

**AVALIAÇÃO MORFOAGRONÔMICA, ADAPTABILIDADE E
ESTABILIDADE DA PRODUÇÃO FORRAGEIRA DE CAPIM-
ELEFANTE**

LARISSA SCHEIDEGER ATHAYDE SCHNEIDER

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
OUTUBRO – 2013**

**AVALIAÇÃO MORFOAGRONÔMICA, ADAPTABILIDADE E
ESTABILIDADE DA PRODUÇÃO FORRAGEIRA DE CAPIM-
ELEFANTE**

LARISSA SCHEIDEGER ATHAYDE SCHEIDER

“Dissertação 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 Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas.”

Orientador: Prof. Rogério Figueiredo Daher

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
OUTUBRO – 2013

AVALIAÇÃO MORFOAGRONÔMICA, ADAPTABILIDADE E
ESTABILIDADE DA PRODUÇÃO FORRAGEIRA DE CAPIM-
ELEFANTE

LARISSA SCHEIDEGER ATHAYDE SCNEIDER

“Dissertação 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 Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas.”

Aprovada em 18 de outubro de 2013.

Comissão Examinadora:

Juarez Campolina Machado (D.Sc. em Genética e Melhoramento de Plantas)
Embrapa Gado de Leite.

Prof. Alexandre Pio Viana (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

Prof. Geraldo de Amaral Gravina (D.Sc., Fitotecnia) – UENF

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

"Mais os olhos do Senhor vigiam e protegem os que lhe obedecem e dependem completamente do seu grande amor". (Sl 33:18)

Dedico esta conquista aos meus amados pais;
A minha irmã, amor, confiança e incentivo; e
Ao meu esposo Adimilson, companheiro e grande incentivador.

AGRADECIMENTOS

À Deus, que é o autor e consumidor da minha fé;

Aos meus pais Leiliane e Marcos, que sempre me apoiaram e incentivaram a continuar e nunca desistir diante das dificuldades;

À minha irmã Sarah, pelo apoio e compreensão;

Ao meu esposo, simplesmente pela pessoa que ele é. Por sempre compreender os motivos da minha ausência. Seu amor, apoio, incentivo e paciência foram imprescindíveis para mais essa conquista;

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro e ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas pela oportunidade de realização do curso de Mestrado;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa;

Ao professor Rogério Figueiredo Daher, pela orientação, confiança e incentivo;

Aos membros da banca examinadora, pelos ensinamentos, sugestões, atenção e dedicação a este trabalho;

Aos novos amigos que fiz durante esses anos, entre eles André Vicente, Bruna Rafaela Menezes, Erina Rodrigues, Keila Cunha, Liliane Sousa, Maria Lorraine Fonseca e Verônica Brito pela convivência diária e nos trabalhos de campo;

Ao pessoal de campo, Dorian, Júlio, Fernando e Romildo por toda a ajuda, pelos bons momentos de descontração e dedicação a este trabalho, pois, sem a participação deles não seria possível essa conquista;

Ao Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal (LZNA/UENF), por ceder suas instalações para uma parte das análises, pelo auxílio do professor Alberto Magno Fernandes e do técnico Claudio Lombardi;

À Embrapa Gado de Leite, por ceder os genótipos para montar o experimento; e

À Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelo financiamento deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO.....	3
3. CAPITULOS.....	4
3.1 AVALIAÇÃO MORFOAGRONÔMICA E DA DIVERSIDADE GENÉTICA DE 80 GENÓTIPOS DE CAPIM-ELEFANTE EM CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ.....	4
3.1.1 INTRODUÇÃO.....	4
3.1.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	5
3.1.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
3.1.5 CONCLUSÕES.....	39
3.2 ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DA PRODUÇÃO FORRAGEIRA EM 80 GENÓTIPOS DE CAPIM-ELEFANTE.....	41
3.2.1 INTRODUÇÃO.....	41
3.2.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	42
3.2.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	45
3.2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
3.2.5 CONCLUSÕES.....	58
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	60

RESUMO

SCHNEIDER, Larissa Scheideger Athayde.; M.Sc. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Outubro de 2013. "AVALIAÇÃO MORFOAGRONÔMICA, ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DA PRODUÇÃO FORRAGEIRA DE CAPIM-ELEFANTE". Orientador: Professor Rogério Figueiredo Daher.

