as variáveis quantitativas, relacionadas com o rendimento de grãos, a melhor estratégia é o melhoramento interpopulacional, pela exploração da heterose.

Lédo et al. (2001) avaliaram 15 híbridos obtidos por esquema dialélico de meia tabela utilizando seis cultivares de alface. Estimaram-se os efeitos da capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação, por meio da metodologia de análise dialélica proposta por Griffing. Houve predominância dos efeitos gênicos aditivos no controle da matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria fresca de folhas (MFF), número de folhas por planta (NUF) e altura do caule (AC); para matéria seca da parte

aérea (MSPA) e matéria seca de raiz (MSR), os efeitos gênicos não-aditivos foram de maior importância.

O método de Griffing (1956) adaptado a dialelos parciais, proposto por Geraldi e Miranda Filho (1988), fornece a decomposição da soma de quadrados dos efeitos de tratamentos de duas maneiras, de forma que são avaliados os efeitos dos grupos de genitores e dos cruzamentos (Cruz e Regazzi, 2004).

O modelo de Gardner e Ebehart (1966) adaptado a dialelos parciais, proposto por Miranda Filho e Geraldi (1984), sugere a decomposição da soma de quadrados dos efeitos de tratamento, fornecendo informações sobre o potencial *per se* dos genitores e da heterose manifestada nas combinações híbridas. A heterose é, então, decomposta em heterose média, heterose do grupo 1 e grupo 2, bem como heterose específica, a partir de uma parametrização crescente (Cruz e Regazzi, 2001).

Com relação à metodologia original de Gardner e Ebehart (1966), Vencovsky (1970) destacou que a heterose média é função linear da dominância e das variâncias das frequências gênicas entre os genitores, podendo ser aumentada se houver aumento da variância das frequências gênicas, no mínimo em parte dos locos dominantes. Se o genitor revela valores positivos para heterose, indica que há dispersão das frequências gênicas em relação à frequência gênica média. Entretanto, genitores que apresentam valores negativos para heterose, indicam que estes apresentam menor diversidade em relação aos demais genitores.

2.7. Dialelo Parcial

A mensuração da capacidade combinatória em um cruzamento dialélico contendo um número muito grande de genitores, pode tornar-se inviável devido às várias combinações híbridas que necessitam ser obtidas (Russel e Eberhart, 1973). Com a finalidade de se analisar maior número de acessos, com menor número de polinizações e menor dispêndio de recursos, propõe-se a aplicação de dialelo parcial. Também denominado por delineamento II ou delineamento em fatorial, o dialelo parcial foi inicialmente proposto por Comstock e Robinson (1948, 1952), tendo sido

posteriormente adaptado por Griffing (1956), Kempthorne e Curnow (1961) e Gardner e Eberhart (1966) e consiste no cruzamento entre dois grupos de genitores distintos.

Portanto, o dialelo parcial permite o estudo da capacidade geral e específica de combinação, realizado por meio da análise de uma amostra de todos os possíveis cruzamentos entre os genitores, viabilizando o estudo da capacidade combinatória de um conjunto elevado de genitores, ao contrário dos dialelos completos, onde todas as combinações entre genitores são incluídas, além dos próprios genitores e híbridos recíprocos (Cruz et al., 2004).

Cruz et al. (2004) ressaltam que ao se avaliar um número reduzido de genitores, representado também por um número pequeno de combinações híbridas, os poucos graus de liberdade associados aos efeitos da CEC, poderão proporcionar certa dificuldade em se apontar diferenças significativas nos ensaios dialélicos. Esses autores afirmaram ainda, que embora seja útil quando se deseja reduzir o número de cruzamentos, o esquema dialélico parcial não permite identificar as combinações entre os genitores do mesmo grupo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Instalação e Localização do Experimento

As atividades realizadas no primeiro ano da pesquisa (2009) basearam-se nos cruzamentos dirigidos entre oito acessos de capim-elefante, para obtenção das combinações híbridas entre genótipos promissores. Para tanto, foram realizados cruzamentos manuais entre genótipos de capim-elefante, para obtenção de sementes híbridas, que foram posteriormente semeadas e plantadas para fins de multiplicação.

No segundo ano de pesquisa (2010), os híbridos e genitores foram avaliados. O experimento para avaliação dos híbridos e genitores, obtidos pelo cruzamento em esquema de dialelo parcial, foi implantado na estação experimental PESAGRO-RIO, em Campos dos Goytacazes, região Norte Fluminense, situada a 21° 19' 23" de latitude sul e 41° 19' 40" de longitude oeste, com altitude variando no município de 20 a 30 m, e o clima classificado como do tipo Aw de Köppen.

O plantio foi realizado em maio de 2010, por meio de estacas dispostas pé com ponta, distribuídas em sulcos de 10 cm de profundidade. No plantio foram incorporados 100 kg/ha de P₂O₅ (superfosfato simples). A irrigação foi oferecida apenas durante a emergência das plantas e após 50 dias de plantio, complementou-

se a adubação com 25 kg/ha de sulfato de amônio e cloreto de potássio.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com três repetições e dois cortes de avaliação. A parcela experimental foi composta por uma linha de quatro metros espaçadas de 1,5 m entre linhas, sendo consideradas úteis apenas 1,5 m dentro das linhas, desprezando-se as extremidades.

Após a fase de estabelecimento, em 03 agosto de 2010 (90 dias após plantio), todos os genótipos foram cortados rente ao solo (corte de uniformização), seguido por uma adubação em cobertura com 25 kg/ha de Sulfato de Amônio e Cloreto de Potássio. O primeiro corte de avaliação foi realizado em 03 novembro de 2010 (90 dias após o corte de uniformização), no final da época seca. O segundo corte de avaliação foi realizado no dia 17 de dezembro de 2010 (45 dias após o primeiro corte), no período das águas. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, com três repetições, sendo cada bloco composto de 24 tratamentos (16 combinações híbridas, 8 genitores).

3.2. Relação dos Genitores e Obtenção dos Híbridos

Cinquenta e um acessos de capim-elefante provenientes do banco de germoplasma da Embrapa Gado de Leite, Coronel Pacheco, MG, foram a base para escolha dos melhores genitores para compor o dialelo parcial. Os genitores de capim-elefante foram escolhidos com base no seu comportamento em relação às características genéticas e morfoagronômicas divergentes, descritas em literatura (Daher et al., 1997; Xavier et al., 1993). Dentre estes acessos, foram designados oito genitores, sendo quatro genitores masculinos (06, 11, 22, 67) e quatro genitores femininos (05, 08, 09, 37) (Tabela 1).

Tabela 1- Identificação dos oito genitores de capim-elefante da coleção de trabalho do programa de melhoramento de capim-elefante da UENF.

Código do BAGCE	Identificação	Nomenclatura no dialeto parcial	Procedência
BAGCE -22	Taiwan A-144	P1	UFRRJ – Seropédica - RJ
BAGCE -67	Vruckwona Africana	P2	CENARGEM - Brasília
BAGCE -6	Pusa Napier nº 2	P3	Índia
BAGCE -11	Porto Rico 534-B	P4	UFV – Viçosa – MG
BAGCE -5	Mercker Santa Rita	P5	UFRRJ – Seropédica - RJ
BAGCE -37	Taiwan A-146	P6	UFRRJ – Seropédica - RJ
BAGCE -9	Mercker S.E.A.	P7	UFRRJ – Seropédica - RJ
BAGCE -8	Napier nº 2	P8	Goiás

Os cruzamentos foram dirigidos de modo que os grãos de pólen dos genótipos de capim-elefante (genitor masculino) foram coletados em sacos de papel, sendo então levados aos genótipos genitores femininos no momento em que suas inflorescências (devidamente protegidas com saco de papel) apresentem os estigmas receptivos.

Os cruzamentos foram efetuados entre março e agosto de 2009. Portanto, todas as combinações híbridas foram obtidas, permitindo-se a elaboração de esquema de dialeto parcial, segundo Cruz e Regazzi (1994) (Tabela 2).

A semeadura dos híbridos foi realizada em bandejas de isopor com 128 células, preenchidas com substrato Florestal. O transplântio das mudas para o campo foi realizado em dezembro de 2009, com espaçamento de 0,20 m dentro da linha, a partir do momento que as mudas atingiram 20 cm de altura, cerca de 40 dias após a germinação.

Tabela 2 – Esquema de cruzamentos do dialelo parcial com oito genitores.

Grupo 2	Grupo 1			
	Taiwan A-144 (P1)	Vruckwona (P2)	Pusa Napier nº2 (P3)	Porto Rico 534-B (P4)
Mercker Santa Rita (P5)	H4	H12	H6	H9
Taiwan A-146 (P6)	H10	H15	H16	H7
Mercker S.E.A. (P7)	H3	H2	H8	H11
Napier nº2 (P8)	H13	H14	H5	H1

3.3. Características Avaliadas

As características foram avaliadas em amostras da parte aérea das plantas. O material seco (folha e colmo) foi moído em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm e acondicionado em frasco de vidro identificado para as análises bromatológicas. As características podem ser divididas em morfoagronômicas e de bromatológicas, descritas a seguir:

Características morfoagronômicas:

- Número de perfilhos por metro linear (NPE) - realizada em 1,5 m linear na linha da parcela;
- Diâmetro médio do colmo na base da planta (DCO) –expresso em cm, obtido por três medidas em cada repetição, medido a 10 cm do nível do solo, por meio do uso de paquímetro digital;
- Largura da lâmina foliar, em cm (LLA): medida com régua graduada e obtida por três medidas em cada repetição;
- Altura média das plantas, em cm (ALT) – tomou-se uma medida por repetição, obtida pela medição com régua graduada;
- Produção de matéria seca da planta, em t.ha⁻¹ (PMS) – A matéria seca da ASA foi corrigida em estufa de ventilação forçada a 105°C, segundo Silva e Queiroz (2002).

Características bromatológicas:

- Percentagem de matéria seca da planta integral (%MS) - amostras extraídas das plantas cortadas da área útil da parcela, pesadas e submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada, a 55 °C por 72 horas. Em seguida as amostras foram novamente pesadas para obtenção da amostra seca ao ar (ASA), de acordo com a metodologia descrita por Silva e Queiróz (2002);
- Percentagem de cinzas (%CIN) – consiste na razão entre o peso da amostra seca na mufla a 600°C por 4 horas e o peso da matéria seca definitiva (Silva e Queiróz, 2002);
- Percentagem de proteína bruta (%PB) – obtida pela percentagem de nitrogênio total vezes o fator de correção (6,25), de acordo com Silva e Queiróz (2002);
- Percentagem de fibra em detergente neutro (%FDN): A análise de FDN foi realizada conforme proposto por Van Soest descrito por Silva e Queiróz (2002).

3.4. Análise Estatística

3.4.1. Análise de Variância

A análise estatística foi realizada utilizando-se o programa GENES (Cruz, 2006) versão 1.0. Foi realizada, inicialmente, uma análise de variância com base na média das parcelas para cada uma das características avaliadas descritas anteriormente (Tabela 3), considerando-se como fixos todos os efeitos, exceto bloco e erro experimental (modelo fixo). Utilizando o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + B_j + \varepsilon_{ij}, \quad \text{em que:}$$

Y_{ij} = valor observado do i-ésimo genótipo no j-ésimo bloco;

μ = constante geral;

G_i = efeito do i-ésimo genótipo;

B_j = efeito do j-ésimo bloco; e (NID, 0, σ_b^2)

ε_{ij} = erro experimental (NID, 0, σ_e^2).

Tabela 3 - Esquema da análise de variância individual, com as respectivas esperanças de quadrados médios.

F.V.	G.L.	Q.M.	E(QM)	F
Blocos	b-1	QMb	$\sigma^2 + t\sigma^2b$	
Tratamento	t -1	QMt	$\sigma^2 + b\phi t$	QMt/QMR
Híbridos	h-1	QMh	$\sigma^2 + b\phi p$	QMh/QMR
Pais	p-1	QMp	$\sigma^2 + b\phi h$	QMp/QMR
Pais x Híbridos	1	QMph	$\sigma^2 + b\phi ph$	QMph/QMR
Resíduo	(b-1) (g -1)	QMR	σ^2	

Após a análise de variância para cada corte, as médias dos genótipos foram agrupadas pelo critério de médias de Scott Knott (1974), a 5% de probabilidade.

A análise de variância conjunta é efetuada baseada em dois cortes de avaliação, segundo o delineamento em parcelas subdivididas no tempo (Steel e Torrie, 1997). O modelo estatístico, nesse caso, é fornecido por: $Y_{ijk} = \mu + b_j + g_i + e_{ij} + c_k + e_{jk} + gc_{ik} + \varepsilon_{ijk}$ em que:

μ = média geral;

b_j = efeito do bloco j;

g_i = efeito do genótipo i;

e_{ij} = erro experimental (a);

c_k = efeito do corte k;

e_{jk} = erro experimental (b);

gc_{ik} = efeito da interação genótipo i e o corte k;

ε_{ijk} = erro experimental (c).

O esquema da ANOVA conjunta é apresentado na Tabela 4 (Steel e Torrie, 1997).

Tabela 4 – Análise de Variância Conjunta e esperança dos quadrados médios.

FV	GL	E (QM)
Blocos	b - 1	$\sigma^2_{\varepsilon} + r \Phi_{GC} + c \sigma^2_{BG} + cg \sigma^2_B$
Tratamentos (T)	g - 1	$\sigma^2_{\varepsilon} + c \sigma^2_{BG} + rc \sigma^2_G$
Erro (A)	(b-1) (g-1)	$\sigma^2_{\varepsilon} + g \sigma^2_{BC}$
Cortes (C)	c-1	$\sigma^2_{\varepsilon} + g \sigma^2_{BC} + r \Phi_{GC} + rg \frac{\sum_{q=1}^c C_q^2}{c-1}$
Erro (B)	(b-1) (c-1)	$\sigma^2_{\varepsilon} + c \sigma^2_{BG}$
C x T	(c-1) (g-1)	$\sigma^2_{\varepsilon} + r \Phi_{GC}$
Erro C	(b-1) (g-1) (c-1)	σ^2_{ε}

$$\Phi_C = \frac{\sum_{q=1}^c C_q^2}{c-1}$$

3.5. Análise Dialélica

3.5.1. Metodologia de Griffing Adaptada a Dialelos Parciais

Geraldi e Miranda Filho (1988), apresentaram uma adaptação do modelo proposto por Griffing (1956). O modelo estatístico considerado para a análise é baseado na média das repetições, a saber (Cruz et al., 2004):

$$Y_{ij} = \mu + \frac{1}{2} (d_1 + d_2) + g_i + g'_j + s_{ij} + \bar{\varepsilon}_{ij},$$

em que:

Y_{ij} = é a média do cruzamento envolvendo o i-ésimo progenitor do grupo 1 e o j-ésimo progenitor do grupo 2;

Y_{i0} = média do i-ésimo progenitor do grupo 1 (i=0, 1, ..., p);

Y_{0j} = média do j-ésimo progenitor do grupo 2 (j=0, 1, ..., p);

μ = média geral do dialelo;

d_1, d_2 = contrastes envolvendo médias dos grupos 1 e 2 e a média geral;

g_i = efeito da capacidade geral de combinação do progenitor i ;

g'_j = efeito da capacidade geral de combinação do progenitor j ;

s_{ij} = efeito da capacidade específica de combinação para os cruzamentos entre os progenitores i e j ; e

$\bar{\varepsilon}_{ij}$ = erro experimental médio.

Os estimadores da CGC e CEC foram obtidos por meio do Método dos Mínimos Quadrados e as equações normais $X'Y = X'X\beta$, derivadas a partir do modelo linear $Y = X\beta + E$, em que $E \sim NID(\Phi, I\sigma^2_q)$ (Cruz et al., 2004).

O esquema da análise de variância está apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 - Esquema de análise de variância para capacidade combinatória, segundo Geraldi e Miranda Filho (1988), em uma adaptação do modelo de Griffing (1956).

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	$pq + p + q - 1$	SQ_T	QM_T	$QM_T \setminus QM_R$
CGC (G1)	$p - 1$	SQ_{G1}	QM_{G1}	$QM_{G1} \setminus QM_R$
CGC (G2)	$q - 1$	SQ_{G2}	QM_{G2}	$QM_{G2} \setminus QM_R$
CEC	pq	SQ_{CEC}	QM_{CEC}	$QM_{CEC} \setminus QM_R$
G1x G2	1	$SQ_{G1 \times G2}$	$QM_{G1 \times G2}$	$QM_{G1 \times G2} \setminus QM_R$
Resíduo	m	SQ_R	QM_R	

m = número de graus de liberdade do resíduo.

Para a análise dialélica conjunta, utiliza-se a metodologia adaptada de Griffing (1956), com o intuito de avaliar os efeitos da interação entre os componentes da capacidade combinatória e o ambiente. O modelo estatístico, nesse caso, é fornecido por:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + G_j + S_{ij} + A_k + GA_{ik} + GA_{jk} + SA_{ijk} + \bar{\varepsilon}_{ij}.$$

Em que:

A_k : efeito do ambiente k ;

GA_{ik} e GA_{jk} : efeitos da interação entre a capacidade geral de combinação (C.G.C.) associados ao i e j -ésimo progenitor, dos grupos I e II, respectivamente, com os ambientes;

SA_{ijk} : efeito da interação entre a capacidade específica de combinação (CEC) entre os progenitores i e j e o ambiente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise de Variância do Primeiro Corte

Os resultados da análise de variância do primeiro corte de avaliação para as características morfoagronômicas e bromatológicas, envolvendo os 16 híbridos e oito genitores, no qual constam as estimativas da média geral, média dos pais, média dos híbridos ($F_{1's}$), dos coeficientes de variação e dos quadrados médios para os efeitos de blocos, dos tratamentos (pais + híbridos), do desdobramento de tratamentos em Pais, híbridos e no contraste Pais x híbridos além do resíduo estão na Tabela 6.

De acordo com os resultados, ocorreram diferenças significativas, pelo teste F ($P < 0,01$), para a fonte de variação Tratamento em todas as características, exceto as características NPE (número de perfilhos por metro linear), que apresentaram significância a 5% de probabilidade e a característica DCO (diâmetro médio do colmo), com ausência de significância ($P < 0,05$) confirmando a existência de variabilidade genética entre os tratamentos avaliados.

Apenas as características NPE e DCO não apresentaram significância para a fonte de variação Híbridos, revelando a presença de genótipos superiores dentre as combinações híbridas. Observa-se que os valores obtidos pelos tratamentos para as características NPE e DCO tiveram valores muito próximos, não permitindo a perfeita

Tabela 6 – Estimativa dos quadrados médios, das médias e dos coeficientes de variação experimental de nove características avaliadas em 24 genótipos de capim-elefante no primeiro corte. Campos dos Goytacazes, RJ. 2010.

Quadrados Médios ^{1/}										
FV	GL	ALT	NPE	DCO	LLA	PMS	%MS	%CIN	%PB	%FDN
Blocos	2	71,01449	171,5691	0,4855	0,1432	1,4447	2,7823	0,2107	1,2128	9,96773
Tratamentos	23	973,6472**	105,1610*	0,0960 ^{ns}	0,5210**	7,7565**	5,8200**	5,3560**	8,7928**	51,8661**
Híbridos	15	1136,5270**	75,65311 ^{ns}	0,1037 ^{ns}	0,4908**	10,2455**	7,5102**	6,0282**	11,6121**	57,7678**
Pais	7	763,7183**	178,3873**	0,0758 ^{ns}	0,5506**	4,8322**	2,3706 ^{ns}	0,6483 ^{ns}	3,9279*	46,5075**
Pais x híbridos	1	0,7561 ^{ns}	459,0027**	0,2042*	0,7905**	0,0224**	9,3510*	28,2750**	0,9829 ^{ns}	3,2048 ^{ns}
Resíduo	46	297,5296	56,0139	0,1684	0,1811	1,5954	2,2703	1,550	2,0162	19,5818
Média geral		97,7807	47,6317	1,9534	2,9028	3,7018	90,3291	13,0080	10,1601	32,5825
Média dos Híbridos		97,7083	49,4170	1,9158	2,8287	3,7143	90,5839	13,4512	10,2427	32,4333
Média dos pais		97,9257	44,0609	2,0288	3,0510	3,6768	89,8194	12,1218	9,9949	32,8808
CV (%)		17,6396	15,5674	21,0958	14,6833	34,7042	1,6673	9,5694	13,9553	13,5712

^{1/} ALT = altura da planta (cm); NPE = número de perfis por metro linear; DCO = diâmetro médio do colmo (cm); LLA = largura da lâmina foliar; PMS = produção de matéria seca (t.ha⁻¹); %MS = percentagem de matéria seca; %CIN = percentagem de cinzas; %PB = percentagem de proteína bruta; %FDN = percentagem de Fibra em Detergente Neutro.

** = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

* = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

^{ns} = Não significativo.

CV(%) = Coeficiente de variação.

distinção entre os genótipos sob avaliação.

Com relação à fonte de variação Pais, houve significância para todas as características, com exceção da percentagem de matéria seca e percentagem de cinzas, além da característica DCO (diâmetro médio do colmo). Observou-se ainda que o contraste Pais e híbridos expressou significância para as principais características, dentre elas, número de perfilhos por metro linear (NPE), produção de matéria seca (PMS), percentagem de matéria seca (%MS). Este resultado confirma a ocorrência de variabilidade genética entre híbridos e seus genitores, fato explicado pela expressão da heterose. Dentre as nove características avaliadas, verificou-se ausência de significância apenas para altura da planta (ALT), percentagem de proteína bruta (%PB) e percentagem de fibra em detergente neutro (%FDN).

Com base nas médias dos tratamentos, observa-se que para a maioria das características, não houve discrepância entre as médias dos pais e híbridos. Apesar destes resultados, nota-se que, em geral, os híbridos tiveram comportamento igual a superior aos Pais, indicando o potencial de incrementos no desempenho em futuros cortes de avaliação. Verifica-se que os genótipos revelaram elevada percentagem de proteína bruta (10,1601), indicando elevada qualidade da forragem dos genótipos avaliados, visto que valores adequados para alimentação de animais adultos são em torno de 7%, estabelecido por Milford e Minson (1966).

Os valores dos coeficientes de variação para as variáveis estudadas foram relativamente baixos e aceitáveis, exceto para PMS (34,7042). Apesar de alguns valores dos coeficientes de variação ser classificados como altos ou muito altos pelo critério de Pimentel-Gomes (2000), esses valores da faixa de classificação são muito generalistas e não levam em consideram as particularidades da cultura, bem como da característica avaliada.

4.2. Agrupamento de Médias do Primeiro Corte

A Tabela 7 contém as estimativas das médias para nove características avaliadas, em relação a 16 híbridos e oito genitores, seguidos pelo critério de comparação de Scott Knott, a 5% de probabilidade (Steel e Torrie, 1980).

Tabela 7 – Valores médios para nove características morfoagronômicas e bromatológicas de 14 híbridos e oito genitores de capim-elefante no primeiro corte, segundo o agrupamento de médias de Scott Knott, a 5%. Campos dos Goytacazes, RJ. 2010.

Genótipos	Características ^{1/}								
	ALT	NPE	DCO	LLA	PMS	%MS	%CIN	PB	FDN
H1 (1x5)	95,00c	55,33a	1,74a	3,04a	2,70c	90,73a	14,09a	11,68a	30,55b
H2 (1x6)	91,67c	47,67a	2,18a	3,39a	2,43c	89,16a	12,71b	9,06b	28,45b
H3 (1x7)	90,00c	50,44a	2,047a	3,10a	2,84c	89,43a	11,32b	11,90a	38,77a
H4 (1x8)	100,00c	40,89a	2,06a	3,25a	2,36c	90,59a	14,62a	9,38b	32,28b
H5 (2x5)	76,67c	46,44a	2,09a	3,20a	2,77c	91,45a	14,59a	12,64a	38,73a
H6 (2x6)	111,67b	47,11a	1,65a	2,26b	2,94c	87,97a	14,80a	7,42b	31,27b
H7 (2x7)	150,00a	58,22a	2,03a	3,10a	5,16b	91,45a	11,81b	12,23a	36,91a
H8 (2x8)	98,33c	44,89a	1,77a	3,04a	2,79c	91,23a	13,80a	9,64b	34,25a
H9 (3x5)	95,00c	51,55a	1,73a	2,76b	4,77b	90,71a	12,55b	14,35a	35,46a
H10 (3x6)	63,33c	48,44a	1,71a	2,53b	5,32b	89,98a	14,72a	7,58b	33,80a
H11 (3x7)	100,00c	60,66a	1,74a	2,66b	9,63a	92,20a	15,16a	8,91b	28,33b
H12 (3x8)	108,33b	48,00a	1,85a	2,76b	3,73c	94,85a	15,48a	9,56b	31,79b
H13 (4x5)	118,33b	50,22a	2,24a	2,64b	3,58c	90,77a	13,82a	9,70b	31,11b
H14 (4x6)	76,67c	46,66a	2,03a	3,18a	2,40c	90,50a	11,66b	11,92a	37,24a
H15 (4x7)	93,33c	47,55a	1,80a	2,30b	2,93c	89,25a	11,59b	9,31b	24,48b
H16 (4x8)	95,00c	46,44a	1,93a	2,00b	2,99c	89,03a	12,41b	8,53b	25,47b
Taiwan A-144 (P1)	98,48c	33,38a	2,15a	3,00a	5,79b	88,82a	12,89b	9,70b	31,52b
Vruckwona Africana (P2)	101,67c	51,55a	2,19a	3,77a	3,89c	88,84a	11,73b	9,79b	31,17b
Pusa Napier nº 2 (P3)	115,00b	33,11a	1,89a	2,38b	2,01c	91,12a	11,83b	7,73b	28,48b
Porto Rico 534-B (P4)	96,67c	41,11a	2,15a	3,17a	4,09c	89,75a	12,42b	10,71a	31,91b
Mercker Santa Rita (P5)	75,00c	49,33a	1,89a	3,21a	4,63b	91,02a	12,00b	11,04a	32,41b
Taiwan A-146 (P6)	123,33b	42,67a	1,76a	2,58b	3,96c	89,95a	12,07b	9,63b	30,40b
Mercker S.E.A. (P7)	91,67c	51,11a	2,03a	3,28a	2,75c	89,17a	12,52b	9,86b	36,08a
Napier nº 2 (P8)	81,67c	50,22a	2,14a	2,98a	2,26c	89,86a	11,47b	11,46a	41,06a

^{1/} NPE = número de perfilhos por metro linear; DCO = diâmetro médio do colmo (cm); LLA = Largura da lâmina foliar (cm); ALT = altura da planta (cm); PMS = Produção de matéria seca (t.ha⁻¹); %MS = percentagem de matéria seca; %CIN = percentagem de cinzas; %PB = percentagem de proteína bruta; %FDA = percentagem de Fibra em Detergente Neutro.

Para a característica ALT, as médias foram agrupadas em três grupos, sendo o híbrido H7 o genótipo com melhor desempenho (150,00), seguido pelos híbridos H13, H12 e H6 (118,33; 111,67 e 108,33, respectivamente), se considerar apenas os híbridos.

Com relação a NPE, verifica-se ausência de diferença significativa entre os genótipos avaliados, devido à formação de apenas um grupo, com destaque apenas para as combinações híbridas H11 e H7 (60,67 e 58,22, respectivamente), com os maiores valores para a característica.

Além de NPE, as características DCO e %MS também formaram apenas um grupo de médias, indicando que não houve diferença significativa entre os tratamentos. Para a característica largura da lâmina foliar (LLA), na qual reflete em área foliar para captação de luz solar e, com isso, capacidade fotossintética, observou-se a formação de dois grupos. No entanto, sem destaque de genótipos com valores expressivos.

A característica PMS, considerada de maior importância para a cultura, apresentou três grupos de médias, sendo que apenas o híbrido H11 compõe o primeiro grupo, com a melhor produção de matéria seca (9,63). Dentre os híbridos, destacaram-se H10 e H7, com valores respectivos de 5,32 e 5,16 t.ha⁻¹ e dentre os genitores, destacou-se Taiwan A-144 (P1), com produção de matéria seca superior a 5 t.ha⁻¹ (5,79 t.ha⁻¹).

Para a característica percentagem de cinzas (%CIN) houve a formação de dois grupos de médias, sendo as melhores combinações aquelas com valores intermediários. Em seguida, ao analisar a característica percentagem de proteína bruta (%PB), verifica-se que, de modo geral, os tratamentos obtiveram resultados expressivamente positivos, formando dois grupos de médias, e assim, confirmando a qualidade da forragem dos genótipos avaliados. Destacaram-se os híbridos H9, H5 e H7, com valores superiores a 12% (14,35%, 12,64% e 12,23%). Portanto, os resultados alcançados pelos híbridos superam aos relatados por Pereira et al. (1999), no qual obtiveram valor médio de 10,9%, também durante o período da seca. Além disso, estes valores estão acima do nível crítico de 7%, estabelecido por Milford e Minson (1966), abaixo do qual o consumo voluntário de forragem pelos animais pode ser comprometido. Aroeira et al. (1999) e Deresz (2001) encontraram

teores de PB para o capim-elefante entre 10,0 e 14,5%, dependendo da estação do ano.

A análise de fibra em detergente neutro (FDN) estima a concentração total de celulose, hemicelulose e lignina da parede celular. Segundo Van Soest (1994), o teor de FDN é inversamente relacionado com a capacidade de consumo de matéria seca, o que significa que quanto menor for esse valor estimado, maior será a expectativa de consumo. Portanto, para %FDN, foram formados dois grupos de médias, sendo que os híbridos H3, H14 e H7 obtiveram as maiores médias (38,77%, 37,24% e 36,91%).

É importante perceber que, dentre os híbridos, destacaram-se as combinações H7 e H11, com resultados promissores para a maioria das características, destacando-se especialmente para produção de matéria seca e percentagem de proteína bruta. De modo geral, o primeiro corte de avaliação apresentou resultados que indicam a potencialidade dos tratamentos avaliados. De acordo com Costa (1996), oscilações climáticas durante o ano podem ocasionar flutuações estacionais na produção de forragem, ou seja, abundância durante a estação chuvosa e déficit na estação seca.

4.3. Análise de Variância do Segundo Corte

Observou-se que a maioria das características revelou significância a 1% de probabilidade para a fonte de variação Tratamento, com exceção de %CIN, na qual foi significativa a 5% de probabilidade, além de DCO e %MS, que não revelaram significância (Tabela 8).

Para a fonte de variação Híbridos, houve significância a 1% de probabilidade para as características ALT, NPE, LLA, PMS e %PB e significância a 5% de probabilidade para %MS, %CIN e %FDN, sendo que apenas para a característica DCO não houve significância. Estes resultados denotam a presença de variabilidade entre as combinações híbridas. Com relação aos Pais, houve ausência de significância para algumas características (DCO, PMS, %CIN e %PB) e diferença

Tabela 8 – Estimativa dos quadrados médios, das médias e dos coeficientes de variação experimental de nove características morfoagronômicas e bromatológicas avaliadas em 24 genótipos de capim-elefante no segundo corte. Campos dos Goytacazes, RJ. 2010.

1/ Quadrados Médios										
GL	ALT	NPE	DCO	LLA	PMS	%MS	%CIN	%PB	%FDN	
Blocos	2	656,8840	240,3240	0,0039	0,1899	2,6676	28,0893	1,1926	0,5160	3,44965
Tratamentos	23	354,6648**	428,6004**	0,0564 ^{ns}	0,5171**	5,4804**	25,1125 ^{ns}	1,8886*	3,7330**	15,5825**
Híbridos	15	449,6875**	389,1611**	0,0407 ^{ns}	0,5420**	6,8706**	1,9120*	2,5331*	5,284**	13,8604*
Pais	7	202,1818*	652,8880**	0,0267 ^{ns}	0,8418**	3,0098 ^{ns}	65,7641*	0,7774 ^{ns}	1,171 ^{ns}	15,1575*
Pais x híbridos	1	4,0437 ^{ns}	41,54661 ^{ns}	0,5147**	0,0848 ^{ns}	1,9599 ^{ns}	143,4531 ^{ns}	0,0037 ^{ns}	0,0058 ^{ns}	45,9333**
Resíduo	46	140,9749	80,21245	0,0454	0,1553	2,2611	23,2271	0,8474	0,8662	6,5439
Média geral		158,6865	49,1086	1,6616	3,1173	6,3649	91,5234	9,0851	6,4187	30,7014
Média dos Híbridos		158,8541	49,6458	1,6018	3,1416	6,4816	92,5215	9,0902	6,4124	31,2662
Média dos pais		158,3514	48,0344	1,7812	3,0688	6,1316	89,5272	9,0749	6,4315	29,5718
CV (%)		7,4809	18,0411	12,8423	12,5300	23,5958	5,2568	10,1378	14,4454	8,3387

1/ ALT = altura da planta (cm); NPE = número de perfilhos por metro linear; DCO = diâmetro médio do colmo (cm); LLA = largura da lâmina foliar; PMS = produção de matéria seca (t.ha⁻¹); %MS = percentagem de matéria seca; %CIN = percentagem de cinzas; %PB = percentagem de proteína bruta; %FDN = percentagem de Fibra em Detergente Neutro.

** = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

* = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

^{ns} = Não significativo.

CV(%) = Coeficiente de variação.

significativa a 1% apenas para NPE e LLA, revelando a similaridade no desempenho dos genitores. No que se refere ao contraste Pais x híbridos, apenas as características DCO e %FDN foram significativas a 1% de probabilidade. Portanto, estes resultados indicam situação favorável ao melhoramento, para constituição de híbridos ou compostos.

Com relação à média geral dos tratamentos, destacam-se os valores elevados para as características ALT, NPE e PMS (158,6865; 49,1086 e 6,3649), sendo estas de grande importância para a cultura. Assim como no primeiro corte de avaliação, ao comparar as médias dos híbridos e genitores, verifica-se que os valores são próximos, apesar da discreta superioridade dos híbridos, especialmente para as características ALT, NPE, LLA, PMS, %MS e %FDN.

Em resumo, com relação à característica de maior importância para o capim-elefante (PMS), observa-se que houve elevado incremento em relação ao corte anterior, com produção de 3,7018 t.ha⁻¹ no primeiro corte para produção de 6,3649 t.ha⁻¹ no segundo corte de avaliação. Valor de produção de matéria seca semelhante foi obtido por Santos et al. (2003), avaliando a produtividade da cultivar Pioneiro nas condições da Zona de Mata de Pernambuco.

Além do incremento na produção de matéria seca, o aumento na altura de plantas indica que o corte das águas (segundo corte) permitiu melhor desenvolvimento dos genótipos, com maior incidência de chuvas, seguida por elevada radiação solar e aumento do fotoperíodo. Em contraste a estas condições o primeiro corte, caracterizado como corte na época seca, ocorreu após longo período sem precipitação, baixas temperaturas e curto fotoperíodo. Assim, ambos os cortes demonstram a estacionalidade típica da cultura, já relatada por vários autores (Queiroz Filho, et al., 1998; Daher et al., 2000; Lopes et al., 2003; Reis, et al., 2008).

Quanto aos valores de coeficiente de variação experimental, a maioria das características apresentou valores reduzidos e, portanto, satisfatórios, exceto a característica PMS (23,5958), indicando maior influência de efeitos ambientais. No entanto, devido às características em estudo serem de herança poligênica e, com isso, muito influenciadas pelo ambiente, esses valores são aceitáveis.

4.4. Agrupamento de Médias do Segundo Corte

As estimativas das médias de nove características morfoagronômicas e bromatológicas, avaliadas em 24 genótipos, bem como o resultado do agrupamento de médias de Scott Knott em 5% de probabilidade (Steel e Torrie, 1980), estão dispostas na Tabela 9.

As características DCO, PMS, %MS, %CIN e %FDN formaram apenas um grupo de médias, apesar dos discrepantes valores apresentados para a característica PMS, destacando-se os híbridos H7 e H9 (9,13 t.ha⁻¹ e 10,08 t.ha⁻¹, respectivamente). Com relação às características DCO e %MS, a formação de apenas um grupo de médias está em consonância com os resultados da análise de variância do segundo corte, para a qual essas características foram não significativas.

Para a característica altura de plantas, houve incremento nos valores em relação ao primeiro corte, como mencionado anteriormente, com a formação de dois grupos de médias. Dentre os genótipos com altura superior a 170 cm encontram-se H6, H7, H9, H13 e Taiwan A-146 (P6), com valores respectivos de 170,00 cm; 176,66 cm; 171,66 cm; 171,66 cm e 175,00 cm.

Com relação a NPE, verifica-se a formação de três grupos de médias, com destaque para os híbridos H7 e H9 (75,77 e 66,77, respectivamente). Os valores assumidos pelos tratamentos para a característica LLA foram agrupados em dois grupos de médias, com limite inferior de 2,08 e limite superior de 3,42, assumido pelos híbridos H7 e H9. A característica %PB conteve três grupos de médias, sendo que apenas os híbridos H7 e H9 constituíram um único grupo, com valores de 8,69 e 9,61, respectivamente.

Os melhores resultados para %PB concordam com os valores relatados por Carvalho (1985) na estação das chuvas, que encontrou valor médio de 9,4% PB para o capim-elefante, considerando várias cultivares, avaliadas em diferentes tipos de solo e submetidas a diferentes formas de manejo.

De forma geral, os híbridos H7 e H9 se destacaram substancialmente para as principais características, com valores superiores para altura de plantas, número de perfilhos, produção de matéria seca e elevada percentagem de proteína bruta,

Tabela 9 – Valores médios para nove características morfoagronômicas e bromatológicas de 14 híbridos e oito genitores de capim-elefante no primeiro corte, segundo o agrupamento de médias de Scott Knott, a 5%. Campos dos Goytacazes, RJ. 2010.

Genótipos	1/Características								
	ALT	NPE	DCO	LLA	PMS	%MS	%CIN	%PB	%FDN
H1 (1x5)	163,33a	46,66c	1,70a	3,35a	6,36a	92,10a	9,76a	5,81c	31,80a
H2 (1x6)	160,00a	35,33c	1,70a	3,46a	5,54a	90,83a	8,68a	6,49b	29,74a
H3 (1x7)	165,00a	51,77b	1,54a	3,41a	6,49a	92,65a	9,31a	6,80b	29,04a
H4 (1x8)	158,33a	46,88c	1,61a	3,55a	4,89a	92,39a	11,69a	6,88b	31,22a
H5 (2x5)	146,66b	44,66c	1,59a	3,23a	5,19a	92,40a	9,21a	6,76b	29,71a
H6 (2x6)	170,00a	55,55b	1,55a	3,21a	7,27a	92,48a	8,32a	6,73b	30,87a
H7 (2x7)	176,66a	75,77a	1,83a	3,42a	9,13a	92,98a	8,02a	8,69a	36,08a
H8 (2x8)	163,33a	36,44c	1,56a	3,14a	5,76a	92,33a	9,44a	6,00b	31,55a
H9 (3x5)	171,66a	66,77a	1,69a	3,42a	10,06a	94,90a	8,66a	9,61a	35,64a
H10 (3x6)	133,33b	51,77b	1,49a	2,61b	4,38a	92,24a	9,01a	6,18b	31,52a
H11 (3x7)	160,00a	49,77b	1,62a	3,89a	6,88a	92,87a	10,18a	6,41b	29,21a
H12 (3x8)	163,33a	43,55c	1,60a	2,57b	6,21a	92,05a	9,10a	6,49b	30,19a
H13 (4x5)	171,66a	57,33b	1,66a	2,73b	7,58a	92,50a	8,21a	5,06c	33,53a
H14 (4x6)	153,33b	58,44b	1,66a	3,18a	6,78a	92,82a	9,22a	5,44c	29,45a
H15 (4x7)	145,00b	37,11c	1,34a	2,35b	5,11a	92,32a	8,26a	4,99c	29,55a
H16 (4x8)	140,00b	36,44c	1,43a	2,71b	5,97a	92,39a	8,32a	4,18c	31,10a
Taiwan A-144 (P1)	156,81	32,27c	1,74a	2,08b	6,23a	86,39a	9,13a	5,54c	31,56a
Vruckwona Africana (P2)	158,33a	54,66b	1,74a	3,26a	5,50a	78,98a	7,91a	6,02b	30,55a
Pusa Napier nº 2 (P3)	163,33a	29,33c	1,81a	3,12a	4,16a	92,49a	9,56a	6,68b	30,99a
Porto Rico 534-B (P4)	156,66a	46,00c	1,94a	3,98a	7,59a	91,46a	9,19a	6,95b	26,55a
Mercker Santa Rita (P5)	146,66b	74,22a	1,72a	3,31a	5,98a	91,55a	8,87a	6,66b	27,55a
Taiwan A-146 (P6)	175,00a	38,22c	1,85a	2,88b	6,54a	91,19a	9,43a	6,91b	32,95a
Mercker S.E.A. (P7)	156,66a	56,22b	1,80a	3,01a	6,27a	91,83a	9,24a	7,07b	28,30a
Napier nº 2 (P8)	153,33b	53,33b	1,63a	2,89b	6,75a	92,29a	9,24a	5,57	28,10a

^{1/} NPE = número de perfilhos por metro linear; DCO = diâmetro médio do colmo (cm); LLA = Largura da lâmina foliar (cm); ALT = altura da planta (cm); PMS = Produção de matéria seca (t.ha⁻¹); %MS = percentagem de matéria seca; %CIN = percentagem de cinzas; %PB = percentagem de proteína bruta; %FDN = percentagem de Fibra em Detergente Neutro.

embora os valores de %PB no primeiro corte tenham sido superiores em relação ao segundo corte. Este fato é plausível, visto que o teor deste nutriente varia com maior rapidez em gramíneas forrageiras como o capim-elefante. Segundo o “National Research Council” (1985), o teor mínimo de PB exigido pelos bovinos está na ordem de 7% para animais adultos e 11% para animais jovens (Milford & Minson, 1966).