O capim-elefante é uma forrageira tropical, perene e com alta capacidade fotossintética. Devido à sua grande variabilidade genética, é capaz de se adaptar às condições climáticas predominantes em quase todo país, além de ser uma alternativa para amenizar a escassez de forragem na época da seca. Sendo assim, os objetivos do trabalho foram: avaliar as características morfoagronômicas de 80 genótipos do Banco de Germoplasma de Capim-Elefante da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), para a produção de forragem; estimar os efeitos de genótipos, ambientes (cortes) e a interação genótipos e ambientes e identificar genótipos com maior produtividade no período da seca, além de verificar a adaptabilidade e a estabilidade desses genótipos pelo método de Eberhart e Russel (1966). O experimento foi conduzido no delineamento em blocos ao acaso, com duas repetições, no Campo experimental do Centro Estadual de Pesquisa em Agroenergia e Aproveitamento de Resíduos, pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro-Rio). No primeiro capítulo, foram avaliadas as seguintes características morfoagronômicas: produção de

matéria seca em $t h^{-1} corte^{-1}$ no período da seca, das águas, no total e na relação seca/total, número de perfilho (NP) por metro linear, altura da planta (ALT) em m, diâmetro do colmo (DC) em mm, largura da lâmina foliar (LL) em cm. Foram verificadas diferenças significativas, pelo teste F ($P < 0,01$), entre os genótipos para todas as características morfoagronômicas avaliadas, exceto para número de perfilhos no período das águas. Os genótipos que se posicionaram no grupo “a”, denominado grupo elite de produtividade, foram: Elefante da Colômbia, Taiwan A-25, Albano, Híbrido Gigante Colômbia, Elefante de Pinda, Taiwan A-121, P241 Piracicaba, Guaçu/I.Z.2, CPAC, EMPASC 309, EMPASC 307, Australiano e Pasto Panamá. No segundo capítulo, foi avaliada a produtividade, considerando cinco cortes, com destaque para os genótipos Gramafante, com $13,9756 t h^{-1} corte^{-1}$, no ambiente 1 com a maior PMS e para o Vruckwona com $0,3741 t h^{-1} corte^{-1}$, no ambiente 3 com a menor PMS. Utilizou-se a metodologia de Eberhart e Russel para estimar os parâmetros de adaptabilidade por meio dos coeficientes de regressão (β_{1i}) e de estabilidade dos genótipos por meio dos desvios de regressão (δ^2_{di}), além disso, verificou-se que entre os 80 genótipos estudados, 26 se destacaram com alta produtividade (β_{0i}), coeficientes de regressão (β_{1i}) e desvios de regressão (δ^2_{di}) não significativos.

ABSTRACT

SCHNEIDER, Larissa Scheideger Athayde.; M.Sc. State University of Norte Fluminense Darcy Ribeiro. October 2013. "MORPHOAGRONOMIC, FITNESS ASSESSMENT AND STABILITY OF FORAGE PRODUCTION ELEPHANT GRASS". Orientador: Rogério Figueiredo Daher.

Elephant grass is a tropical forage, perennial and high photosynthetic capacity . Due to its high genetic variability is able to adapt to the climatic conditions prevailing in almost every country, besides being an alternative to alleviate the shortage of fodder in the dry season . Thus, the objectives of this study were to evaluate the agronomic characteristics of 80 genotypes of the Germplasm Bank of Elephant grass at the State University of Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) for forage production; estimate the effects of genotypes , environments (cuts) and genotypes and environments and identify genotypes with higher productivity in the dry season , and to verify the stability and adaptability of these genotypes by the method of Eberhart and Russell (1966) . The experiment was conducted in a randomized block design with two replications in the experimental field of the State Center for Research in Agro-Energy and Waste Utilization, belonging to the Agricultural Research Company of the State of Rio de Janeiro (Rio - Pesagro) . In the first chapter were evaluated for agronomic characteristics: dry matter production in $t\ ha^{-1}\ corte^{-1}$ during the dry season , the water in total and relative dry / total number of tillers (NP) per linear meter , plant height (ALT) in m , stem

diameter (DC) in mm , width of the leaf (LL) in cm . There were significant differences by the F test ($P < 0.01$) among genotypes for all traits morphoagronomic , except for number of tillers in the rainy season and genotypes that are positioned in the group "a" group called elite productivity were: Elefante da Colômbia, Taiwan A-25, Albano, Híbrido Gigante Colômbia, Elefante de Pinda, Taiwan A-121, P241 Piracicaba, Guaçu/I.Z.2, CPAC, EMPASC 309, EMPASC 307, Australiano e Pasto Panamá. In the second chapter , we evaluated the productivity considering five cuts , especially genotypes Gramafante $13,9756 \text{ t ha}^{-1}$ corte⁻¹ with the environment 1 in the PMS and the Vruckwona $0,3741 \text{ t/ha-1}$ with the environment 3 with the lowest PMS . We used a methodology for estimating Eberhart and Russell adaptability parameters through regression coefficients (β_{1i}) and stability of genotypes by means of regression deviation ($\bar{\delta}_{2di}$) also found that among the 80 genotypes 26 stood out with high productivity (β_{0i}), regression coefficients (β_{1i}) and deviations from regression ($\bar{\delta}_{2di}$) not significant .

1. INTRODUÇÃO

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) é originário do continente Africano e foi introduzido no Brasil no ano de 1920, vindo de Cuba (Rodrigues et al., 2001). É caracterizado como uma gramínea perene, com inflorescência do tipo panícula, alógama, protogínica e alto nível de heterozigose (Instituto Horus, 2005). A espécie apresenta número básico cromossômico $n=7$, tendo evoluído para um alotetraploide ($2n=4x=28$), com comportamento diploide normal (Jauhar, 1981).

O cultivo de capim-elefante é amplamente difundido em nosso país, uma vez que está entre as espécies forrageiras de maior eficiência fotossintética, devido ao fato de ser uma gramínea do tipo C_4 (Raven et al., 2001). Segundo Valle et al. (2009), forrageiras bem sucedidas, são aquelas que ao longo da sua evolução, se adaptarem às condições edafoclimáticas adequadas à sua sobrevivência e dispersão.

O uso eficiente de forrageiras e pastagens como base da alimentação animal representa uma forma de elevar a produtividade, reduzindo os custos de produção. Desse modo, as capineiras constituem grande reserva de forragem para a época mais crítica do ano, a época da seca (Daher, 2004).

O capim-elefante contribui para o aumento da produção de leite (Deresz, 1999) e de carne, apesar de haver poucas cultivares melhoradas disponíveis, especialmente para uso sob pastejo rotativo (Pereira et al., 2001). O potencial produtivo deste capim, associado a outras características discriminantes como

potencial produtivo e altura de planta, tem estimulado seu melhoramento genético (Souza Sobrinho et al., 2005), uma vez que, cultivares melhoradas e adaptadas aos diferentes ecossistemas constituem uma necessidade comum a produtores de leite de todo o país (Gomide, 1994).

Segundo Pimentel-Gomes (2009), em experimentos em que são feitos cortes sucessivos e avaliações periódicas de cultivares ao longo do tempo é possível estimar parâmetros importantes, como a adaptabilidade, que é a capacidade de um genótipo responder ao estímulo ambiental e a estabilidade, que é a constância de desempenho nos ambientes, que também pode ser expressa como a menor variação média nos ambientes considerados.