4.5. Análise de Variância Conjunta

A razão entre as estimativas de quadrados médios residuais obtidas pelas análises de variância individuais para nove características morfoagronômicas e bromatológicas, apresentadas nas Tabelas 6 e 8, resultou em uma relação inferior a 7:1, exceto a característica %MS, com valor de 10,2308 para a razão entre o quadrado médio residual do segundo corte e do primeiro corte. Portanto, para as demais características, conclui-se que existe reduzido grau de heterogeneidade entre as variâncias nos cortes (ambientes) avaliados individualmente, possibilitando a análise de variância conjunta, visto que considera-se aceitável a proporção entre o maior e o menor valor de quadrado médio residual de até 7:1, permitindo a utilização dos ambientes conjuntamente (Cruz e Regazzi, 2004).

Para tanto, a análise de variância conjunta é efetuada com base no delineamento em parcelas subdivididas no tempo, para avaliação do desempenho dos genótipos em vários cortes. A Tabela 10 contém os quadrados médios para os efeitos de parcela (genótipos), erro A, associado ao efeito de parcela, subparcela (ambiente), erro B, associado ao efeito de subparcela, interação entre parcela e subparcela, bem como o erro C, associado ao efeito da interação, para as oito características avaliadas.

Com relação à fonte de variação Genótipo (híbridos e pais), a maioria das características foram significativas a 1% de probabilidade, exceto DCO, indicando a presença de diferença significativa entre os genótipos. Este resultado comprova a distinção existente entre cortes no período das águas e no período da seca, em que as plantas sofrem limitações em virtude das condições climáticas adversas.

Tabela 10 – Estimativa dos quadrados médios de oito características morfoagronômicas e bromatológicas, avaliadas em 16 combinações híbridas e oito genitores sob dois cortes de avaliação. Campos dos Goytacazes, RJ. 2010.

Quadrados Médios ^{1/}										
GL	ALT	NPE	DCO	LLA	PMS	%CIN	%PB	%FDN		
Bloco	2	194,5113	398,1984	0,2098	2,4567	0,9470	0,0977	11,7318		
Genótipo	23	1125,0744**	436,1865**	0,1027 ^{ns}	8,8122**	4,7573**	9,0192**	33,0656**		
Erro A	46	318,7066	72,9719	0,1103	2,3489	1,3797	1,3598	12,1518		
Corte	1	133542,7300**	78,5439 ^{ns}	3,0654*	255,3175**	554,0100**	503,9270**	127,3700**		
Erro B	2	565,0575	31,6531	0,3010	1,8344	0,5173	1,7063	2,2705		
P X S	23	203,5913*	141,7044**	0,0540 ^{ns}	4,8234**	2,4897**	3,5949**	34,5530**		
Erro c	46	100,7325	57,3206	0,0941	1,3399	0,9137	1,3973	12,8380		

^{1/} ALT = altura da planta (cm); NPE = número de perfilhos por metro linear; DCO = diâmetro médio do colmo (cm); LLA = largura da lâmina foliar; PMS = produção de matéria seca (t.ha⁻¹); %CIN = percentagem de cinzas; %PB = percentagem de proteína bruta; %FDN = percentagem de Fibra em Detergente Neutro.

** = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

* = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

^{ns} = Não significativo.

A fonte de variação Ambiente (cortes), também foi significativa a 1% de probabilidade para a maioria das características, com exceção de NPE, indicando a presença de variabilidade genotípica, imprescindível em programas de melhoramento. No que tange à interação Parcela x Subparcela, apenas a característica DCO, não revelou significância, como esperado. Para as demais variáveis, houve diferença significativa a 5% de probabilidade para ALT, e a 1% de probabilidade para NPE, LLA, PMS, %CIN, %PB e %FDN.

A interação significativa entre genótipos e cortes evidencia que o comportamento dos genótipos não é consistente nos cortes sucessivos, ou seja, existem diferenças entre as médias dos genótipos, ou na classificação de seus desempenhos, nos dois cortes. Por se tratar de uma cultura perene, as cultivares de capim-elefante devem se apresentar produtivas por todo o cultivo. Por isso, embora tenha sido verificada interação significativa entre genótipos x cortes, o interessante para o produtor é que os genótipos tenham desempenho mais elevado e estável durante os diferentes cortes (Souza Sobrinho et al., 2005).

4.6. Teste de Comparação entre Médias

As estimativas de médias de oito características avaliadas em oito genitores e 16 combinações híbridas, em dois ambientes (corte), segundo o teste Tukey de comparação de médias a 5% de probabilidade, estão contidas na Tabela 11.

De acordo com os resultados, ao avaliar as médias horizontalmente, com base nas letras maiúsculas, não houve diferença significativa a 5% de probabilidade entre os cortes, para os caracteres NPE, DCO e LLA, com exceção de alguns genótipos: H3, H12 e H8 em DCO; H6, H9, H11, H16, Pusa Napier N°2 (P3) e Porto Rico 534-B (P4) em LLA. Para a variável ALT, nota-se que o segundo corte (período das águas) revelou as melhores médias, em razão do maior desenvolvimento das plantas.

Para a maioria dos genótipos, houve melhor desempenho no segundo corte para a característica PMS, de maior importância para a cultura, em virtude da maior disponibilidade de água, radiação solar e aumento do fotoperíodo. No entanto, para

Tabela 11 - Valores médios para oito características morfoagronômicas e bromatológicas de 14 híbridos e oito genitores de capim-elefante, em parcelas subdivididas no tempo, segundo o Teste Tukey a 5% de probabilidade. Campos dos Goytacazes, RJ. 2010.

Genótipos/Ambiente	Características ^{1/}											
	ALT			NPE			DCO			LLA		
	1	2		1	2		1	2		1	2	
H1 (1x5)	95,00 bcde B	163,33 abcd A	55,33 ab A	46,66 cdef A	1,74 a A	1,70 a A	3,04 abc A	3,04 abc A	1,70 a A	1,70 a A	3,04 abc A	3,04 abc A
H2 (1x6)	91,66 cdef B	160,00 abcd A	47,77 ab A	35,33 def A	2,18 a A	1,70 a A	3,39 ab A	3,39 ab A	2,18 a A	1,70 a A	3,39 ab A	3,39 ab A
H3 (1x7)	90,00 cdef B	165,00 abc A	50,44 ab A	51,78 bcdef A	2,04 a A	1,54 a B	3,10 abc A	3,10 abc A	2,04 a A	1,54 a B	3,10 abc A	3,10 abc A
H4 (1x8)	100,00 bcde B	158,33 abcd A	40,89 ab A	46,89 cdef A	2,06 a A	1,61 a A	3,25 ab A	3,25 ab A	2,06 a A	1,61 a A	3,25 ab A	3,25 ab A
H5 (2x5)	76,66 ef B	146,66 abcd A	46,44 ab A	44,66 cdef A	2,09 a A	1,59 a A	3,20 ab A	3,20 ab A	2,09 a A	1,59 a A	3,20 ab A	3,20 ab A
H6 (2x6)	111,66 bcd B	170,00 abc A	47,11 ab A	55,55 abcde A	1,65 a A	1,55 a A	2,26 bc B	2,26 bc B	1,65 a A	1,55 a A	2,26 bc B	2,26 bc B
H7 (2x7)	150,00 a B	176,66 a A	58,22 a A	75,77 a A	2,03 a A	1,83 a A	3,10 abc A	3,10 abc A	2,03 a A	1,83 a A	3,10 abc A	3,10 abc A
H8 (2x8)	98,33 bcde B	163,33 abcd A	44,89 ab A	36,44 def A	1,77 a A	1,56 a A	3,04 abc A	3,04 abc A	1,77 a A	1,56 a A	3,04 abc A	3,04 abc A
H9 (3x5)	95,00 bcde B	171,66 ab A	51,55 ab A	66,77 abc A	1,73 a A	1,69 a A	2,76 abc A	2,76 abc A	1,73 a A	1,69 a A	2,76 abc A	2,76 abc A
H10 (3x6)	63,33 f B	133,33 d A	48,44 ab A	51,77 bcdef A	1,71 a A	1,49 a A	2,53 bc A	2,53 bc A	1,71 a A	1,49 a A	2,53 bc A	2,53 bc A
H11 (3x7)	100,00 bcde B	160,00 abcd A	60,66 a A	49,77 cdef A	1,74 a A	1,62 a A	2,66 abc B	2,66 abc B	1,74 a A	1,62 a A	2,66 abc B	2,66 abc B
H12 (3x8)	108,33 bcd B	163,33 abcd A	48,00 ab A	43,55 cdef A	1,85 a A	1,60 a B	2,76 abc A	2,76 abc A	1,85 a A	1,60 a B	2,76 abc A	2,76 abc A
H13 (4x5)	118,33 bc B	171,66 ab A	50,22 ab A	57,33 abcd A	2,24 a A	1,66 a A	2,64 abc A	2,64 abc A	2,24 a A	1,66 a A	2,64 abc A	2,64 abc A
H14 (4x6)	76,66 ef B	153,33 abcd A	46,66 ab A	58,44 abcd A	2,03 a A	1,66 a A	3,18 ab A	3,18 ab A	2,03 a A	1,66 a A	3,18 ab A	3,18 ab A
H15 (4x7)	93,33 bcdef B	145,00 bcd A	47,55 ab A	37,11 def A	1,80 a A	1,34 a A	2,30 bc A	2,30 bc A	1,80 a A	1,34 a A	2,30 bc A	2,30 bc A
H16 (4x8)	95,00 bcde B	140,00 cd A	46,44 ab A	36,44 def A	1,93 a A	1,43 a A	2,00 c B	2,00 c B	1,93 a A	1,43 a A	2,00 c B	2,00 c B
Taiwan A-144 (P1)	98,40 bcde B	156,81 abcd A	33,38 b A	32,27 ef A	2,15 a A	1,74 a A	3,01 abc A	3,01 abc A	2,15 a A	1,74 a A	3,01 abc A	3,01 abc A
Vruckwona Africana (P2)	101,66 bcde B	158,33 abcd A	51,55 ab A	54,66 abcde A	2,19 a A	1,74 a A	3,77 a A	3,77 a A	2,19 a A	1,74 a A	3,77 a A	3,77 a A
Pusa Napier nº 2 (P3)	115,00 bc B	163,33 abcd A	33,11 b A	29,33 f A	1,89 a A	1,81 a A	2,38 bc B	2,38 bc B	1,89 a A	1,81 a A	2,38 bc B	2,38 bc B
Porto Rico 534-B (P4)	96,66 bcde B	156,66 abcd A	41,11 ab A	46,00 cdef A	2,15 a A	1,94 a A	3,17 abc B	3,17 abc B	2,15 a A	1,94 a A	3,17 abc B	3,17 abc B
Mercker Santa Rita (P5)	75,00 ef B	146,66 abcd A	49,33 ab A	74,22 ab A	1,89 a A	1,72 a A	3,21 ab A	3,21 ab A	1,89 a A	1,72 a A	3,21 ab A	3,21 ab A
Taiwan A-146 (P6)	123,33 ab B	175,00 ab A	42,66 ab A	38,22 def A	1,76 a A	1,85 a A	2,58 bc A	2,58 bc A	1,76 a A	1,85 a A	2,58 bc A	2,58 bc A
Mercker S.E.A. (P7)	91,66 cdef B	156,66 abcd A	51,11 ab A	56,22 abcd A	2,03 a A	1,80 a A	3,28 ab A	3,28 ab A	2,03 a A	1,80 a A	3,28 ab A	3,28 ab A
Napier nº 2 (P8)	81,66 def B	153,33 abcd A	50,22 ab A	53,33 abcde A	2,14 a A	1,63 a B	2,98 abc A	2,98 abc A	2,14 a A	1,63 a B	2,98 abc A	2,98 abc A

Continuação.

Genótipos/Ambiente	Características ^{1/}													
	PMS				%CIN				%PB				%FDN	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
H1 (1x5)	2,70 bc B	6,36 bc A	14,09 abcdefg A	9,76 ab B	11,68 abc A	5,81 bc B	30,55 abcd A	31,80 a A						
H2 (1x6)	2,43 bc B	5,54 bc A	12,71 abcdefg A	8,68 ab B	9,06 bcd A	6,49 abc B	28,45 bcd A	29,74 a A						
H3 (1x7)	2,84 bc B	6,49abc A	11,32 g A	9,31 ab B	11,90 abc A	6,80 abc B	38,77 ab A	29,04 a B						
H4 (1x8)	2,36 bc B	4,89 c A	14,62 abcde A	11,69 a B	9,38 bcd A	6,88 abc B	32,28 abcd A	31,22 a A						
H5 (2x5)	2,77 bc B	5,19 c A	14,59 abcdef A	9,21 ab B	12,64 ab A	6,76 abc B	38,73 ab A	29,71 a B						
H6 (2x6)	2,94 bc B	7,27 abc A	14,80 abc A	8,32 b B	7,42 d A	6,73 abc A	31,27 abcd A	30,87 a A						
H7 (2x7)	5,16 bc B	9,13 ab A	11,81 cdefg A	8,02 b B	12,23 abc A	8,69 ab B	36,91 ab A	36,08 a A						
H8 (2x8)	2,79 bc B	5,76 bc A	13,80 abcdefg A	9,44 ab B	9,64 bcd A	6,00 abc B	34,25 abcd A	31,55 a A						
H9 (3x5)	4,77 bc B	10,08 a A	12,55 abcdefg A	8,66 ab B	14,35 a A	9,61 a B	35,46 abcd A	35,64 a A						
H10 (3x6)	5,32 bc A	4,38 c A	14,72 abcd A	9,01 ab B	7,58 d A	6,18 abc A	33,80 abcd A	31,52 a A						
H11 (3x7)	9,63 a A	6,88 abc B	15,16 ab A	10,15 ab B	8,91 bcd A	6,41 abc B	28,33 bcd A	29,21 a A						
H12 (3x8)	3,73 bc B	6,21 bc A	15,48 a A	9,10 ab B	9,56 bcd A	6,49 abc B	31,79 abcd A	30,19 a A						
H13 (4x5)	3,58 bc B	7,58 abc A	13,82 abcdefg A	8,21 b B	9,70 bcd A	5,06 bc B	31,11 abcd A	33,53 a A						
H14 (4x6)	2,40 bc B	6,78 abc A	11,66 efg A	9,22 ab B	11,92 abc A	5,44 bc B	37,24 ab A	29,45 a B						
H15 (4x7)	2,93 bc B	5,11 c A	11,59 fg A	8,26 b B	9,31 bcd A	4,99 bc B	24,48 d A	29,55 a A						
H16 (4x8)	2,99 bc B	5,97 bc A	12,41 bcdefg A	8,32 b B	8,53 cd A	4,18 c B	25,47 cd A	31,10 a A						
Taiwan A-144 (P1)	5,79 b A	6,23 bc A	12,89 abcdefg A	9,13 ab B	9,70 bcd A	5,54 bc B	31,52 abcd A	31,56 a A						
Vruckwona Africana (P2)	3,89 bc A	5,50 bc A	11,73 defg A	7,91 b B	9,79 bcd A	6,02 abc B	31,17 abcd A	30,55 a A						
Pusa Napier nº 2 (P3)	2,01 c B	4,16 c A	11,83 cdefg A	9,56 ab B	7,73 d A	6,68 abc A	28,48 bcd A	30,99 a A						
Porto Rico 534-B (P4)	4,09 bc B	7,59 abc A	12,42 bcdefg A	9,19 ab B	10,71 abcd A	6,95 abc B	31,91 abcd A	26,55 a A						
Mercker Santa Rita (P5)	4,63 bc A	5,98 bc A	12,00 cdefg A	8,87 ab B	11,04 abcd A	6,66 abc B	32,41 abcd A	27,55 a A						
Taiwan A-146 (P6)	3,96 bc B	6,54 abc A	12,07 cdefg A	9,43 ab B	9,63 bcd A	6,91 abc B	30,40 abcd A	32,95 a A						
Mercker S.E.A. (P7)	2,75 bc B	6,27 bc A	12,52 abcdefg A	9,24 ab B	9,86 bcd A	7,07 abc B	36,08 abc A	28,30 a B						
Napier nº 2 (P8)	2,26 bc B	6,75 abc A	11,47 g A	9,24 ab B	11,46 abc A	5,57 bc B	41,06 a A	28,10 a B						

^{1/} ALT = altura da planta (cm); NPE = número de perfílios por metro linear; DCO = diâmetro médio do colmo (cm); LLA = largura da lâmina foliar; PMS = produção de matéria seca (t.ha⁻¹); %CIN = percentagem de cinzas; %PB = percentagem de proteína bruta; %FDN = percentagem de Fibra em Detergente Neutro. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e pelas mesmas letras minúsculas na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste Tukey, a 5%.

as variáveis %PB e %CIN, as melhores médias foram apresentadas pelo corte da seca (primeiro corte), explicitando que o teor de proteína bruta e cinzas da forragem tende a reduzir com o desenvolvimento das plantas, ou seja, com o aumento do teor de matéria seca (fibras). No caso de %CIN, esse resultado é favorável para a qualidade da forragem destinada a alimentação animal.

O teor de fibra em detergente neutro é uma importante variável a ser avaliada, visto que determina a qualidade da forragem, além de ser o fator que limita a capacidade ingestiva (Nussio et al., 2002). Queiroz Filho et al. (2000), avaliando a produção de matéria seca e qualidade do capim-elefante cultivar Roxo, sobre diferentes idades de corte, verificaram um incremento na produção de matéria seca proporcional ao incremento dos intervalos entre cortes reduzindo a relação folha/colmo. Com isso houve uma redução de teores de proteína bruta e conteúdo celular, enquanto os teores de fibra em detergente ácido e fibra e detergente neutro elevaram linearmente com o aumento no intervalo entre cortes.

Portanto, para a variável %FDN, a maioria dos genótipos não revelou diferença entre os cortes, exceto para H3, H5, H14, Mercker S.E.A. (P7) e Napier N°2 (P8). Destacou-se o híbrido H7 com a melhor média para as características ALT, NPE e DCO. Com relação à variável LLA, o melhor genótipo foi o parental P2.

No que se refere à produção de matéria seca (PMS), os híbridos H11, H9 e H7 obtiveram as maiores médias do corte da seca e uma das melhores médias no corte das águas, denotando a superioridade dessas combinações híbridas para a principal variável do capim-elefante. Segundo Pereira et al. (2000), a planta de capim-elefante apresenta aumento no teor de matéria seca até a idade de 60 dias. Considerando, isoladamente, uma folha de capim-elefante, observa-se um aumento constante do teor de matéria seca decorrente do aumento da idade da planta.