Por isso, a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) tem conduzido pesquisas com esta cultura com a finalidade de identificar materiais que melhor se adaptam às condições edafoclimáticas de Campos dos Goytacazes para produção de forragem. Destarte, é importante que a avaliação dos genótipos seja regional e estacional, porque, dessa forma, será possível verificar a interação entre genótipo e época/local de cultivo para características importantes como número de perfilhos e altura de planta (Barbosa et al., 1995; Freitas et al., 2000).

2. OBJETIVOS

Os objetivos do trabalho foram: avaliar as características morfoagronômicas de 80 genótipos do Banco de Germoplasma de Capim-elefante do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), nas dependências do Centro Estadual de Pesquisas em Agroenergia e Aproveitamento de Resíduos (Pesagro - Rio) em Campos dos Goytacazes, para a produção de forragem por meio das análises uni e multivariadas; averiguar se houve diversidade genética nos genótipos estudados; estimar os efeitos de genótipos, ambientes (cortes) e a interação entre genótipos e ambientes; identificar os genótipos com maior produtividade durante os cinco cortes; e verificar a adaptabilidade e a estabilidade desses genótipos pelo método de Eberhart e Russel (1966).

3. CAPÍTULOS

3.1 AVALIAÇÃO MORFOAGRONÔMICA E DA DIVERSIDADE GENÉTICA DE 80 GENÓTIPOS DE CAPIM-ELEFANTE EM CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ

3.1.1 INTRODUÇÃO

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) pertence à família *Poaceae*, gênero *Pennisetum*, sendo a espécie conhecida como *Pennisetum purpureum* Schum. Sua introdução no território brasileiro ocorreu no início do século XX, pelo Coronel Napier (Bennet, 1976).

O capim-elefante é uma planta tropical, perene, de alta capacidade fotossintética e grande variabilidade genética, capaz de se adaptar às condições climáticas predominantes em quase todo o país (Daher et al., 2000; Valle et al., 2009). É, uma das espécies mais utilizadas na forma de capineira para amenizar o problema da falta de escassez de forragem na época da seca (Gomide, 1994).

Assim, a introdução de germoplasma de capim-elefante tem se mostrado eficiente para a identificação de genótipos com características desejáveis (Shimoya et al., 2001), mostrando a importância da constituição e da manutenção

de bancos de germoplasma para, garantir a disponibilização de variabilidade genética necessária aos programas de melhoramento (Botrel et al., 1994).

Atualmente, os programas de melhoramento genético promovem estudos também com o intuito de selecionar genótipos mais adaptados a cada condição ambiental do país (Valle et al., 2009), seguido de trabalhos de pré-melhoramento, tais como estudos de diversidade com base em marcadores moleculares (Lima, 2010; Azevedo et al., 2012) e com base em características morfológicas, que orientarão os cruzamentos direcionados, visando a maximizar o vigor híbrido.

Em virtude dos fatos citados, o objetivo deste trabalho foi identificar materiais que melhor se adaptam às condições edafoclimáticas de Campos dos Goytacazes, considerando os aspectos de produtividade e estacionalidade da forragem, identificando os genótipos elite, embasando as atividades de pré-melhoramento, pelo direcionamento de cruzamentos planejados com base na divergência genética propiciada pelas técnicas de análise multivariada.

3.1.2 REVISÃO DE LITERATURA

1. Aspectos gerais do Capim-elefante

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) é originário do continente Africano, mais especificamente da África Tropical, entre 10°N e 20°S de latitude, tendo sido descoberto em 1905 pelo coronel Napier. Espalhou-se por toda África e foi introduzido no Brasil em 1920, vindo de Cuba (Rodrigues et al., 2001). Hoje, encontra-se difundido nas cinco regiões brasileiras. Em 1827 foi feita sua descrição original (Tcacenco e Botrel, 1997), porém houve modificações ao longo do tempo. Atualmente, a espécie *Pennisetum purpureum* pertence à família Poaceae, subfamília Panicoideae, tribo Paniceae, gênero *Pennisetum* L. Rich (Bennet, 1976).

O gênero *Pennisetum* apresenta mais de 140 espécies, incluindo espécies forrageiras cultivadas por todo território nacional, apresentando facilidade para a propagação vegetativa. Segundo Pereira et al. (2001), os principais bancos de

germoplasma estão na Embrapa Gado de Leite - Juíz de Fora - MG, Universidade Federal de Pelotas – RS, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina (Epagri) e Instituto Agrônômico de Pernambuco (IPA), todos com grande número de acessos dessa espécie, reunindo clones e populações variáveis de materiais cultivados, silvestres e raças obtidas por cruzamentos interespecíficos.

O capim-elefante é caracterizado como uma forrageira perene, de hábito de crescimento cespitoso, atingindo de 3 a 5 metros de altura, com colmos eretos dispostos em touceira aberta ou não, preenchidos por um parênquima suculento, chegando a 2 cm de diâmetro, com entrenós de até 20 cm. Apresentam rizomas curtos, folhas com inserções alternas de coloração verde-escura ou clara, que podem ser pubescentes ou não, chegando a medir 10 cm de largura e 110 cm de comprimento. As folhas apresentam nervura central larga, bainha lanosa, invaginante, fina e estriada, lígula curta e ciliada.

Além disso, é uma espécie predominantemente alógama e protogínica portanto, apresenta um alto nível de heterozigose, e a taxa de polinização cruzada vai depender da época de florescimento dos genótipos envolvidos (Holm et al., 1977). O intervalo médio de tempo decorrido entre a emissão dos estigmas e a abertura das anteras é de, aproximadamente, sete dias. Segundo Silva, (2011), a variação entre os acessos permite classificá-los em precoces, intermediários e tardios.

Como a espécie apresenta propagação vegetativa, ela 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. Para Pereira et al. (2006), a depressão endogâmica oriunda do processo de autofecundação seria um dos principais fatores responsáveis pela baixa germinação das sementes.

Sua inflorescência é uma panícula primária e terminal, sedosa e contraída, ou seja, com racemos espiciformes, podendo ser solitário ou aparecendo em conjunto no mesmo colmo. A panícula tem, em média, 15 cm de comprimento, sendo formada por espiguetas envolvidas por um tufo de cerdas de tamanhos desiguais e de coloração amarelada ou púrpura. Apresenta abundante lançamento de perfilho aéreo e basilar, podendo formar densas touceiras, apesar de não cobrirem totalmente o solo (Silva et al., 2010).

A autofecundação origina plantas de baixa produtividade e tamanho inferior, como consequência da depressão por endogamia na espécie (Hanna, 1999). Entretanto, vale salientar que, em espécies tetraploíides como capim-elefante, essa redução com uma autofecundação é de apenas 5,6% (Brunken, 1977; Borém, 2001).

Em 1983, Alcântara e Bufarah destacaram algumas condições de adaptação da cultura, respaldando-se em artigos de Rodrigues e Rodrigues (1975), Jacques (1997) e Moss (1964).

- **Altitude** – desde o nível do mar até 2.200 metros, sendo mais adaptada às altitudes de até 1.500 metros.
- **Temperatura** – de 18 a 30 °C, sendo 24 °C uma temperatura ideal. Porém é importante a amplitude dessa temperatura, pois, dependendo da variedade, pode suportar 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 estacional, ocorrendo 70- 80 % de sua produção na época das águas, tendo baixa tolerância à seca.
- **Radiação** – Difícil saturar, mesmo em ambientes com elevada radiação. Tem alta eficiência fotossintética.
- **Solo** – adapta-se a diferentes tipos de solo, com exceção dos solos mal drenados. A espécie é encontrada ao longo das margens dos 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** – há relatos de produções de matéria verde de 300 t ha⁻¹ corte⁻¹, mas a média nacional é inferior.
- **Fertilidade** – é exigente em relação aos nutrientes - fósforo, potássio, cálcio e magnésio 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 sua consorciação com leguminosas, porém, uma distância de aproximadamente 60 cm, pode facilitar o estabelecimento de leguminosas, como soja, siratro, kudzu, entre outras.