Quanto à característica %CIN, é interessante que se obtenha médias reduzidas, indicando que tal genótipo apresenta maior proporção de matéria orgânica em relação à proporção de cinzas na forragem. Portanto, verifica-se que os genótipos com as menores médias foram H3, H15, Vruckwona Africana (P2) e Napier N°2 (P8).

Para a variável %PB, os valores elevados obtidos no primeiro corte de avaliação foram semelhantes aos obtidos por Lima et al. (2008). Os reduzidos

valores para %PB no período das chuvas em relação ao período das águas concordam com os relatados por Botrel et al. (2000).

Diversos autores (Pereira et al., 1999; Johnson et al., 1973) têm demonstrado que o capim-elefante apresenta queda bastante acentuada do teor de PB, após 45 dias de crescimento. Outro fato que também pode ter contribuído para a redução na percentagem de PB foi a alta proporção de colmos, os quais são mais pobres em PB, quando comparados com as folhas (Gomide, 1994).

De modo geral, os melhores híbridos foram aqueles que revelaram as médias mais elevadas para a maioria das características, com desempenho estável para ambos os cortes, visto que o interessante para o produtor de capim-elefante é que os genótipos tenham desempenho mais estável durante os diferentes cortes. Assim, os melhores híbridos devem ser apontados em função das médias obtidas nas análise conjunta. Assim, pode-se afirmar que os híbridos H7, H9 e H11 obtiveram os melhores resultados.

4.7. Análise de Griffing Adaptada a Dialetos Parciais

4.7.1. Análise de Variância para Capacidade de Combinação do Primeiro Corte

As estimativas dos quadrados médios de Tratamentos, de Grupos (Grupo 1 x Grupo 2), das capacidades geral de combinação de cada grupo e capacidade específica de combinação, para as nove características morfoagronômicas e bromatológicas, estão expressas na Tabela 12.

De acordo com resultados obtidos, para a fonte de variação Tratamentos, verifica-se que houve significância, pelo teste F, para todas as características a 1 e 5% de probabilidade, exceto a variável DCO. Portanto, conclui-se que existe variabilidade entre os genótipos avaliados.

No contraste entre os grupos de genitores (Grupos), observa-se que dentre as características morfoagronômicas, apenas NPE e PMS foram significativas, a 1% de probabilidade e para as características bromatológicas apenas %FDN revelou significância a 1% de probabilidade, denotando a ausência de diferença significativa.

Tabela 12 - Análise de variância para capacidade de combinação, com a decomposição da soma de quadrados de genótipos (tratamentos) envolvendo 16 híbridos resultantes dos cruzamentos dialélicos e oito genitores no primeiro corte. Campos dos Goytacazes. RJ. 2010.

FV	GL	Quadrados Médios ^{1/}									
		ALT	NPE	DCO	LLA	PMS	%MS	%CIN	%PB	%FDN	
Tratamentos	23	973,6820**	123,5874*	0,0997 ^{ns}	0,5221**	8,1535**	6,0260**	5,3582**	8,8114**	51,9685**	
Grupos	1	602,1770**	437,8971**	0,1221 ^{ns}	0,0269 ^{ns}	1,7774 ^{ns}	0,8114 ^{ns}	0,2439 ^{ns}	6,1567 ^{ns}	106,5923**	
CGC (Grupo 1)	3	270,532 ^{ns}	202,8047*	0,0294 ^{ns}	0,4406 ^{ns}	10,968**	4,6039 ^{ns}	4,0211*	8,4855*	22,1866 ^{ns}	
CGC (Grupo 2)	3	2206,9400**	54,2551 ^{ns}	0,0260 ^{ns}	0,0129 ^{ns}	4,8114*	9,2881*	4,9077*	2,5115 ^{ns}	53,2553 ^{ns}	
CEC	16	897,5050**	102,0896 ^{ns}	0,1253 ^{ns}	0,6638**	8,6509**	6,0070**	6,0130**	10,219**	53,8973**	
Resíduo	46	297,5290	56,0139	0,1684	0,1811	1,5954	2,2703	1,5503	2,0162	19,5818	

^{1/} ALT = altura da planta (cm); NPE = número de perfílios por metro linear; DCO = diâmetro médio do colmo (cm); LLA = largura da lâmina foliar (cm); PMS = produção de matéria seca (t.ha⁻¹); %MS = percentagem de matéria seca; %CIN = percentagem de cinzas; %PB = percentagem de proteína bruta; %FDN = percentagem de Fibra em Detergente Neutro.
 ** = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F;
 * = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F;
 ns = Não significativo.

A ausência de significância ocorreu para cinco das nove características avaliadas, com relação à fonte de variação Capacidade Geral de Combinação do Grupo1 (masculino), com significância a 1% de probabilidade apenas para a variável PMS. Este resultado indica que houve variação no desempenho dos genitores masculinos quanto à produção de matéria seca, capacidade de perfilhamento, percentagem de cinzas e percentagem de proteína bruta da forragem.

Para os genitores femininos (Grupo 2), as características ALT, PMS, %MS e %CIN foram significativas a 1 e 5% de probabilidade, demonstrando a existência de variabilidade entre os genitores. Além disso, estes resultados indicam a existência de diferenças entre os efeitos de CGC para os genitores de ambos os grupos, caracterizando o envolvimento de efeitos gênicos aditivos no controle das características que revelaram significância, a saber: NPE, PMS, %CIN e %PB para o grupo 1; e ALT, PMS, %MS e %CIN para o grupo 2. Verifica-se a ocorrência de efeitos gênicos aditivos para a variável quantitativa PMS, em ambos os grupos de genitores, em razão da natureza poligênica da característica.

A avaliação da natureza e magnitude dos efeitos gênicos que controlam os vários caracteres quantitativos é um dos principais objetivos em um programa de melhoramento de plantas. Para tanto, é fundamental investigar, na fração genética, as proporções que podem ser atribuídas a fatores gênicos aditivos, dominantes e epistáticos. Essa avaliação está intimamente relacionada com os objetivos do programa de melhoramento, e esses tipos de ação gênica podem ser usados para explicar a expressão heterótica, assim como a depressão endogâmica (Wilson et al., 1978; Finkner et al., 1981).

A respeito da capacidade específica de combinação, observa-se que apenas as variáveis NPE e DCO foram não significativas (Tabela 12). Desse modo, constatou-se que na maioria das características morfoagronômicas e bromatológicas também ocorre efeito gênico de dominância. Além disso, constatou-se a superioridade dos efeitos de CEC para as características %CIN, %PB e %FDN, que são relacionadas à qualidade da forragem, comprovando a natureza tipicamente dominante para características bromatológicas, fato também relatado por Pereira et al. (2004). Para a característica DCO não foi evidenciado nenhum tipo de ação gênica, ou seja, completa ausência de variabilidade genética entre os genitores.

Em programas de melhoramento de capim-elefante, é interessante que as cultivares expressem maiores valores para as características relacionadas à produção de matéria seca, aliada à elevada capacidade de perfilhamento, além de qualidade nutritiva da forragem, expressa por elevada percentagem de proteína bruta e fibras. Pereira et al. (2004) também constataram variabilidade genética nitidamente superior entre os genitores de capim-elefante, em relação aos genitores de milheto, de modo que a estratégia de melhoramento intra-específico, poderá proporcionar maiores ganhos para a maioria das características.

Portanto, os resultados para capacidade combinatória obtidos para os genótipos avaliados denotam a potencialidade dos híbridos e genitores para utilização em programas de melhoramento da cultura.

4.7.2. Efeitos da Capacidade Geral de Combinação no Primeiro Corte

As estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) de oito genótipos de capim-elefante para nove características morfoagronômicas e bromatológicas, avaliadas em 16 combinações híbridas resultantes dos cruzamentos dialélicos interespecíficos encontram-se na Tabela 13.

Elevados valores positivos para as estimativas de \hat{g}_i indicam que a média dos cruzamentos que envolvem um determinado genitor é superior à média geral de todos os genitores envolvidos. Por conseguinte, reduzidos valores (e positivos) são indicativos de que o valor da capacidade geral de combinação dos genitores não difere expressivamente da média geral dos cruzamentos dialélicos (Cruz e Regazzi, 2004).

A recomendação dos genitores mais promissores para inclusão em programas de seleção é realizada com base nestas estimativas, pois possibilita a comparação da importância relativa dos efeitos da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) dos vários genitores envolvidos (Falconer, 1987).

De acordo com os resultados, para a variável ALT, os genitores que obtiveram

Tabela 13 - Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) de oito genótipos de capim-elefante para nove características morfoagronômicas e bromatológicas avaliadas em 16 combinações híbridas resultantes de cruzamentos dialélicos parciais no primeiro corte. Campos dos Goytacazes, RJ. 2010.

Genitores	Características ^{1/}									
	ALT	NPE	DCO	LLA	PMS	%MS	%CIN	%PB	%FDN	
Taiwan A-144 (P1)	3,7636	-0,0048	0,0247	-0,0272	0,3192	-0,4132	-0,3518	0,4774	0,4347	
Vruckwona Africana (P2)	-1,6712	4,0945	-0,0130	0,1803	0,6969	0,5441	0,0125	0,5492	0,4862	
Pusa Napier n° 2 (P3)	1,6621	-2,3784	0,0321	-0,1476	-0,8736	0,1583	-0,2311	-0,4676	-1,4413	
Porto Rico 534-B (P4)	-3,7545	-1,7113	-0,0430	-0,0055	-0,1425	-0,2892	0,5704	-0,5590	0,5204	
Mercker Santa Rita (P5)	-0,6250	-1,2630	0,0390	-0,0342	0,0344	0,6201	0,3145	-0,3375	-1,7788	
Taiwan A-146 (P6)	13,125	-0,8192	-0,0415	0,0171	0,1804	0,0155	-0,3502	0,3249	-0,4771	
Mercker S.E.A. (P7)	-2,7083	-0,0412	0,0023	0,0096	-0,6293	-0,8536	-0,4245	-0,2109	0,5275	
Napier n° 2 (P8)	-9,7917	2,1242	0,0002	0,0075	0,4144	0,2180	0,4602	0,2235	1,7283	

^{1/} ALT = altura da planta (m); NPE = número médio de perfílios por metro linear; DCO = diâmetro médio do colmo (cm); LLA = largura da lâmina foliar; PMS = produção de matéria seca (t.ha⁻¹); %MS = percentagem de matéria seca; %CIN = percentagem de cinzas; %PB = percentagem de proteína bruta; %FDN = percentagem de Fibra em Detergente Neutro.

valores positivos para a estimativa \hat{g}_i foram 1,3 e 6 (3,7636; 1,6621 e 13,1250). Para NPE, apenas os genitores 2 e 8 tiveram valores positivos para \hat{g}_i (4,0945 e 2,1242). A característica DCO apresentou valores positivos, embora muito baixos, para os genitores 1,3,5,7, e 8, com estimativas de \hat{g}_i que não ultrapassaram 0,0390.

Os genitores 1, 3,4 e 5 obtiveram valores negativos para a estimativa \hat{g}_i , mas também reduzidos, assim como para a característica DCO e, portanto, não são recomendados para uso em programas de melhoramento. Os demais genitores tiveram valores positivos reduzidos, destacando-se apenas o pai 2, com estimativa mais elevada (0,1803).

Quanto à principal característica morfoagronômica do capim-elefante, PMS, a maioria dos genitores obteve valores favoráveis para a estimativa \hat{g}_i , com destaque para o genitor 2 e 8 (0,6969 e 0,4144). Os genitores 3,4 e 7 foram os únicos a apresentar valores negativos para capacidade geral de combinação.

Ao analisar as características bromatológicas (%MS, %CIN, %PB e %FDN), verifica-se que o genitor 7 obteve valores negativos para três variáveis (%MS, %CIN e %PB), enquanto que os genitores 2 e 8 apresentaram somente valores positivos para \hat{g}_i . Estes genitores obtiveram resultados promissores para a capacidade geral de combinação, demonstrando potencial de uso em cruzamentos. Das nove características, o genitor 2 obteve apenas duas estimativas negativas de \hat{g}_i para ALT (-1,6712) e DCO (-0,0130) e o genitor 8 obteve uma estimativa negativa de \hat{g}_i para ALT (-9,7917).

Em resumo, As estimativas dos efeitos de \hat{g}_i permitiram identificar quais genitores se revelaram mais interessantes por apresentarem magnitudes positivas de \hat{g}_i . Dentre estes, os genitores 2 e 8 contiveram os melhores valores de \hat{g}_i , denotando que contribuirão para elevar a qualidade das principais características da cultura em programas de melhoramento. Observa-se que as estimativas de \hat{g}_i para as variáveis foram positivas em sua maioria, mesmo que reduzidas, permitindo a indicação dos melhores genitores.

4.7.3. Efeitos da Capacidade Específica de Combinação no Primeiro Corte

As estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação para nove características morfoagronômicas e bromatológicas avaliadas em 16 combinações híbridas resultante dos cruzamentos entre oito genitores em esquema de dialelo parcial estão na Tabela 14.

De acordo com Falconer (1981), a capacidade específica de combinação é definida como o desvio do desempenho médio de uma combinação particular em relação à média dos parentais envolvidos no cruzamento. Desse modo, baixas estimativas positivas ou negativas de \hat{s}_{ij} significam que o comportamento de determinado híbrido é função da capacidade geral de combinação (CGC) de seus parentais; enquanto valores absolutos altos de \hat{s}_{ij} indicam que algumas combinações são relativamente melhores e outras piores, com base na CGC dos parentais (Sprague e Tatum, 1942; Cruz et al., 2004).

Portanto, as estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação são medidas dos efeitos gênicos não aditivos, interessando ao melhorista combinações híbridas com melhores estimativas de capacidade específica de combinação e que envolvam pelo menos um dos genitores que tenha apresentado estimativas favoráveis para o efeito da capacidade geral de combinação (Cruz e Regazzi, 2004).

É válido ressaltar, porém, que dois parentais de elevada CGC nem sempre proporcionam a formação da melhor combinação do dialelo (Cruz e Vencovsky, 1989).

Para a característica ALT, sete das 16 combinações híbridas obtiveram valores positivos elevados para a estimativa \hat{s}_{ij} , sendo que os híbridos 1X6, 3X5 e 4X7 expressaram os maiores valores (35,3306; 19,5154 e 20,3488, respectivamente).

Dentre os genitores envolvidos, os pais Pusa Napier N°2 (P3) e Taiwan A-146 (P6) são os que expressaram melhores médias (Tabela 7). Em consonância, no que se refere à estimativa \hat{g}_i , apenas os genitores P1, P3 e P6 apresentaram valores

Tabela 14 - Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (\hat{s}_{ij}), para nove características morfoagronômicas e bromatológicas avaliadas em 16 combinações híbridas resultantes dos cruzamentos dialélicos entre oito genótipos de capim-elefante no segundo corte. Campos dos Goytacazes, RJ. 2010.

Efeitos (\hat{s}_{ij})	Características Avaliadas ^{1/}										
	ALT	NPE	DCO	LLA	PMS	%MS	%CIN	%PB	%FDN		
H1 (1x5)	-5,9194	0,0801	-0,0839	-0,8415	-1,0557	-1,4993	-0,5525	-1,7630	-5,7651		
H2 (1x6)	35,3306	11,4155	0,0933	0,2140	0,9683	1,5219	-0,4875	1,2682	4,3766		
H3 (1x7)	-8,8361	2,8610	0,0662	0,2147	-0,5492	0,3744	-0,9105	1,4746	5,2286		
H4 (1x8)	3,2473	5,5822	-0,2351	0,1601	-1,7256	0,5961	0,9746	0,8190	-4,1922		
H5 (2x5)	12,8487	-2,4625	-0,1255	-0,2857	-0,6993	3,3567	2,1529	-0,8111	0,5001		
H6 (2x6)	-14,2346	0,6497	-0,1683	-0,3335	0,1948	-0,1720	-0,1137	3,3244	2,8717		
H7 (2x7)	-16,7346	-5,0182	0,0912	0,0939	-1,3612	0,4804	-0,9279	1,4235	3,6438		
H8 (2x8)	13,6821	6,8164	-0,1967	-0,4274	4,8183	1,1155	1,6813	-2,0138	-6,4670		
H9 (3x5)	19,5154	6,2338	0,2187	-0,0811	0,7199	-0,3375	0,7362	0,3463	1,7475		
H10 (3x6)	-20,9012	3,3426	0,2426	0,6244	-0,5717	-1,3429	0,2834	-0,9485	-2,2075		
H11 (3x7)	-3,4013	2,3447	-0,1879	-0,4649	0,7325	-0,3805	-0,7561	-0,1634	-7,1888		
H12 (3x8)	-12,9846	-0,9341	0,1109	0,4372	-0,4661	0,7446	1,3565	2,7300	5,8604		
H13 (4x5)	6,5987	-3,7666	0,1171	0,3901	-1,2300	-0,0667	0,7291	0,1197	0,9559		
H14 (4x6)	-8,8179	-0,2112	-0,0958	0,1289	-0,9434	1,1813	0,5780	-0,2771	1,6309		
H15 (4x7)	20,3488	1,2342	-0,2562	-0,6403	0,0175	-1,2163	1,6550	-1,9663	-2,3537		
H16 (4x8)	-20,9013	0,3988	-0,1941	-0,3749	1,3508	-0,2779	0,6904	-2,2403	-1,0279		

^{1/} ALT = altura da planta (cm); NPE = número médio de perfilhos; DCO = diâmetro médio do colmo (cm); LLA = largura da lâmina foliar; PMS = produção de matéria seca (t.ha⁻¹); %MS = percentagem de matéria seca; %CIN = percentagem de cinzas; %PB = percentagem de proteína bruta; %FDN = percentagem de Fibra em Detergente Neutro.

positivos, indicando a predisposição dos mesmos em gerar cruzamentos promissores (Tabela 13).

Quanto à característica NPE, de acordo com Gomide e Gomide (1999), não somente os números de folhas e de gemas axilares determinam o potencial de perfilhamento dos genótipos, mas também sua capacidade de aquisição, armazenamento e mobilização das reservas utilizadas na rebrota. A maioria dos cruzamentos alcançou bom desempenho para capacidade de perfilhamento, com destaque para os híbridos 1X6, 1X8, 2X8 e 3X5, com valores positivos elevados para \hat{s}_{ij} , a saber: 11,4155; 5,5822; 6,8164 e 6,2338, respectivamente. Ao compararmos estes resultados com os valores de \hat{g}_i , os genitores Vruckwona Africana (P2) e Napier N°2 (P8) obtiveram os únicos valores positivos para tal característica (Tabela 13). Para a variável DCO, sete combinações híbridas obtiveram valores positivos, embora reduzidos, destacando-se os híbridos 1X6 e 3X5, se considerarmos as demais características. Os genitores Taiwan A-144 (P1), Pusa Napier N°2 (P3) e Mercker Santa Rita (P5) obtiveram os melhores resultados para a estimativa \hat{g}_i , comprovando que o efeito de CGC é um indicador da superioridade do parental e de sua divergência relativa entre os demais parentais.

A respeito da característica LLA, foram obtidas estimativas reduzidas de \hat{s}_{ij} , ainda que positivas em alguns casos, tais como os híbridos 3X8 e 4X5, com os melhores valores (0,4372 e 0,3901).

Para a variável PMS, os híbridos 1X6, 2X6, 2X8, 3X5, 3X7, 4X7 e 4X8 expressaram valores positivos para \hat{s}_{ij} , confirmando a potencialidade das 1X6 e 3X5, as quais alcançaram os melhores resultados para outras variáveis. Dentre estas combinações, destaca-se o híbrido 2X8, com a maior estimativa correspondente a CEC (4,8183), além das estimativas de \hat{g}_i positivas dos parentais (Tabela 13). Todavia, alguns dos híbridos que almejavam as maiores médias para produção de matéria seca não obtiveram, necessariamente, valores positivos para CEC, tais como as combinações 2X7, com média de 5,16 e \hat{s}_{ij} de -1,3612 e 3X6, com média de 5,3245 e \hat{s}_{ij} de -0,5717. Apesar disso, o cruzamento (3X7) que obteve a maior média

(9,6314), apresentou estimativa positiva de \hat{s}_{ij} (0,7325), confirmando a superioridade deste híbrido, ainda que os seus parentais tenham obtido valores negativos para \hat{g}_i .