Há poucas informações sobre o processo evolutivo e os centros de diversidade do capim-elefante. A espécie apresenta número básico cromossômico $n=7$, tendo evoluído para um alotetraploide ($2n=4x=28$), com comportamento diploide normal, possuindo os genomas AA'BB (Jauhar, 1981), sendo que o primeiro desses apresenta grande homologia com o genoma A do milho (Dujardin e Hanna, 1985).

Pesquisas têm sido conduzidas em vários estados brasileiros, com o intuito de identificar novas cultivares de capim-elefante, mais produtivas e mais adaptadas às diferentes condições edafoclimáticas das regiões brasileiras. Segundo Daher et al. (2000), em Campos dos Goytacazes, quatro clones se destacaram: Pioneiro, CNPGL 91F027.5, CNPGL 91F025.3, CNPGL 91F06.3> E três deles apresentaram elevada produtividade de matéria seca por corte.

Mozzer et al. (1970), avaliando o potencial forrageiro de 12 cultivares de capim-elefante, em solos de cerrado em Sete Lagoas, MG, constataram que a cultivar Mineiro foi a mais produtiva ($7,23 \text{ t ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$). Gonçalves et al. (1979), observaram, que das 16 cultivares de capim-elefante plantadas em solos de baixa fertilidade natural, as três que se destacaram foram Napier, Taiwan A-148 e Porto Rico como as mais promissoras com $6,00$, $5,60$ e $5,40 \text{ t ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$, respectivamente.

Alcântara et al. (1980), trabalhando com 25 cultivares de capim-elefante, observaram que a cultivar Taiwan A-144 ($51,89 \text{ t ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$) apresentou o maior rendimento forrageiro. 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 foram as mais produtivas ($5,00 \text{ t ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$). Santana et al. (1989), comparando diferentes cultivares de capim-elefante no Sul da Bahia, verificaram que as cultivares Napier, Mineiro e Cameroon foram as mais produtivas, com aproximadamente $20,00 \text{ t ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$.

Abreu e Cortes (1995), avaliando doze cultivares de capim-elefante em solo de cerrado em Lucas do Rio Verde-MT, constataram que apenas a cultivar Mineiro obteve o maior rendimento forrageiro na época da seca com $2,20 \text{ t ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$, quando comparada às cultivares Napier e Cana da África que apresentaram menor produtividade. Botrel et al. (2000), avaliando o potencial forrageiro de 20 clones de capim-elefante, obtiveram produções médias de aproximadamente $30,00 \text{ t ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$, com destaque para as cultivares Pioneiro,

Cameroon e Taiwan A-146, que produziram 4,31, 3,12 t ha⁻¹ corte⁻¹ respectivamente.

2. Manejo e Produtividade

O cultivo de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) é amplamente difundido em nosso país, estando presente em condições ambientais adversas. Está forrageira, está entre aquelas de maior eficiência fotossintética, devido ao fato de ser uma gramínea do tipo C₄, que tem taxa fotossintética líquida maior comparada à uma planta C₃, sob as mesmas condições tropicais, ou seja, maior eficiência no aproveitamento da luz, conseqüentemente apresenta elevada capacidade de produção de matéria seca (Raven et al., 2001). As plantas que apresentam metabolismo do tipo C₄ são adaptadas a altas intensidades luminosas e a altas temperaturas (Souza Sobrinho et al., 2005).

O capim-elefante é uma forrageira perene, de alto potencial de produção de forragem, no entanto em muitas regiões, aproximadamente, 70 a 80% da sua produção se concentra na época das chuvas. Segundo Deresz (1999), esta estacionalidade de produção de forragem é atribuída às baixas precipitações, pouca luminosidade e a baixas temperaturas que ocorrem no período de inverno.

Por isso, o plantio deve ser feito no início das chuvas, para que as plantas tenham crescimento rápido, ou em qualquer época, desde que a área seja irrigada. Tal fato foi observado por Daher et al. (2000), ao introduzir e avaliar genótipos de capim-elefante em Campos dos Goytacazes, tendo constatado que, em média, apenas 27% da produtividade ocorre na época seca do ano. Sendo assim, deve-se atentar para a produtividade e a estabilidade dos genótipos, visto os mais produtivos não serem necessariamente aqueles que apresentarem maior estabilidade, o que pode gerar uma oscilação na produtividade (Daher et al., 2003).

Alguns trabalhos têm mostrado que mudas provenientes de plantas de 100 dias de idade apresentam maior porcentagem de brotação de gemas, tendo como consequência número maior de perfilho do que aquelas provenientes de plantas mais jovens (Italino, 2004).

Souza Sobrinho et al. (2005), avaliando a produção de matéria seca da cultivar roxo, em diferentes idades de corte (40-60-80-100 dias), verificaram que a

produção foi diretamente proporcional ao número de dias após o corte, a porcentagem de folhas diminuiu e a de colmos aumentou com o aumento do intervalo de corte.

Embora, exista expressivo volume de publicações sobre o capim-elefante no Brasil, poucos trabalhos têm abordado questões como persistência ou diferenças anuais na produção, seja em função de seca, frio, adubações ou regimes de cortes (Freitas et al., 2000). Daall'aganol et al. (2004), ao avaliarem a produção de forragem de capim-elefante sob clima frio, verificaram expressiva redução da produtividade, sendo assim importante considerar o efeito do clima sobre a produção de tal forrageira, uma vez que a época do ano influencia as características morfogênicas e estruturais (Valle et al., 2009).

A produção de matéria seca de capim-elefante varia de acordo com o genótipo, a época de cultivo, a disponibilidade de nutrientes e o tipo de solo, podendo atingir mais de 40,00 t ha⁻¹ corte⁻¹ de matéria seca (Alves et al., 2011) e conforme Cóser et al. (2008), a irrigação aumenta a altura da planta e a produção de matéria seca.

Segundo Olivo et al. (2007), a produtividade de capim-elefante foi superior no período estival, em razão das características morfofisiológicas das lâminas foliares, quando comparada com o período hibernal. Barreto et al. (2001), trabalhando com clones de *P. purpureum* e um híbrido de milho (*Pennisetum glaucum*), constataram que a altura das plantas e o número de entrenós por perfilho foram severamente reduzidos pelo estresse hídrico em todas as cultivares avaliadas, diagnosticando efeito inibitório do estresse hídrico sobre o alongamento do caule, a largura e o comprimento da lâmina foliar.

Segundo Vitor et al. (2009), a irrigação durante o veraneio influencia positivamente a produção de matéria seca, porém não altera a estacionalidade da produção, no entanto, durante o inverno, o uso da irrigação não influencia na produtividade, provavelmente devido à baixa temperatura que nesta época é mais limitante que o fator água.

3. Banco de Germoplasma e Melhoramento do Capim-elefante

Em 1920, foi introduzida no Brasil a forrageira capim-elefante, quando foram trazidas de Cuba estacas da cultivar Napier para o Estado de São Paulo

(Rodrigues et al., 2001). Posteriormente, diversos processos isolados de introdução foram realizados, o que veio enriquecer o germoplasma da espécie com outros genótipos resultantes de programas de melhoramento (Botrel et al., 1994). Segundo Pereira (2008), não há registros de expedições de coleta de germoplasma nos centros de diversidade nem mesmo introdução de coleções com ampla variabilidade genética.

Vale ressaltar que os processos de introdução não foram realizados de forma sistemática, ou com a preocupação de ampliar a base genética da espécie existente no país, mas objetivando adquirir novas cultivares para uso imediato. Há necessidade, portanto de um trabalho de coleta em centros de origem e introdução desses genótipos coletados nos bancos de germoplasma já existentes, visando à ampliação da variabilidade do germoplasma, para utilização em programas de melhoramento (Pereira, 1999).