No que se refere às características bromatológicas, destacam-se os híbridos 1X6, 2X5, 2X8 e 4X6, com as melhores estimativas de \hat{s}_{ij} para a variável %MS. Deve-se ressaltar que o teor de matéria seca no capim-elefante é afetado não somente pela idade da planta, mas também pela taxa de emissão de folhas. Assim, os programas de melhoramento devem considerar não somente as diferenças genéticas para conteúdo de matéria seca, mas, também, a composição dessa matéria seca (Pereira et al., 2000).

Para a característica %CIN, linearmente inversa à percentagem de matéria orgânica, interessam combinações híbridas com os valores negativos, visto que denotam a capacidade do híbrido em expressar maior proporção de matéria orgânica na forragem. Por isso, destacaram-se os cruzamentos 1X7, 2X7 e 3X7, com os maiores efeitos negativos de \hat{s}_{ij} .

Os melhores resultados para a característica %PB, foram revelados pelos híbridos 1X6, 1X7, 1X8, 2X6, 2X7, 3X6, 3X8 e 4X5, com valores respectivos de 1,2682; 1,4746; 0,8190; 3,3244; 1,4235; 0,3463; 2,7300 e 0,1197. Para %FDN, as combinações híbridas com os maiores valores negativos foram: 1X5, 1X8, 2X8, 3X6, 3X7, 4X7 e 4X8.

Ao analisar todas as nove características conjuntamente, os híbridos 1X6 e 3X5 obtiveram os melhores resultados dentre as 16 combinações híbridas, apresentando elevado desempenho para produção de forragem de qualidade, com elevada produtividade e persistência.

4.7.4. Heterose Média no Primeiro Corte

Na Tabela 15 encontram-se os valores médios de heterose para as 16 combinações híbridas, obtidos por esquema dialélico parcial entre oito genitores, no primeiro corte de avaliação, para nove características.

Vencovsky (1970) destacou que a heterose média é função linear da

Tabela 15 – Estimativa da heterose média para nove características morfoagronômicas e bromatológicas avaliadas nos 16 híbridos obtidos por cruzamento dialélico parcial entre oito genitores de capim-elefante no primeiro corte. Campos dos Goytacazes, RJ.

Efeito (\hat{s}_{ij})	Características ^{1/}													
	ALT	NPE	DCO	LLA	PMS	%MS	%CIN	%PB	%FDN					
H1 (1x5)	8,2971	5,0860	-0,0920	-1,1090	-2,2125	-0,8878	-0,0298	-1,8404	-6,4936					
H2 (1x6)	39,1305	20,1990	0,0714	0,3093	0,2896	2,0671	-0,6662	2,5597	5,9565					
H3 (1x7)	-5,0363	8,2011	-0,0453	-0,0475	-1,4299	0,4372	-1,3890	2,1164	4,9731					
H4 (1x8)	4,9638	13,5320	-0,4036	0,0458	-1,3219	1,3888	1,9065	1,0923	-5,7369					
H5 (2x5)	20,0000	-2,4450	-0,1934	-0,7283	-0,5274	4,9150	3,6176	-0,8575	-0,0033					
H6 (2x6)	-17,5000	4,4450	-0,2500	-0,4133	0,8448	1,3201	0,6497	4,6468	4,6766					
H7 (2x7)	-20,0000	-4,6660	-0,0801	-0,3433	-0,9132	1,4900	-0,4645	2,0963	3,6134					
H8 (2x8)	8,3333	9,7783	-0,4251	-0,7167	6,5507	2,8550	3,5553	-1,7095	-7,7866					
H9 (3x5)	23,3333	9,0017	0,3466	-0,1567	0,2573	-0,3034	1,9078	0,3103	0,6600					
H10 (3x6)	-27,5000	9,8883	0,3567	0,9117	-0,5562	-1,3750	0,7536	0,3844	-0,9866					
H11 (3x7)	-10,0000	5,4467	-0,1633	-0,5350	0,5460	-0,8950	-0,5858	0,5198	-7,8033					
H12 (3x8)	-21,6660	4,7783	0,0784	0,5150	0,6317	0,9600	2,9373	3,0447	3,9566					
H13 (4x5)	14,1667	-4,3310	0,0417	0,0616	-1,9975	0,2016	2,4087	-1,4984	0,1167					
H14 (4x6)	-11,6660	3,0016	-0,1850	0,1633	-1,2327	1,3833	1,5563	-0,5263	3,1001					
H15 (4x7)	17,5000	1,0033	-0,4350	-0,9633	-0,4738	-1,4960	2,3333	-2,8652	-2,7200					
H16 (4x8)	-25,8330	2,7783	-0,4300	-0,5500	2,1439	0,1716	2,7793	-3,5077	-2,6833					

^{1/} ALT = altura da planta (m); NPE = número de perfílios; DCO = diâmetro médio do colmo (cm); LLA = largura da lâmina foliar; PMS = produção de matéria seca da planta integral (t.ha⁻¹); %MS = percentagem de matéria seca; %CIN = percentagem de cinzas; %PB = percentagem de proteína bruta; %FDN = percentagem de Fibra em Detergente Neutro.

dominância e das variâncias das freqüências gênicas entre os genitores, podendo ser aumentada se houver aumento da variância das freqüências gênicas, no mínimo em parte dos locos dominantes.

Para a maioria das variáveis, interessam valores de heterose positivos, que expressam a capacidade do híbrido em superar o desempenho médio dos pais, com exceção apenas das variáveis %CIN e %FDN.

Em relação à variável ALT, as melhores combinações foram aquelas com maior valor para heterose média, ou seja, os híbridos 1X6, 3X5 e 2X5 (39,1305; 23,3333 e 20,0000, respectivamente). Para NPE, os híbridos com melhores resultados foram 1X6 e 1X8, com valores médios respectivos de 20,1990 e 13,5320. Destacou-se também, a despeito da característica ALT, o cruzamento 3X5, com valor satisfatório de 9,0017. No que tange à característica DCO, apenas as combinações 1X6, 3X5, 3X6, 3X8 e 4X5 obtiveram valores médios positivos favoráveis. Igualmente para a variável LLA, com apenas seis combinações híbridas com valor médio favorável, destacando-se o híbrido 3X6 (0,9117).

A combinação híbrida com melhor desempenho para a variável PMS foi 2X8, com valor de heterose média expressivo (6,5507) em relação aos demais. Do mesmo modo, este híbrido também obteve elevado desempenho para a característica %MS, com valor médio de 2,8550. Destacaram-se também os híbridos 1X6 (2,0671) e 2X5 (4,9150).

Para as características %CIN e %FDN, são superiores as combinações híbridas com valores médios negativos, denotando que tais híbridos reduziram a proporção de cinzas da forragem, em relação aos pais. Portanto, destacaram-se os cruzamentos 1X5, 1X6, 1X7, 2X7 e 3X7 para %CIN e os híbridos 1X6, 1X7, 2X6, 3X8, 2X7 e 4X6 para %FDN, sendo os únicos com valores negativos para tais variáveis. Os melhores resultados para a característica %PB foram obtidos, nessa ordem, pelas combinações 2X6, 3X8, 1X6, 1X7 e 2X7, com valores positivos elevados para heterose média.

De modo geral, os melhores híbridos foram 1X6, 2X6 e 3X5, por obterem os melhores resultados para heterose média.

4.7.5. Análise de Variância para Capacidade de Combinação do Segundo Corte

As estimativas dos quadrados médios das capacidades geral de combinação dos grupos de genitores, bem como a capacidade específica de combinação dos híbridos, obtidos em esquema dialélico parcial, estão expressas na Tabela 16.

Com relação ao quadrado médio da fonte de variação Tratamentos, todas as características avaliadas revelaram significância em 1% de probabilidade, com exceção de DCO e %MS, as quais também foram não significativas para a análise de variância do primeiro corte de avaliação (Tabela 8).

A ausência de significância para a fonte de variação Grupos indica que não há diferença expressiva entre os dois grupos parentais. Neste caso, apenas as variáveis NPE e %MS foram significativas a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, demonstrando que os genitores masculinos e femininos diferiram quanto a estas características.

Quanto à CGC do Grupo 1 (genitores masculinos), apenas as variáveis NPE, LLA e PMS revelaram significância a 1 e 5% de probabilidade, indicando o envolvimento de efeitos gênicos aditivos no controle destas características. Ao analisar a CGC do Grupo 2 (genitores femininos), observa-se que seis das nove características foram não significativas, com exceção apenas das variáveis ALT, %PB e %FDN.

Portanto, a ausência de significância para a capacidade geral de combinação demonstra a reduzida variabilidade genética presente com relação aos genitores, embora para algumas variáveis de grande importância para a cultura, tais como PMS, NPE, %PB e %FDN, os grupos de genitores expressaram diferença significativa. É interessante notar que o grupo 1 revelou significância para caracteres morfoagronômicos, enquanto o grupo 2 foi significativo sobretudo para características bromatológicas. Este resultado indica a possibilidade de reunião dos efeitos gênicos aditivos de ambos os grupos de genitores em suas combinações híbridas.

No que tange à fonte de variação CEC, apenas DCO e %MS foram não significativos, em consonância com os resultados anteriores na análise de variância.

Tabela 16 - Análise de variância para capacidade de combinação, com a decomposição da soma de quadrados de genótipos (tratamentos) envolvendo 16 híbridos resultantes dos cruzamentos dialélicos e oito genitores no primeiro corte. Campos dos Goytacazes. RJ. 2010.

FV	GL	Quadrados Médios ^{1/}									
		ALT	NPE	DCO	LLA	PMS	%MS	%CIN	%PB	%FDN	
Tratamentos	23	354,9842 ^{**}	454,3126 ^{**}	0,0571 ^{ns}	0,6134 ^{**}	5,4821 ^{**}	27,4991 ^{ns}	1,8888 ^{**}	3,8029 ^{**}	15,6496 ^{**}	
Grupos	1	4,5364 ^{ns}	1337,6354 ^{**}	0,0198 ^{ns}	0,0461 ^{ns}	1,6002 ^{ns}	115,4000 [*]	0,3656 ^{ns}	0,3921 ^{ns}	2,8326 ^{ns}	
CGC (Grupo 1)	3	49,9650 ^{ns}	565,1989 ^{**}	0,0022 ^{ns}	0,8866 ^{**}	6,7081 [*]	41,3078 ^{ns}	1,1448 ^{ns}	1,3091 ^{ns}	10,4389 ^{ns}	
CGC (Grupo 2)	3	910,6767 ^{**}	127,5130 ^{ns}	0,0586 ^{ns}	0,0989 ^{ns}	4,2903 ^{ns}	0,2266 ^{ns}	0,7783 ^{ns}	6,1154 ^{**}	41,5823 ^{**}	
CEC	16	329,8858 [*]	439,5887 ^{**}	0,0694 ^{ns}	0,6941 ^{**}	5,7183 ^{**}	24,5297 ^{ns}	2,3317 ^{**}	4,0501 ^{**}	12,5653 [*]	
Resíduo	46	140,9749	80,2124	0,0454	0,1553	2,2611	23,2271	0,8474	0,8662	6,5439	

^{1/} ALT = altura da planta (cm); NPE = número de perfílos por metro linear; DCO = diâmetro médio do colmo (cm); LLA = largura da lâmina foliar (cm); PMS = produção de matéria seca (t.ha⁻¹); %MS = percentagem de matéria seca; %CIN = percentagem de cinzas; %PB = percentagem de proteína bruta; %FDN = percentagem de Fibra em Detergente Neutro.

** = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

* = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

^{ns} = Não significativo.

A significância dos quadrados médios referentes à CEC indica a presença de efeitos gênicos não-aditivos no controle destas características. Deste modo, constatou-se que para a maioria destas características ocorreu efeito gênico não aditivo (ou de dominância), exceto para as variáveis citadas.

4.7.6. Efeitos da Capacidade Geral de Combinação no Segundo Corte

As estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) encontram-se na Tabela 17. Os efeitos da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) fornecem informações a respeito das potencialidades do parental em gerar combinações favoráveis à formação de genes predominantemente aditivos em seus efeitos. 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 et al., 2004).

Com relação ao desempenho dos parentais para cada variável avaliada, observa-se que os genitores Taiwan A-144 (P1), Vruckwona Africana (P2) e Taiwan A-146 (P6) expressaram os melhores resultados para característica ALT, com valores para a estimativa \hat{g}_i de até 8,8021 (P6). O pior desempenho foi obtido pelo genitor 5, com valor de \hat{g}_i de -3,0729.

A respeito da variável NPE, os melhores pais foram Porto Rico 534-B (P4), Mercker Santa Rita (P5), Mercker S.E.A. (P7) e principalmente o genitor P2 (Vruckwona Africana), com o mais elevado valor positivo para \hat{g}_i (6,0210). Ao analisarmos a característica, DCO, a ausência de significância da análise de variância para a fonte de variação CGC é comprovada pelos valores inexpressivos da estimativa \hat{g}_i obtida pelos parentais. Dentre os oito genitores, houve modesta expressão apenas dos genitores Vruckwona Africana (P2), Porto Rico 534-B (P4) e A-146 (P6). Para a variável LLA, as estimativas positivas de \hat{g}_i ocorreram para os

Tabela 17- Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) de oito genótipos de capim-elefante para nove características morfoagronômicas e bromatológicas avaliadas em 16 combinações híbridas resultantes de cruzamentos dialélicos parciais no segundo corte. Campos dos Goytacazes, RJ. 2010.

Genitores	Características ^{1/}										
	ALT	NPE	DCO	LLA	PMS	%MS	%CIN	%PB	%FDN		
Taiwan A-144 (P1)	0,7042	-0,5630	-0,0030	-0,2155	0,3455	-0,2283	-0,0727	-0,2086	0,7822		
Vruckwona Africana (P2)	1,5014	6,0210	0,0049	0,1006	0,4149	-1,7660	-0,1552	0,2205	0,0884		
Pusa Napier n° 2 (P3)	-0,3736	-5,8262	-0,0118	-0,0969	-0,7393	1,0406	-0,0956	-0,1950	-0,0441		
Porto Rico 534-B (P4)	-1,8320	0,3682	0,0099	0,2118	-0,0211	0,9538	0,3234	0,1831	-0,8266		
Mercker Santa Rita (P5)	-3,0729	2,8854	-0,0199	-0,0529	-0,2588	-0,1330	0,0397	-0,3523	-0,2965		
Taiwan A-146 (P6)	8,8021	-2,3507	0,0739	0,0738	0,6148	-0,0086	-0,1338	0,7359	1,9269		
Mercker S.E.A. (P7)	-0,5729	0,7188	-0,0249	-0,0546	-0,0598	0,0547	-0,1445	-0,0796	-0,9994		
Napier n° 2 (P8)	-5,1563	-1,2535	-0,0291	0,0338	-0,2963	0,0869	0,2386	-0,3040	-0,6310		

^{1/} ALT = altura da planta (cm); NPE = número médio de perfilhos por metro linear; DCO = diâmetro médio do colmo (cm); LLA = largura da lâmina foliar; PMS = produção de matéria seca (t.ha⁻¹); %MS = percentagem de matéria seca; %CIN = percentagem de cinzas; %PB = percentagem de proteína bruta; %FDN = percentagem de Fibra em Detergente Neutro.

genitores P2, P4, P6 e P8, com valores respectivos de 0,1006; 0,2118; 0,0738 e 0,0338, embora tenham sido pouco expressivos.

Quanto à característica de maior importância para o capim-elefante, PMS, a qual está relacionada com a capacidade de produção de forragem por área, observa-se elevado desempenho para os genitores 1,2 e 6, com estimativas positivas para \hat{g}_i , a saber: 0,3455; 0,4149 e 0,6148, respectivamente. Estes pais também obtiveram os melhores resultados para altura de plantas, indicando que estas duas variáveis são diretamente relacionadas à capacidade produtiva da cultura, com maior frequência de alelos favoráveis para incrementos na produção de forragem.

A respeito das características bromatológicas, verifica-se que os pais 3,4,7 e 8 são favoráveis para formação de híbridos com elevada proporção de matéria seca, visto as maiores estimativas positivas de \hat{g}_i para a variável %MS. Por outro lado, a característica %CIN determina a proporção da matéria seca que corresponde aos compostos não orgânicos. Interessa ao melhorista de forrageiras, genótipos com elevada percentagem de matéria orgânica, a qual está inversamente proporcional à percentagem de cinzas da forragem. Dos oito genitores utilizados para composição dos híbridos, os pais 1,2,3,6 e 7 foram aqueles com melhores resultados para esta característica, com valores negativos de \hat{g}_i , indicando que estes genitores contribuem para redução de percentagem de cinzas.

Com relação à variável %PB, os melhores genitores obtiveram as estimativas positivas mais elevadas, a saber: 2,4, e 6. Para a característica %FDN, é desejável que os genitores apresentem estimativas negativas de \hat{g}_i , indicando que os mesmos são favoráveis para redução da proporção de fibras da forragem. Por isso, destacaram-se os genitores 3,4,5,7 e 8. Estes resultados indicam que esses genitores poderão ser indicados para programas de melhoramento intrapopulacionais visando a melhoria da qualidade forrageira do capim-elefante, no entanto, se considerar as quatro características bromatológicas conjuntamente, verifica-se que os melhores parentais foram 3,4 e 7, pois tiveram bons resultados em três das quatro variáveis.

4.7.7. Efeitos da Capacidade Específica de Combinação no Segundo Corte

As estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (\hat{s}_{ij}) referente aos 16 híbridos resultantes dos cruzamentos dialélicos parciais entre dez genitores de capim-elefante, encontram-se na Tabela 18.

Altos valores (positivos ou negativos) de \hat{s}_{ij} indicam que o desempenho de um dado cruzamento é relativamente melhor ou pior do que o esperado com base na capacidade geral de combinação. Valores baixos, positivos ou negativos, de \hat{s}_{ij} indicam que os híbridos envolvendo os genitores em questão responderam como seria esperado com base na sua capacidade geral de combinação.

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 (\hat{s}_{ij}) e que pelo menos um dos parentais envolvidos na sua obtenção apresente capacidade geral de combinação satisfatória (Cruz et al., 2004). Porém, a combinação híbrida que reúna os melhores genitores não será necessariamente o melhor híbrido do dialelo (Cruz & Vencovsky, 1989).

Ao analisar as nove características, avaliadas nos 16 híbridos, verifica-se que os resultados obtidos no segundo corte foram semelhantes aos resultados obtidos no primeiro corte de avaliação. Com base nas estimativas de \hat{s}_{ij} para a característica ALT, os melhores cruzamentos foram aqueles que apresentaram valores positivos, destacando-se: 1X6, 1X8, 3X5 e 4X7, com valores respectivos de 8,4738; 9,0987; 16,4267 e 13,7183. É importante lembrar que altura da planta é uma variável relacionada à produção de matéria seca de forragem, sendo por isso, de elevada importância para a cultura. O cruzamento 1X6 possui ambos genitores com valores satisfatórios para a estimativa \hat{g}_i , confirmando que o cruzamento em questão se comporta como seria esperado com base na capacidade geral de combinação de seus genitores.

Tabela 18 - Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (\hat{s}_{ij}), para nove características morfoagronômicas e bromatológicas avaliadas em 16 combinações híbridas resultantes dos cruzamentos dialélicos entre oito genótipos de capim-elefante no segundo corte. Campos dos Goytacazes, RJ. 2010.

Efeitos (\hat{s}_{ij})	Características Avaliadas ^{1/}										
	ALT	NPE	DCO	LLA	PMS	%MS	%CIN	%PB	%FDN		
H1 (1x5)	-16,3179	-14,9860	-0,2055	-0,1390	-0,4744	1,2344	-0,7319	-1,6752	-0,0872		
H2 (1x6)	8,4738	29,5827	0,0975	0,4444	1,8133	1,7025	-0,8505	1,7502	2,6727		
H3 (1x7)	6,1821	2,5132	-0,0938	0,5627	-0,1530	1,3027	0,4432	0,6735	-1,4376		
H4 (1x8)	9,0987	-0,6257	0,0771	0,4177	-0,0512	0,7184	0,5096	-0,0910	0,9473		
H5 (2x5)	6,2183	-14,4590	-0,0400	-0,5884	-0,3026	2,4292	0,1395	0,2055	-0,3001		
H6 (2x6)	2,6767	13,9988	-0,0437	0,1283	2,6930	5,1576	-0,1299	2,2426	2,9232		
H7 (2x7)	-6,2817	2,5960	0,0216	0,0199	0,0616	3,0169	0,4347	-1,1139	-0,3372		
H8 (2x8)	4,9683	-4,0984	-0,0175	0,6450	0,4052	3,0277	1,0200	0,0822	-0,9422		
H9 (3x5)	16,4267	11,1654	0,0332	-0,2343	2,2158	0,0773	-0,8124	-0,8059	3,1724		
H10 (3x6)	-7,1150	-5,5984	-0,0171	0,3658	-0,6998	-1,7158	-0,1746	-0,4610	-2,8376		
H11 (3x7)	-12,7400	-6,8902	-0,2784	-0,6159	-0,4481	-0,2909	-0,5840	-1,1528	-0,1047		
H12 (3x8)	-6,4900	2,6377	-0,0242	0,1791	-0,1343	-0,2434	-0,0110	0,8434	-0,3097		
H13 (4x5)	4,5516	-5,4734	-0,0417	0,2770	-1,1908	0,0460	2,2297	0,6347	1,6449		
H14 (4x6)	-2,3234	-10,6810	-0,1821	-0,2629	-1,1956	-0,1330	0,1696	-1,3336	-0,2485		
H15 (4x7)	13,7183	5,3598	-0,0967	-0,0579	0,9943	-0,0444	-0,9370	0,2122	1,9978		
H16 (4x8)	-18,3651	3,5544	-0,1458	-0,7529	-1,6667	-0,3163	-0,6327	-0,1127	2,2828		

^{1/} ALT = altura da planta (cm); NPE = número de perfilhos; DCO = diâmetro médio do colmo (cm); LLA = largura da lâmina foliar; PMS = produção de matéria seca da planta integral (t.ha⁻¹); %MS = percentagem de matéria seca; %CIN = percentagem de cinzas; %PB = percentagem de proteína bruta; %FDN = percentagem de Fibra em Detergente Neutro.

Com relação à variável NPE, observa-se que apenas alguns híbridos (1x5, 1x8, 2x5, 2x8, 3x6, 3x7, 4x5, 4x6) não apresentaram valores positivos para \hat{s}_{ij} , com destaque para os mesmos cruzamentos promissores para a característica ALT. Para a característica DCO, foram obtidos valores pouco expressivos para a estimativa \hat{s}_{ij} , confirmando a ausência de diferença significativa entre as combinações híbridas. Vale ressaltar que esta característica não revelou significância na análise de variância para capacidade combinatória (Tabela 16), com relação ao efeito da CEC.

Para a característica LLA, são indicados os híbridos 1X6, 1X7, 1X8 e 2X8, por revelarem os melhores valores positivos para a estimativa de CEC (\hat{s}_{ij}). Este resultado está em consonância com os valores de CGC apresentados na Tabela 17, em que os parentais 2,4,6 e 8 se destacaram com as melhores estimativas de \hat{g}_i .

Com base nas estimativas de \hat{s}_{ij} obtidas pelas 16 combinações híbridas para a característica PMS, observa-se que os híbridos com melhor desempenho (1X6, 2X6 e 3X5) foram semelhantes aos indicados na análise da capacidade específica de combinação do primeiro corte de avaliação, demonstrando a elevada aptidão destes cruzamentos para capacidade de produção de forragem.

Quanto à característica %MS, apenas alguns híbridos apresentaram valores insatisfatórios para a estimativa \hat{s}_{ij} , sendo que as principais combinações híbridas já destacadas, obtiveram bom desempenho, com destaque para todos os cruzamentos envolvendo o genitor Vruckwona Africana (P2), embora este parental não tenha apresentado valores satisfatórios para a CGC (-1,7660) (Tabela 17).

Elevados valores negativos para a estimativa \hat{s}_{ij} , são almejados para a variável %CIN, denotando que as combinações híbridas têm potencial de redução da proporção de cinzas na forragem. Com isso, os melhores híbridos foram 1X6, 3X5 e 4X7 (-0,8505; -0,8124 e -0,9370, respectivamente).

Com relação às características %PB e %FDN, as combinações híbridas que reuniram os melhores resultados simultaneamente para ambas as variáveis foram 1X7, 2X5, 2X8 e 3X8, com valores respectivos de: 0,6735 e -1,4376; 0,2055 e -0,3001; 0,0822 e -0,9422; 0,8434 e -0,3097.

Portanto, ao considerar todas as características avaliadas em conjunto, é notável que o híbrido 1X6 tenha se destacado entre os demais com o melhor desempenho para todas as características, além de reunir genitores com resultados satisfatórios para a estimativa de CGC. Exceção a parte, para a característica %PB esta combinação híbrida obteve valor negativo, embora tenha apresentado média satisfatória de 6,4987 (Tabela 9). É importante ressaltar que a significância dos quadrados médios para CEC é indicativa da manifestação de genes de efeitos não-aditivos para o caráter, permitindo ganhos genéticos com a exploração da heterose (Bastos et al., 2003).

4.7.8. Heterose Média no Segundo Corte

São apresentadas na Tabela 19 as estimativas de heterose média para nove características morfoagronômicas e bromatológicas avaliadas em 16 combinações híbridas resultantes dos cruzamentos dialélicos entre oito genótipos de capim-elefante.

De modo geral, para utilizar a heterose nos híbridos de capim-elefante produzidos comercialmente, é essencial que os híbridos F1 mostrem superioridade em relação aos seus pais, ou seja, heterose média (Virmani, 1996).

Com relação à variável ALT, as combinações híbridas que obtiveram melhor estimativa de heterose média foram 3X5 (16,6667) e 4X7 (13,3333). Dados de heterose média no primeiro corte de avaliação também indicaram o híbrido 3X5 como um dos melhores genótipos para esta variável. Quanto à característica NPE, os híbridos em destaque foram 1X6 e 2X6, com valores respectivos de 40,5290 e 20,3333.

A maioria dos híbridos avaliados alcançou heterose negativa para a variável DCO, exceto as combinações 1X6, e 2X8, indicando que estes possuem potencial superior aos pais no que se refere ao diâmetro do colmo. Para a característica LLA, apenas algumas combinações híbridas revelaram valores de heterose média negativos, a saber: 2x5, 3x5, 3x7, 4x5, 4x6, 4x7 e 4x8.

Ao analisar o desempenho dos híbridos com relação à produção de

Tabela 19 – Estimativa da heterose média para nove características morfoagronômicas e bromatológicas avaliadas nos 16 híbridos obtidos por cruzamento dialélico parcial entre oito genitores de capim-elefante no segundo corte. Campos dos Goytacazes, RJ. 2010.

Efeitos (\hat{s}_{ij})	Características ^{1/}												
	ALT	NPE	DCO	LLA	PMS	%MS	%CIN	%PB	%FDN				
H1 (1x5)	-11,7391	-16,8043	-0,3000	0,0113	-0,1288	3,4208	-0,6832	-1,9210	1,5441				
H2 (1x6)	10,7609	40,5290	0,0301	0,9347	2,7497	4,1949	-1,2540	2,4641	3,8240				
H3 (1x7)	8,2609	7,5290	-0,2367	0,8613	0,2444	3,5384	0,1248	0,4926	-0,8842				
H4 (1x8)	8,2609	3,8623	0,0184	0,8613	-0,1294	2,7547	0,5735	0,2539	1,9657				
H5 (2x5)	10,8333	-20,8890	-0,1233	-0,7083	0,4736	6,7839	0,7117	0,1494	1,1433				
H6 (2x6)	5,0000	20,3333	-0,1000	0,3484	4,0600	9,8184	-0,0104	3,1462	3,8866				
H7 (2x7)	-4,1667	3,0000	-0,1100	0,0483	0,8896	7,4209	0,6398	-1,1050	0,0283				
H8 (2x8)	4,1667	-4,2222	-0,0650	0,8184	0,7576	7,2323	1,6074	0,6168	-0,1117				
H9 (3x5)	16,6667	5,5556	-0,1017	-0,4817	2,5112	0,4809	-1,0010	-1,6100	4,2599				
H10 (3x6)	-9,1667	1,5557	-0,1250	0,4583	0,1864	-1,0061	-0,8165	-0,3055	-2,2300				
H11 (3x7)	-15,0000	-5,6666	-0,4616	-0,7150	-0,1009	0,1620	-1,1400	-1,8920	-0,0951				
H12 (3x8)	-11,6666	3,3334	-0,1233	0,2249	-0,2626	0,0101	-0,1851	0,6299	0,1650				
H13 (4x5)	6,6666	-13,2222	-0,2217	-0,0934	-1,8935	0,8811	2,6432	0,0745	4,1717				
H14 (4x6)	-2,5000	-5,6667	-0,3350	-0,2933	-1,3075	1,0080	0,1304	-0,9341	1,7983				
H15 (4x7)	13,3333	4,4444	-0,3250	-0,2799	0,3434	0,8398	-0,8906	-0,2830	3,4467				
H16 (4x8)	-21,6667	2,1112	-0,2900	-0,8300	-2,7932	0,3685	-0,2040	-0,0820	4,1967				

^{1/} ALT = altura da planta (cm); NPE = número de perfilhos; DCO = diâmetro médio do colmo (cm); LLA = largura da lâmina foliar; PMS = produção de matéria seca (t.ha⁻¹); %MS = percentagem de matéria seca; %CIN = percentagem de cinzas; %PB = percentagem de proteína bruta; %FDN = percentagem de Fibra em Detergente Neutro.

matéria seca, é notável o desempenho expressivo dos cruzamentos 2X6, 1X6 e 3X5, com valores de heterose média elevados (4,0600; 2,7497 e 2,5112). Com base nos resultados para capacidade específica de combinação no segundo corte, verifica-se concordância dos resultados ao apontar as mesmas combinações híbridas (Tabela 18). Atribuindo-se maior importância à produção de matéria seca, aliado à característica número de perfilhos e altura de plantas, indicam-se os híbridos 2X6, 1X6 e 3X5 com os melhores resultados de heterose média.

Com relação à variável %MS, todas as combinações híbridas que envolvem o genitor 2 obtiveram elevado desempenho, revelando que tal genitor possui elevado potencial para aumentar a porcentagem de matéria seca em suas combinações híbridas. Este resultado é corroborado com a estimativa da capacidade geral de combinação do genitor 2, a qual foi negativa e elevada, conduzindo os híbridos a obterem facilmente heterose média elevada, visto que a heterose média é calculada com base na diferença entre a média do F1 e a média dos pais, dividido pela média dos pais e multiplicado por 100.

De acordo com Pereira et al. (2000), o teor de proteína bruta diminui com o aumento da idade da planta, sendo acompanhado pelo aumento dos teores de FDN. Para a variável %PB, os híbridos 2X6 e 1X6 obtiveram os melhores valores de heterose média (3,1462 e 2,4641, respectivamente), indicando que os melhores híbridos para a variável PMS também apresentam valores satisfatórios para caracteres relacionados à qualidade da forragem.

Em relação à %FDN, as combinações que obtiveram os maiores valores de heterose média foram 3X5, 4X8 e 4X5. No entanto, é válido ressaltar que é desejável que os híbridos tenham valores intermediários para tal característica. De uma forma geral, é sabido que a concentração de FDN aumenta com a idade da planta, embora haja tendência de queda, observada aos 75 e 90 dias, em razão da presença de folhas novas na planta (Pereira et al., 2000).

4.7.9. Análise Dialélica Conjunta para Capacidade de Combinação

As estimativas dos quadrados médios para as fontes de variação Cruzamento, CGC do Grupo 1, CGC do Grupo 2, CEC, Ambiente, bem como a interação destes com Ambiente, para nove características avaliadas em 16 híbridos dialélicos parciais, estão dispostas na Tabela 20.

Com relação à fonte de variação Cruzamento, houve significância a 1% de probabilidade, pelo teste F, apenas para as características NPE, LLA e %MS, enquanto a variável %PB foi significativa a 5% de probabilidade. Com isso, os híbridos obtidos expressaram significância apenas para algumas características, indicando a presença de variabilidade genética entre as combinações híbridas.

Não houve significância para nenhuma variável com relação à fonte de variação CGC do grupo 1 (genitores masculinos), demonstrando que, ao considerar ambos os ambientes (cortes), os genitores do grupo 1 não apresentaram efeito gênico aditivo na expressão dos caracteres.

Quanto à CGC do grupo 2 (genitores femininos), apenas as variáveis ALT, LLA e %PB foram significativas, denotando que, se considerar ambos os cortes, não é possível verificar qual efeito gênico é predominante na expressão das características.

Para a fonte de variação CEC, também não houve significância de várias características (NPE, PMS, %MS, %CIN, %PB e %FDN). Estes resultados comprovam que a análise conjunta dos cortes referentes ao período da seca e ao período das águas não é equitativa, não possibilitando a correta distinção dos efeitos gênicos que controlam as características avaliadas. Portanto, espera-se que a fonte de variação Ambiente seja significativa, o que de fato ocorreu para as variáveis ALT, DCO, LLA, PMS, %MS, %CIN e %PB, todas com significância a 1% de probabilidade.

No que se refere à interação cruzamento e ambiente, houve diferença significativa para PMS, %CIN, %PB e %FDN, indicando que os híbridos tiveram desempenhos distintos nos dois cortes, para estas variáveis. Dentre as nove características avaliadas, NPE e %PB foram significativas para a interação CGC do grupo 1 e ambiente, enquanto que a interação da CGC do grupo 2 com ambiente revelou significância apenas para a característica PMS.

Tabela 20 - Análise dialélica conjunta, com decomposição da soma de quadrados de cruzamentos e Ambiente, envolvendo 16 híbridos resultantes de cruzamentos dialélicos parciais. Campos dos Goytacazes. RJ. 2010.

Quadrados Médios ^{1/}										
FV	GL	ALT	NPE	DCO	LLA	PMS	%MS	%CIN	%PB	%FDN
Cruzamento	15	1325,8160 ^{**}	314,7880 [*]	0,0925 ^{ns}	0,8093 [*]	11,0190 ^{ns}	5,0980 ^{**}	5,9272 ^{ns}	12,8405 [*]	41,7275 ^{ns}
CGC I	3	460,6776 ^{ns}	368,3550 ^{ns}	0,0979 ^{ns}	0,0993 ^{ns}	19,0790 ^{ns}	12,3695 ^{ns}	9,7707 ^{ns}	12,5291 ^{ns}	15,5711 ^{ns}
CGC II	3	1934,2880 [*]	147,6660 ^{ns}	0,0782 ^{ns}	0,9257 [*]	7,2519 ^{ns}	4,1675 ^{ns}	13,4457 ^{ns}	17,6796 ^{**}	32,6240 ^{ns}
CEC	9	1411,3720 [*]	352,6400 ^{ns}	0,0955 [*]	1,0072 [*]	9,5880 ^{ns}	2,9844 ^{ns}	2,1398 ^{ns}	11,3312 ^{ns}	53,4808 ^{ns}
Ambiente	1	89731,5000 ^{**}	1,2559 ^{ns}	2,3655 ^{**}	2,3499 ^{**}	183,7900 ^{**}	90,1047 ^{**}	456,4300 ^{**}	352,1220 ^{**}	32,6902 ^{ns}
Cruz x Amb	15	260,3987 ^{ns}	150,0260 ^{ns}	0,0520 ^{ns}	0,2236 ^{ns}	6,0968 ^{**}	4,3242 ^{ns}	2,6342 [*]	4,0560 ^{**}	29,9006 ^{**}
CGC I x Amb	3	186,3712 ^{ns}	66,0035 [*]	0,1094 ^{ns}	0,1757 ^{ns}	2,2525 ^{ns}	2,2655 ^{ns}	1,9320 ^{ns}	8,6548 ^{**}	4,6457 ^{ns}
CGC II x Amb	3	250,2596 ^{ns}	73,3718 ^{ns}	0,0703 ^{ns}	0,0369 ^{ns}	13,3370 ^{**}	6,1392 ^{ns}	2,8938 ^{ns}	0,3737 ^{ns}	24,3786 ^{ns}
CEC x Amb	9	288,4543 ^{ns}	203,5850 ^{**}	0,0267 ^{ns}	0,3017 ^{ns}	4,9648 [*]	4,4054 ^{ns}	2,7817 [*]	3,7504 [*]	40,1596 ^{**}
Resíduo comb.	92	219,2522	68,1131	0,1069	0,1682	1,9282	12,7487	1,1989	1,4412	13,0628

^{1/} ALT = altura da planta (cm); NPE = número de perfilhos por metro linear; DCO = diâmetro médio do colmo (cm); LLA = largura da lâmina foliar (cm); PMS = produção de matéria seca (t.ha⁻¹); %MS = percentagem de matéria seca; %CIN = percentagem de cinzas; %PB = percentagem de proteína bruta; %FDN = percentagem de Fibra em Detergente Neutro.

** = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

* = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

ns = Não significativo.

Para a fonte de variação CEC x Ambiente, houve diferença significativa para as variáveis NPE, PMS, %CIN, %PB e %FDN, revelando que há variabilidade no desempenho dos híbridos nos dois cortes de avaliação.

De modo geral, conclui-se que em razão da ausência de significância para a maioria das características, não houve variabilidade resultante dos efeitos genéticos aditivos e não-aditivos, se considera ambos os cortes em uma análise conjunta. É esperado que, em virtude da diferença de desempenho dos híbridos nos diferentes cortes, a análise conjunta não tenha explicitado a origem dos efeitos gênicos que controlam os caracteres.

4.7.10. Efeito Médio da Capacidade Geral de Combinação

Encontram-se na Tabela 21, os efeitos médios da capacidade geral de combinação de oito genitores, para dois ambientes (cortes), com relação a nove características avaliadas em esquema de dialelo parcial.

As estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) fornecem informações a respeito da habilidade de um dado genótipo utilizado como genitor em produzir progênies com um dado comportamento, quando cruzado com uma série de outros genitores, em outras palavras, a capacidade combinatória de um genitor é dada pela potencialidade do parental em gerar combinações favoráveis à formação de genes predominantemente aditivos em seus efeitos (Borém, 2009).

Elevadas estimativas de CGC, positivas ou negativas, indicam que o genitor será considerado muito superior ou inferior aos demais parentais incluídos no dialelo, e, se próximas de zero, seu comportamento não difere da média geral dos cruzamentos (Cruz et al., 2004). Assim, aqueles parentais com as maiores estimativas positivas ou negativas de \hat{g}_i seriam potencialmente favoráveis quanto às suas contribuições em programa de melhoramento intrapopulacional (Oliveira Júnior et al., 1999).

Quanto à característica altura média das plantas (ALT), que geralmente se encontra associada à capacidade de produção de matéria seca da forragem do

Tabela 21 - Estimativas dos efeitos médios da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) de oito genótipos de capim-elefante para nove características morfoagronômicas e bromatológicas avaliadas em 16 combinações híbridas resultantes de cruzamentos dialélicos parciais. Campos dos Goytacazes, RJ. 2010.

Genitores	Características ^{1/}										
	ALT	NPE	DCO	LLA	PMS	%MS	%CIN	%PB	%FDN		
Taiwan A-144 (P1)	6,0940	3,1080	0,0240	0,0330	0,1140	-0,2030	-0,6370	0,4030	0,6190		
Vruckwona Africana	0,2600	3,6490	-0,0160	0,0720	1,2180	1,0640	0,2370	0,7640	0,3160		
Pusa Napier n° 2 (P3)	-2,8650	-3,7260	0,0710	-0,0710	-0,7020	-0,4630	-0,3830	-0,3210	-1,1840		
Porto Rico 534-B (P4)	-3,4900	-3,0310	-0,0800	-0,0340	-0,6290	-0,3980	0,7830	-0,8470	0,2490		
Mercker Santa Rita	3,5940	-3,3090	0,0420	-0,2060	-0,4290	0,2720	0,4390	-0,8520	-1,0120		
Taiwan A-146 (P6)	10,0520	2,5660	0,0560	0,2340	0,6150	0,1520	-0,5570	1,1880	1,6650		
Mercker S.E.A. (P7)	-2,6560	-0,1970	-0,0540	-0,1090	-0,4970	-0,6210	-0,7060	-0,2600	-0,5130		
Napier n° 2 (P8)	-10,9900	0,9400	-0,0440	0,0810	0,3110	0,1970	0,8240	-0,0760	-0,1400		

^{1/} ALT = altura da planta (cm); NPE = número médio de perfilhos por metro linear; DCO = diâmetro médio do colmo (cm); LLA = largura da lâmina foliar; PMS = produção de matéria seca (t.ha⁻¹); %MS = percentagem de matéria seca; %CIN = percentagem de cinzas; %PB = percentagem de proteína bruta; %FDN = percentagem de Fibra em Detergente Neutro.

capim-elefante (Daher et al, 2003), verifica-se que os genitores Taiwan A-144 (P1), Vruckwona Africana (P2), P5 e P6 foram superiores aos demais pais, em razão dos valores positivos para a estimativa da capacidade geral de combinação. Estes resultados são coerentes com os resultados obtidos pela análise para cada corte.

No que se refere à característica NPE, os melhores pais foram Taiwan A-144 (P1), Vruckwona Africana (P2), Taiwan A-146 (P6) e Napier N°2 (P8), visto que interessa ao melhorista os genitores que contribuem positivamente para elevar a capacidade de perfilhamento do capim-elefante. Para a variável DCO, os genitores mais promissores foram Taiwan A-144 (P1), P3, P5 e Taiwan A-146 (P6), com estimativas positivas de \hat{g}_i , denotando potencialidade destes pais em incrementar o diâmetro do colmo.

Com relação à característica LLA, a qual está diretamente relacionada à área foliar e, por isso, à produção de matéria seca, os genitores que obtiveram as melhores estimativas de \hat{g}_i foram Taiwan A-144 (P1), Vruckwona Africana (P2), Taiwan A-146 (P6) e Napier N°2 (P8), assim como para a característica NPE, que também relaciona-se com produção da matéria seca.

Por conseguinte, observa-se o mesmo resultado para a variável PMS, em que foram identificados os mesmos genitores (Taiwan A-144 (P1), Vruckwona Africana (P2), Taiwan A-146 (P6) e Napier N°2 (P8), com destaque para os genitores P2 e P6, como os mais promissores por prover estimativas positivas para \hat{g}_i . Portanto, é possível antever ganhos genéticos pela obtenção de híbridos oriundos do cruzamento entre estes genitores, visto que o efeito de CGC é um indicador da superioridade do parental e de sua divergência relativa entre os demais parentais. Silva et al. (2001) constataram elevada capacidade carboxilativa do genitor 6, denotando o potencial deste genitor na conversão da energia luminosa em energia química, para produção de forragem.

Segundo Viana (2000), se os parentais forem populações de polinização aberta, linhas endogâmicas ou linhas puras, quanto melhor for o valor do efeito de CGC de determinado parental, maiores serão as frequências dos genes que aumentam a expressão do caráter e maiores serão as diferenças entre as

freqüências gênicas desse parental e as freqüências médias de todos os parentais do dialelo.

No que se refere às características bromatológicas, espera-se que haja estimativas positivas elevadas para as variáveis %MS e %PB, denotando a capacidade do parental em elevar a proporção de matéria seca e proteína bruta.

Quanto às características %CIN e %FDN, é desejável que os genitores revelem estimativas negativas para \hat{g}_i , indicando o potencial dos pais em reduzir o teor de cinzas e fibras da forragem.

Desse modo, os melhores genitores para a variável %CIN foram P3, P4, P5 e P7, e para a característica %FDN, destacaram-se os pais Taiwan A-144 (P1), Vruckwona Africana (P2), Porto Rico 534-B (P4) e Taiwan A-146 (P6). Estes resultados estão de acordo com os valores obtidos pelas análises da CGC para cada corte. Quanto à variável %MS, houve expressão favorável dos pais Vruckwona Africana (P2), Mercker Santa Rita (P5), Taiwan A-146 (P6) e Napier N°2 (P8), enquanto a característica %PB indicou os genitores Taiwan A-144 (P1), Vruckwona Africana (P2) e Taiwan A-146 (P6) como os mais promissores.

Portanto, com base nos resultados gerais para a capacidade geral de combinação dos oito genitores envolvidos no dialelo parcial, pode-se concluir que os melhores parentais foram aqueles que obtiveram estimativas favoráveis para as nove características avaliadas, sejam positivas ou negativas, com destaque para os genitores Vruckwona Africana (P2), Taiwan A-146 (P6) e Taiwan A-144 (P1) visto que estes revelaram os melhores resultados para maior número de características (ALT, NPE, LLA, PMS, %CIN e %PB). Estes resultados antevêm a possibilidade de obtenção de combinações híbridas promissoras, visto que, de acordo com Cruz e Vencovsky (1989), o híbrido mais favorável é aquele com maior estimativa de CEC, no qual um dos genitores apresenta a elevada CGC.

4.7.11. Efeito Médio da Capacidade Específica de Combinação

As estimativas dos efeitos médios da capacidade específica de combinação para nove características morfoagronômicas e bromatológicas, envolvendo 16 combinações híbridas, obtidas pelo cruzamento entre oito genitores em esquema de dialelo parcial, estão dispostas na Tabela 22.

Cruz e Vencovsky (1989) descreveram que o híbrido mais favorável é aquele com maior estimativa de CEC, no qual um dos genitores apresenta a elevada CGC. Ramalho et al. (1993) comentaram que os híbridos que apresentam um dos genitores com estimativa positiva para a CGC são potencialmente superiores.

Altos valores (positivos ou negativos) de \hat{s}_{ij} indicam que o desempenho de um dado cruzamento é relativamente melhor ou pior do que o esperado com base na capacidade geral de combinação. Valores baixos, positivos ou negativos, de \hat{s}_{ij} indicam que os híbridos envolvendo os genitores em questão se comportam como seria esperado com base na sua capacidade geral de combinação.

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 (\hat{s}_{ij}) e que seja resultante de um cruzamento em que pelo menos um dos parentais apresente elevada capacidade geral de combinação (Cruz et al., 2004). Porém, a combinação híbrida que reúne os melhores genitores não será necessariamente o melhor híbrido do dialelo (Cruz e Vencovsky, 1989).

A significância dos quadrados médios para CEC é indicativa da manifestação de genes de efeitos não-aditivos para o caráter, ao passo que as magnitudes de variâncias (ou componentes quadráticos) associadas aos efeitos da capacidade específica de combinação revelam a predominância ou não deste tipo de ação gênica (Cruz et al., 2004). A ausência de significância, no entanto, sinaliza que os parentais não apresentam entre si um apreciável grau de complementação gênica

Tabela 22 - Estimativas dos efeitos médios da capacidade específica de combinação (\hat{s}_{ij}), para nove características morfoagronômicas e bromatológicas avaliadas em 16 combinações híbridas resultantes dos cruzamentos dialélicos entre oito genótipos de capim-elefante. Campos dos Goytacazes, RJ. 2010.

Efeitos (\hat{s}_{ij})	Características Avaliadas ^{1/}										
	ALT	NPE	DCO	LLA	PMS	%MS	%CIN	%PB	%FDN		
F1 (1x5)	-20,4690	-7,8860	-0,1420	-0,4560	-0,2950	-0,9050	-0,7040	-1,5190	-3,1700		
F2 (1x6)	18,9060	11,7950	0,0910	0,0110	1,3260	0,7200	-0,1540	0,5450	2,3670		
F3 (1x7)	-4,2190	-1,3290	0,0650	0,3460	-0,0450	0,3160	0,3890	0,8820	1,9540		
F4 (1x8)	5,7810	-2,5800	-0,0140	0,0990	-0,9870	-0,1310	0,4680	0,0930	-1,1510		
F5 (2x5)	3,6980	-4,0940	-0,0560	-0,1810	-0,9100	0,5630	0,3520	-0,2130	-0,1620		
F6 (2x6)	-5,2600	3,4200	-0,0860	-0,1980	0,5000	0,0430	-0,3390	1,7090	1,7210		
F7 (2x7)	-10,8850	-0,4280	0,1590	0,2360	-1,2230	-0,3320	-0,3570	-0,1480	1,6940		
F8 (2x8)	12,4480	1,1010	-0,0180	0,1420	1,6340	-0,2740	0,3440	-1,3470	-3,2520		
F9 (3x5)	15,9900	11,2820	0,0810	-0,0210	1,6160	0,2770	-0,3050	0,2280	2,6680		
F10 (3x6)	-9,6350	-6,8170	0,0610	0,2800	-1,0220	-1,2420	0,3640	-1,4110	-3,2290		
F11 (3x7)	-3,5940	-3,2740	-0,2020	-0,4810	0,1260	0,3220	-0,2530	-0,5920	-3,1360		
F12 (3x8)	-2,7600	-1,1910	0,0610	0,2210	-0,7200	0,6430	0,1940	1,7740	3,6980		
F13 (4x5)	0,7810	0,6980	0,1170	0,6580	-0,4110	0,0650	0,6570	1,5040	0,6640		
F14 (4x6)	-4,0100	-8,3990	-0,0670	-0,0940	-0,8040	0,4790	0,1280	-0,8420	-0,8590		
F15 (4x7)	18,6980	5,0310	-0,0220	-0,1010	1,1420	-0,3060	0,2210	-0,1420	-0,5110		
F16 (4x8)	-15,4690	2,6700	-0,0290	-0,4630	0,0730	-0,2380	-1,0060	-0,5200	0,7060		

^{1/} ALT = altura da planta (cm); NPE = número médio de perfilhos; DCO = diâmetro médio do colmo (cm); LLA = largura da lâmina foliar; PMS = produção de matéria seca (t.ha⁻¹); %MS = percentagem de matéria seca; %CIN = percentagem de cinzas; %PB = percentagem de proteína bruta; %FDN = percentagem de Fibra em Detergente Neutro.

em relação às frequências dos alelos nos locos que apresentam dominância (Vencovsky & Barriga, 1992).

Ao analisar as variáveis individualmente, verifica-se que, para a característica ALT, as melhores combinações híbridas foram 1X6, 3X5 e 4X7, com as maiores estimativas positivas para \hat{s}_{ij} (18,9060; 15,9900 e 18,6980, respectivamente).

A respeito da característica NPE, foram indicados os mesmos híbridos (1X6, 3X5 e 4X7), com os maiores valores para CEC. Conforme Nabinger (1997) e Lemaire (1997), o potencial de perfilhamento de um genótipo relaciona-se com sua velocidade de emissão de fitômeros e folhas, pois cada folha formada corresponde a uma ou mais gemas axilares no perfilho.

Apesar dos valores reduzidos para a estimativa \hat{s}_{ij} , os cruzamentos com os melhores resultados para a característica DCO foram 2X7 e 4X5, enquanto que, para a variável LLA, os híbridos mais expressivos foram 1X7, 2X7, 3X6, 3X8 e 4X5. Se relacionar esses valores médios com os resultados das análises individuais, observa-se que há concordância no apontamento dos melhores híbridos.

A respeito da variável PMS, de maior importância para espécies forrageiras, foram obtidos valores satisfatórios pelos híbridos já apontados pelas análises de CEC individuais, a saber: 1X6, 2X8 e 3X5, com valores de 1,3260; 1,6340 e 1,6160, respectivamente. Esses resultados indicam que há concordância entre os valores obtidos pelas variáveis ALT, NPE e PMS, as quais estão relacionadas diretamente à produção de forragem. Além disso, verifica-se que essas combinações advêm de pelo menos um genitor com elevada estimativa de \hat{g}_i , exceto o híbrido 3X5, em que apenas o pai 5 obteve estimativa positiva (0,0344) no primeiro corte (Tabela 12).

Quanto às características bromatológicas, que descrevem a qualidade nutricional da forragem, foram obtidos valores positivos para a estimativa \hat{s}_{ij} pelos híbridos 1X6 (1,7200) e 3X8 (0,6430), pela variável %MS. Com relação à %CIN, observa-se que os híbridos mais promissores foram aqueles com as maiores estimativas negativas para CEC, a saber: 1X5 e 4X8, com valores respectivos de 0,7040 e -1,0060.

Por fim, ao analisar a variável %PB, são apontados os híbridos com valores positivos elevados para \hat{s}_{ij} (3X8 e 4X5), e os híbridos 1X5, 2X8, 3X6 e 3X7 para %FDN, por revelarem as maiores estimativas negativas.

Na concepção de Cruz et al. (2004), as estimativas dos valores de \hat{s}_{ij} *per se* não são suficientes para inferir sobre as melhores combinações. É necessário, para tanto, averiguar as estimativas dos valores de \hat{g}_i dos genitores, que devem ser favoráveis para pelo menos um dos genitores. Por isso, as combinações híbridas de melhor desempenho, de acordo com a análise de Griffing adaptada a dialelos parciais, foram 1X6 e 3X5.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho objetivou a obtenção e avaliação de híbridos dialélicos entre acessos de capim-elefante, em esquema de dialelo parcial, o qual envolve o cruzamento entre dois grupos de genitores, para estimação da capacidade geral de combinação dos genitores e capacidade específica de combinação dos híbridos de capim-elefante, com base nas características morfoagronômicas e bromatológicas, por meio da metodologia de Griffing (1956). Para tanto, foram estimados os efeitos de genótipo (genitores e híbridos), ambientes (cortes) e principalmente, da interação genótipos e ambientes na expressão de nove caracteres morfoagronômicos e bromatológicos, sob dois cortes de avaliação.

Para a obtenção das 16 combinações híbridas, foram utilizados oito genitores de capim-elefante (Taiwan A-144, Vruckwona Africana, Pusa Napier N°2, Porto Rico 534-B, Mercker Santa Rita, Taiwan A-146, Mercker S.E.A.. Napier N°2). O experimento de avaliação dos pais e híbridos foi implantado na Estação Experimental da PESAGRO-RIO, em Campos dos Goytacazes, região Norte Fluminense do estado do Rio de Janeiro. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, com três repetições. Avaliou-se 24 tratamentos (16 combinações híbridas, oito genitores), em parcelas subdivididas no tempo.

A análise dialélica foi realizada de acordo com Modelo de Griffing (1956),

adaptado a dialelos parciais, considerando o efeito de genótipo (genitores e híbridos) fixo. Com base nos resultados deste trabalho, concluiu-se que:

1. Houve diferença significativa entre os genótipos, para a maioria das características avaliadas, indicando a presença de variabilidade genética entre os híbridos e genitores avaliados;
2. Para a maioria dos genótipos, houve melhor desempenho no segundo corte para as características ALT e PMS. No entanto, para as variáveis %PB e %CIN, as melhores médias foram apresentadas pelo corte da seca (primeiro corte);
3. Constatou-se que para as características NPE, LLA e PMS predomina efeito gênico aditivo. Para as características %CIN, %PB e %FDN, houve a superioridade dos efeitos de CEC, comprovando a natureza tipicamente dominante para características bromatológicas;
4. A fonte de variação Genótipo (híbridos e pais), foi significativa para a maioria das características, exceto DCO, indicando a presença de diferença significativa entre os dois cortes de avaliação;
5. A fonte de variação Corte, também foi significativa para a maioria das características, com exceção de NPE;
6. A interação Genótipo X Corte não revelou significância apenas para a característica DCO;
7. Os genitores Vruckwona, Taiwan A-146 e Taiwan A-144 apresentaram a melhor contribuição genética para aumento da PMS, ALT, NPE, LLA e %PB e diminuição de %CIN;
8. As combinações híbridas 1X6, 2X6, 2X7, 2X8 e 3X5 são promissoras para recuperar genótipos superiores nas gerações segregantes.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, J.G. de; Cortes, N. de A. Competição de cultivares e capim-elefante no médio-norte de Mato Grosso. In: Reunião Especial da Sociedade Brasileira para progresso das Ciência, 2., 1995, Cuiabá. Anais...Cuiabá, SBPC, 1995. 26 p.
- Alcantara, P.B., Bufarah, G. (1983) Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas. São Paulo, Editora Nobel, 2^a ed., 150p.
- Allard, R.W. (1971) Princípios do melhoramento genético das plantas. São Paulo: Edgard Blüchner. 381 p.
- Almeida, E. X.; Maraschin, G. E.; Harthmann, O. E. L.; Ribeiro Filho, H. M. N.; Setelich, E. A. (2000) Oferta de forragem de capim-elefante anão "Mott" e a dinâmica da pastagem. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v. 29, n. 5, p. 1281-1287.
- Andrade, I.F., Gomide, J.A. (1971). Curva de crescimento e valor nutritivo de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) "A-146 Taiwan". *Revista Ceres*,

18(10):431-447.

- Andrade, A. C.; Fonseca, D. M.; Gomide, J. A. (2000) Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. Napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1589-2000.
- Aroeira, L.J.M.; Lopes, F.C.F.; Deresz, F. (1999) Pasture availability and dry matter intake of lactating crossbred cows grazing elephant grass (*Pennisetum purpureum*, Schum.). *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.78, p.313-324.
- Bastos, I. T.; Barbosa, M. H. P.; Cruz, C. D.; Burnquist, W. L.; Bressiani, J.A.; Silva, F. L. da. (2003) Análise dialéctica em clones de cana-de-açúcar. *Bragantia*, Campinas, v. 62, n. 2, p. 199-206.
- Bodendorff, D.; Ocumpaugh, W.R. (1986) Forage quality of pearl millet x napiergrass hybrids and dwarf napiergrass. *Soil and Crop Science Society of Florida, Proceedings*, Gainesville, v. 45, p. 170-173.
- Borém, A. *Melhoramento de Plantas*. Viçosa : UFV, 2001, v.1. p.500.
- Botrel, M.A.; Pereira, A.V.; Freitas, V.P. (2000) Potencial forrageiro de novos clones de capim-elefante. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.2, p.334-340.
- Brunken, J.N. (1977) A systematic study of *Pennisetum* Sect. *Pennisetum* (Gramineae). *Amer. J. Bot.*, 64(2): 161-76.
- Carvalho, L.A. (1985) *Pennisetum purpureum* Schumacher: *Revisão*. Coronel Pacheco, EMBRAPA-CNPGL, 86p. (EMBRAPA – CNPGL, Boletim de Pesquisa, 10).

- Carvalho, G.G.P.; Garcia, R.; Pires, A.J.V.; Detmann, E.; Fernandes, F.E.P. (2008) Degradação ruminal de silagem de capim-elefante emurcheado ou com diferentes níveis de farelo de cacau. *R. Bras. Zootec.*, v.37, n.8, p.1347-1354.
- Comstock, R.E.; Robinson, H.F. (1948) The components of genetic variance in populations. *Biometrics*, v.4, p.254-266.
- Comstock, R.E.; Robinson, H.F. (1952) Estimation of average dominance of genes. In: *Heterosis* (Gowen, J.W., ed.). Iowa State College Press, Ames, Iowa, p. 494-516.
- Cóser, A.C.; Martins, C.E.; Deresz, F.; Freitas, A.F. de; Paciullo, D.F.C.; Salvati, J.A.; Schimdt, L.T. (2003) Métodos para estimar a forragem consumível em pastagem de capim-elefante. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.38, p.875-879.
- Costa, N.L.; Townsend, C.R.; Magalhães, J.A.; Pereira, R.G.A. (1996) Avaliação Agronômica de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) em Rondônia.
- Cruz, C.D. (2006) *Programa Genes: Versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística*. Viçosa: UFV, 648p.
- Cruz, C.D.; Regazzi, A.J.; Carneiro, P.C.S. (2004) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, v.1, 480p.
- Cruz, C. D.; Vencovsky, R. (1989) Comparação de alguns métodos de análise dialélica. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto v. 12, n. 2, p. 425-438.
- Daher, R.F.; Moraes, C.F.; Cruz, C.D.; Pereira, A.V.; Xavier, D.F. (1997) Seleção de caracteres morfológicos discriminantes em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). *Rev. Bras. Zootec*, v.26, n.2, p.265-70.

- Daher, R. F.; Vásquez, H. M.; Pereira, A. V. (2000) Introdução e avaliação de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) em Campos dos Goytacazes, RJ. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 29, n. 5, p. 1296-1301.
- Pereira, A. V. ; Daher, R.F.; Lédo, F.J.S. ; Souza Sobrinho, F. ; Pereira, M.G.; Amaral Junior, A.T.; Freitas, V.P.; Pereira, T.N.S.; Ferreira, C.S. (2006) Análise de cruzamentos dialélicos entre capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). 1. Características morfoagronômicas. *Acta Scientiarum (UEM) Maringá*, v. 28, n. 2, p. 267-275.
- Deresz, F. (1999) Utilização do capim-elefante sob pastejo rotativo para produção de leite e carne. Juiz de Fora, Embrapa-CNPGL, 29p. (Circular técnica 54).
- Deresz, F. (2001) Produção de leite de vacas mestiças Holandês Zebu em pastagem de capim-elefante, manejada em sistema rotativo com e sem suplementação durante a época das chuvas. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, p.197-204.
- Diz, D.A. Breeding procedures and seed production management in pearl millet x elephant grass hexaploids hybrids. 1994. Tese (Doutorado)-University of Florida, Gainesville, 1994.
- Diz, D.S & Schank, S.C. (1993) Characterization of seed producing pearl millet x elephantgrass hexaploid hybrids. *Euphytica* 67: 143-149.
- Dujardin, M.; Hanna, W.W. (1985) Cytology and reproductive behavior of pearl millet-napiergrass hexaploides x *Pennisetum squamulatum* triespecific hybrids. *Journal of Heredity*, Oxford, v.76, n.5, 382-384.
- Etgen, W.M., Paul, M.R., James, E.R. (1987) *Dairy cattle feeding and management*. New York: John Wiley & Sons. 638p.

- Evangelista, A.R., Lima, J.A. (2002) Silagens: do cultivo ao silo. Lavras, Editora UFLA, 2ª ed., 210p.
- Falconer, D.S. (1981) *Introduction to quantitative genetics*. 2.ed. London:Longman, 340p.
- Faria, V. P. (1986) Técnicas de produção de silagens. In: Congresso Brasileiro de Pastagens, 1. Piracicaba. Anais... Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz , p. 119-144.
- Faria, D.J.G.; Garcia, R. Tonucci, R.G.; Tavares, V.B.; Pereira, O.G.; Fonseca, D.M. (2010) Produção e composição do efluente da silagem de capimelefante comcasca de café. R. Bras. Zootec., v.39, n.3, p.471-478.
- Ferreira, A.C.H.; Neiva, J.N.M.; Rodriguez, N.M.; Campos, W.E.; Borges, I. (2009) Avaliação nutricional do subproduto da agroindústria de abacaxi como aditivo de silagem de capim-elefante. R. Bras. Zootec., v.38, n.2, p.223-229.
- Freitas, F.V. (2000) Avaliação e seleção para pastejo de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e de um híbrido com o milheto (*Pennisetum glaucum* (E.) Leek). Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 105p.
- Freitas, E. V.; Lira, M. A.; Dubeux Junior, J. C. B. (2004) Características produtivas e qualitativas de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) avaliados sob pastejo na Zona da Mata de Pernambuco. Acta Scientiarum, v. 26, n. 2, p. 251-257.
- Gardner, C.O.; Eberhart, S.A. (1966) Analysis and interpretation of variety cross diallel and related populations. *Biometrics*, Raleigh, 22:439-452.
- Gomide, J.A. (1976) Adubação de pastagens. In: Peixoto, A.M., Moura, J.C., Furlan, R.S., Faria V.P. (Eds) Simpósio sobre o manejo da pastagem, 3, Piracicaba,

1976. Anais... Piracicaba : FEALQ, p.5-44.
- Gomide, J.A. (1994) Formação e utilização de capineira de capim-elefante. In: CARVALHO, M.M., ALVIM, M.J., XAVIER, D.F. (Eds.). *Capim-elefante: produção e utilização*. Coronel Pacheco, MG: Embrapa-CNPGL. p.81-115.
- Gomide, J.A. (1997) Formação e utilização de capineira de capim-elefante. In: Carvalho, M.M., Alvin, M.J., Xavier, D.F. (Eds). *Capim-elefante: produção e utilização*. 2º ed. Coronel Pacheco:Embrapa–Gado de Leite, p.81–115.
- Gonzales, B. Hanna, W.W. Morphological and fertility responses in isogenic triploid and hexaploid pearl millet x napiergrass hybrids. *Journal of heredity*, Oxford, v.75, p. 317-318, 1984.
- Gonçalves, C.A.; Simão Neto, M.; Veiga, J.B. (1979) Comparação de cultivares e híbridos de capim-elefante. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.14, n.4, p.359-364.
- Gonçalves, J.R.S.; Pires, A.V. Susin, I.; Lima, L.G.; Mendes, C.Q. Ferreira, E.M. (2010) Substituição do grão de milho pelo grão de milheto em dietas contendo silagem de milho ou silagem de capim-elefante na alimentação de bovinos de corte. *R. Bras. Zootec.*, v.39, n.9, p.2032-2039.
- Griffing, B. (1956) Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal of Biological Sciences*, Melbourne, 9:463-493.
- Hanna, W.W. (1994) Elephantgrass improvement. In: Simpósio sobre capim-elefante, 2., 1994, Juiz de Fora a. Anais... Juiz de Fora: Embrapa – CNPGL, P. 72-81.
- Hanna, W. W. (1981) Method of reproduction in napiergrass and in the 3x and 6x allopolyploid hybrids with pearl millet. *Crop Science*, Madison, v.21, p.123-126.

- Hanna, W.W.; Dujardin, M. (1986) Cytogenetics of *Pennisetum schweinfurthii* Pilzer and its hybrids with pearl millet. *Crop Science*, Madison, v.26, n.3, p.499-553.
- Hanna, W.W.; Monson, W.G. (1980) Yield, quality, and breeding behavior of pearl millet x napiergrass interespecific hybrids. *Agronomy Journal*, Madison, v. 72, p. 358-360.
- Harlan, J.R.; De Wet, J.M.J. (1971) Toward a rational classification of cultivated plants. *Taxon*, Berlin, v. 20, p. 509-517.
- Heath, M. E.; Barnes, R. F.; Metcalfe, D. S. (1985) Forrage - The science of grassland agriculture. Iowa, 643 p.
- Holm, L., D. Plucknett, J. Pancho, and J. Herberger. (1977). *The World's Worst Weeds: Distribution and Biology*. University of Hawaii Press, Honolulu. 609p.
- Jacques, A.V.A. Caracteres morfo-fisiológicos e suas aplicações como manejo. In: Carvalho, M.M., Alvim, M.J., Xavier, D.F. et al. (Eds.) *Capim-elefante: produção e utilização*. Coronel Pacheco:Embrapa-Gado de Leite, 1994, p.31-47.
- Kempthorne, O; Curnow, R.N. (1961) The partial diallel cross. *Biometrics*, v.17, p.229-250.
- Lavezzo, W. (1985) Silagem de capim-elefante. *Informe Agropecuário*, v. 11, n. 132, p. 50-57.
- Lédo, F.J.S.; Casali, V.W.D.; Cruz, C.D.; Lédo, C.A.S. (2001) Capacidade de combinação em cultivares de alface com base em caracteres agrônômicos. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v.25, n.4, p.831-839.
- Lédo, F.J.S. Pereira, A.V.; Souza Sobrinho, F.; Botrel, M.A.; Oliveira, J.S.; Xavier,

- D.F. (2003) Seleção de clones de capim-elefante avaliados em diferentes regiões brasileiras. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 40., Santa Maria, Anais...Santa Maria, SBZ, CD ROM.
- Lima, E.S.; Silva, J.F.C.; Vasquez, H.M. (2007) Produção de material seca e proteína bruta e relação folha/colmo de genótipos de capim-elefante aos 56 dias de rebrota. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.5, p.1518-1523.
- Finkner, R. E.; Finkner, M. D.; Glaze, R. M. & Maese, G. (1981) Genetic control for percentage grain protein and grain yield in grain sorghum. *Crop Science*, Madison, 21:139-142.
- Freitas, F.V. (2000) Avaliação e seleção para pastejo de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e de um híbrido com o milheto (*Pennisetum glaucum* (E.) Leek). Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 105p.
- Gomide, J.A. (1994) Formação e utilização de capineira de capim-elefante. In: Carvalho, M.M., Alvim, M.J., Xavier, D.F. (Eds.). *Capim-elefante: produção e utilização*. Coronel Pacheco, MG: Embrapa-CNPGL. p.81-115.
- Gomide, J.A.; Gomide, C.A. (1999) Fundamentos e estratégias do manejo de pastagens. In: Simpósio sobre a Produção de Bovinos de Corte, 1., Viçosa. *Anais...* Viçosa: Suprema, 1999. p.179-200.
- Johnson, W.L., Guerrero, J., Pezo, D. (1973). Cell constituents and 'in vitro' digestibility of napier grass (*Pennisetum purpureum* Schum.). *J. Anim. Sci.*, v.37, n.5, 1255-1261p.
- Lemaire, G. (1997) The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover. In: Simpósio Internacional de Produção Animal em Pastejo, Viçosa. *Anais...* Viçosa: UFV, p.117-144.

- Lima, E. S. ; Silva, José Fernando Coelho da ; Maldonado, H. V. ; Araújo, S. A.C. ; Lista, F.N. ; Carneiro, R.F.V. ; Rocha, T.C. ; Ruivo, S. C. ; Deminicis, B. B. ; Costa, D. P. B. (2008) Composição e digestibilidade in vitro de genótipos de capim-elefante aos 56 dias de rebrota. *Archivos de Zootecnia*, v. 57, p. 279-282.
- Lopes, R. dos S.; Fonseca, D.M. da; Oliveira, R.A. de; Nascimento Júnior, D. do N.; Andrade, A.C.; Stock, L.A.; Martins, C.E. (2003) Disponibilidade de matéria seca em pastagens de capim-elefante irrigadas. *Ciência e Agrotecnologia*, v.27, p.1388-1394.
- Lucci, C. S. Nutrição e manejo de bovinos leiteiros. São Paulo: Manole,1997 169p.
- Mello, A. C. L; Lira, M. A; Dubeux Junior, J. C. B. (2006) Degradação ruminal da matéria seca de clones de capim-elefante em função da relação folha/colmo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.4, p.1316-1322.
- Mertens, D.R. (1996) Formulating dairy rations. Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. *In: Informational Conference with Dairy and Forage Industries*. USDA, Madison, WI, USA, p.81-92.
- Milford, R., Minson, D.J. (1966) Intake of tropical pastures species. *In: International Grassland Congress, 11, São Paulo, SP. Proceedings...* São Paulo: Secretaria de Agricultura-Departamento da Produção Animal, 1966. p.815-822.
- Mistura, C.; Fagundes, J.L.; Fonseca, D.M.; Moreira, L.M.; Vitor, C.M.T.; Nascimento Júnior, D.; Ribeiro Júnior, J.I. (2006) Disponibilidade e qualidade do capim-elefante com e sem irrigação adubado com nitrogênio e potássio na estação seca. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 2, p. 372-379.

- Moss, D.N. (1964) Some aspects of microclimatology important in forage plant physiology. In: Forage plant physiology and soil relationships. ASA Special publications Madison-Wisconsin.
- Mozzer, O.L., Carvalho, M.M., Emrich, E.S. (1970) Competição de variedades e híbridos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) para formação de capineiras em solo do cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.5, p.395–403.
- Nabinger, C. (1997) Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: Simpósio sobre Manejo de Pastagem, 14., Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ. p.213-252.
- Nascimento Junior, D. (1981) Informações sobre plantas forrageiras. Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ., 56p.
- National Research Council - NRC. (1985) Ruminant nitrogen usage. Washington, D.C.: National Academy Press, 138p.
- Nussio, L. G.; Lima, L. G.; Mattos, W. R. S. (2000) Alimento volumoso para o período da seca. In: simpósio sobre Manejo e Nutrição do Gado de Leite, 1., 2000, Goiânia. *Anais...* Goiânia: CBNA, p. 85-100.
- Oliveira Junior, A.; Miranda, G. V.; Cruz, C. D. (1999) Predição de populações F 3 a partir de dialelos desbalanceados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 34, n. 5, p. 781-787.
- Pedreira, J. V. S.; Campos, B. E. S. (1975) Competição de cinco variedades de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). *Boletim da Indústria Animal*, v.32, p.325-329.

- Pereira, A. V. (1994) Germoplasma e diversidade genética do capim-elefante. In: Simpósio sobre Capim-Elefante, 2., Juiz de Fora. Anais... Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1994. p. 1-11.
- Pereira, A.V., Ferreira, R.P., Passos, L.R. (1999) Variação dos teores de MS, PB, FDN e FDA em capim-elefante e híbridos de capim-elefante x milho, em função da idade da planta. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 36, 1999, Porto Alegre. *Anais...Porto Alegre*: SBZ.
- Pereira, A.V.; Ferreira, R.P.; Passos, L.P.; Freitas, V.P.; Verneque, R.S.; Barra, R.B.; Paula e Silva, C.H. (2000) Variação da qualidade de folhas em cultivares de capim-elefante e híbridos de capim-elefante x milho, em função da idade da planta. *Ciênc. agrotec., Lavras*, v.24, n.2, p.490-499.
- Pereira, A.V.; Valle, C.B.; Ferreira, R.P.; Miles, J.W. (2001) Melhoramento de forrageiras tropicais. In: Nass, L.L.; Valois, A.C.C.; Melo, I.S.; Valadares-Ingres, M.C. (Ed.). Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas. Rondonópolis: Fundação Mato Grosso, p.549-602.
- Pereira, A. V.; Machado, M. A.; Azevedo, A. L. S.; Nascimento, C. S.; Campos, A. L.; Léo, F. J. S. (2008) Diversidade genética entre acessos de capim-elefante obtida com marcadores moleculares. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.7, p.1216-1221.
- Queiroz Filho, J. L. de; Silva, D. S. da; Nascimento, I. S. do (1998) Produção de matéria seca de cultivares e qualidade de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.27, p.262-266.
- Rajasekaran, K.; Schank, S.C.; Vasil, I.K. (1986) Characterization of biomass production, cytology and phenotypes of plants regenerated from embryogenic callus cultures of *Pennisetum americanum* x *Pennisetum purpureum* (hybrid

triploid napiergrass). *Theoretical Applied Genetics.*, 73: 4-10.

- Ramalho, M.A.P.; Santos, J.B.; Zimmermann, M.J. O. (1993) *Genética Quantitativa em Plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro*. Goiânia: Editora da UFG, Cap. 5, 271p.
- Rêgo, M.M.T.; Neiva, J.N.M.; Rêgo, A.C.; Cândido, M.J.D.; Carneiro, M.S.S.; Lôbo, R.N.B. (2010) Chemical and bromatological characteristics of elephant grass silages with the addition of dried cashew stalk R. Bras. Zootec., v.39, n.2, p.255-261.
- Rêgo, M.M.T.; Neiva, J.N.M.; Caavalcante, M.A.B.; Cândido, M.J.D.; Clementino, R.H.; Restle, J. (2010a) Bromatological and fermentative characteristics of elephant grass silages with the addition of annato by-product. R. Bras. Zootec., v.39, n.9, p.1905-1910.
- Rezende A.V.; Gastaldello Junior A.L.; Valeriano A.R.; Casali A.O.; Medeiros L.T.; Rodrigues R. (2008) Uso de diferentes aditivos em silagem de capim-elefante. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 32, n. 1, p. 281-287.
- Reis, M.C.; Sobrinho, FS.; Ramalho, MA.P.; Ferreira, DF.; Lédo, F.J.S.; Pereira, A.V. (2008) Allohexaploid pearl millet x elephantgrass population potential for a recurrent selection program. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.43, n.2, p.195-199.
- Restle, J.; Neumann, M.; Brondani, I.L. (2003) Avaliação da silagem de capim papuã (*Brachiaria plantaginea*) por meio do desempenho de bezerros de corte confinados. *Ciência Rural*, v.33, n.4, p.749-756.
- Rodrigues, L.A.R; Reis, R.A. (1993) Estabelecimento da cultura de capim-elefante. In: *Simpósio sobre Manejo de Pastagens*, 10, Piracicaba. Anais... Piracicaba:FEALQ, p.63-85.

- Rodrigues, L.R.A.; Monteiro, F.A.; Rodrigues, T.J.D. (2001) Capim-elefante. In: Peixoto, A.M., Pedreira, C.G.S., Moura, J.V., Faria, V.P. (Eds.) Simpósio sobre manejo da pastagem, 17, Piracicaba, 2ª edição. Anais... Piracicaba:FEALQ, p.203-224.
- Rodrigues, P.H.M.; Lobo, J.R.; Silva, E.J.A.; Borges, F.O.; Meyer, P.M.; Demarchi, J.A.A. (2007) Efeito da inclusão de polpa cítrica peletizada na confecção de silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.). R. Bras. Zootec., v.36, n.6, p.1751-1760.
- Russell, W. A. & Eberhart, S. A. (1975) Hybrid performance of selected maize lines from reciprocal recurrent selection and testcross selection programs. *Crop Science*, 13:257-61.
- Santana, J.R., Pereira, J.M. Arruda, N.G. (1989) Avaliação de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) no sul da Bahia. 1. Agrossistema cacauero. R. Soc. Bras. Zootec., 18(3):273-83.
- Schank, S.C.; Chynoweth, D.P. (1993) The value of triploid, tetraploid and hexaploid napier grass derivatives as biomass and (or) forage. *Tropical Agriculture, Surrey*, v. 70, p. 83-87.
- Scott, A. J.; Knott, M. (1974) A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, v. 30, n. 3, p. 507-512.
- Silva, J.F.C.; Erbesdobler, E.D.; Silva, M.M.P. (2001) Diferenças Varietais nas Características Fotossintéticas de *Pennisetum purpureum* Schum. *Rev. Bras. Zootec.*, vol.30, n.6, suppl., p. 1975-1983.
- Silva, D. J., Queiróz, A. C. de (2002) Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa. 235p.

- Silva, S.H.B. (2009) Uso de descritores morfológicos e herdabilidade de caracteres em clones de capim-elefante de porte baixo. *R. Bras. Zootec.*, vol.38, n.8. p. 332-341.
- Silva, V.Q.R. (2009) Melhoramento de milho pipoca: capacidade combinatória de linhagens, parametrização heterótica e herança de características agronômicas. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ. 207p.
- Souza Sobrinho, F.; Pereira, A.V.; Lédo, F.J.S.; Botrel, M.A.; Oliveira, J.S.; Xavier, D.F. (2005) Avaliação agronômica de híbridos interespecíficos entre capim-elefante e milheto. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.40, n.9, p.873-880.
- Sprague, G.F.; Tatum, L.A. (1942) General vs specific combining ability in single crosses of corn. *Journal American Soc. Agronomy*. 34: 923-932.
- Tcacenco, F.A., Botrel, M.A. (1997) Identificação e avaliação de acessos e cultivares de capim-elefante. In: Carvalho, M.M., Alvin, M.J., Xavier, D.F. (Eds) Capim-elefante: produção e utilização. 2^a ed., revisada. Brasília:Embrapa SPI e Juiz de Fora:Embrapa-Gado de Leite, p.1- 30.
- Vaterlle, C.P.; Sallerno, A.R. (1983) Competição de 34 cultivares de *Pennisetum purpureum* com *Setaria anceps* e *Panicum maximum*, In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 22, 1983. Pelotas. Anais... Pelotas. SBZ. 403 p.
- Viana, J. M. S. (2000) The parametric restrictions of the Griffing diallel analysis model: combining ability analysis. *Genetics and Molecular Biology*, v. 23, n. 4, p. 877-881.

- Virmani, S. S. (1996) Hybrid rice. *Advances in Agronomy*, San Diego, v. 57, p.377-462.
- Veiga, J.B. (1990) Utilização do capim-elefante sob pastejo. In: Simpósio sobre capim-elefante, 1, 1990, Coronel Pacheco: *Anais...* Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, p.133-154.
- Xavier, D.F.; Daher, R.F.; Botrel, M. A .; Pereira, J. R. (1993) Poder germinativo de sementes de capim-elefante. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 22(4), 565-571.
- Wilson, N. D.; Weibel, D. E. & McNew, R. W. (1978) Diallel analyses of grain yield, percent protein, and protein yield in grain sorghum. *Crop Science*, Madison, 18:491-495.