O capim-elefante é uma espécie exótica de grande importância no Brasil por apresentar versatilidade de formas de utilização e adaptação às diferentes condições edafoclimáticas do país (Embrapa, 2013 a). Contudo, a expressão máxima do potencial de uma planta forrageira depende de sua adaptação às condições de solo e clima do local onde será cultivada (Tcacenco e Botrel, 1994). Assim, a introdução de gemoplasma como método de melhoramento de capim-elefante tem se mostrado eficiente para a identificação de cultivares com características desejáveis e, além de ser uma técnica de simples aplicação, com custos relativamente baixos, tem a vantagem de avaliar os genótipos nos ambientes onde serão utilizados (Shimoya et al., 2001).

Isso comprova a importância da constituição e manutenção de bancos de germoplasmas de capim-elefante, visando a garantir a disponibilidade da variabilidade genética necessária aos programas de melhoramento para subsidiar trabalhos que possam culminar na escolha de variedades mais interessantes para as distintas regiões e precaver o país da erosão genética de tal gramínea (Cavalcante e Lira, 2010).

A seleção de genitores para os programas de melhoramento e o manejo da variabilidade nos bancos de germoplasma dependem da disponibilidade de informações precisas sobre o grau de divergência genética entre os acessos, pois um dos maiores problemas relacionados com a caracterização dos materiais que compõem os bancos de germoplasma de capim-elefante é a identificação correta

dos acessos (Silva et al., 2010). Por isso, a associação entre descritores morfológicos e moleculares possibilitou maior conhecimento da variabilidade do germoplasma e potencial uso no melhoramento da espécie (Pereira, 2008).

As pastagens são de grande importância para a pecuária brasileira, ocupando 30 % do território nacional (Fao, 2010), sendo que cerca de 90 % dos bovinos abatidos são criados exclusivamente em pastos ou apenas com pequena suplementação após a desmama para a pecuária leiteira. Porém, na maioria desses sistemas de produção, verificam-se baixos índices de produtividade das forrageiras, como consequência de vários fatores, destacando-se o manejo inadequado da atividade de pastejo e a baixa fertilidade do solo, que influenciam diretamente na sustentabilidade do sistema (Tcacenco e Botrel, 1997).

O capim-elefante destaca-se entre as forrageiras tropicais pelo, seu elevado potencial produtivo, por resistir a condições climáticas desfavoráveis, e por ter características como qualidade, palatabilidade, vigor e persistência, que têm estimulado o cultivo da espécie e despertado o interesse do melhoramento genético (Souza Sobrinho et al., 2005).

O melhoramento desta cultura pode ser conduzido por dois caminhos básicos. O primeiro é a obtenção de clones superiores pelo, cruzamento de genitores com base na complementação alélica e o segundo é a exploração da divergência genética por intermédio do melhoramento populacional, que tem por base o aumento da frequência de genes favoráveis, resultando em uma população superior à original. Por isso, existem algumas estratégias adotadas pelos programas de melhoramento do capim-elefante. Uma delas é a introdução de cultivares, considerado o método mais simples e barato de melhoramento genético de uma espécie, pela rapidez na obtenção dos resultados (Borém e Miranda, 2009). A outra estratégia é a hibridação que pode ser intraespecífica ou interespecífica, na atualidade, a principal ferramenta do melhoramento genético da cultura, para obter cultivares superiores, ampliar a base genética e aproveitar a heterose (Hanna, 1999).

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 da longa duração e custo elevado do programa, uma vez que envolve 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. Portanto, alguns pré-requisitos precisam ser considerados para atingir os objetivos almejados pelos programas de melhoramento, entre eles, destacam-se a disponibilidade de diversidade, conhecimentos sobre a botânica floral, modo de reprodução e comportamento cromossômico (Pereira et al., 2001).

Atualmente, o capim-elefante tem sido estudado em programas de melhoramento genético com o intuito de selecionar materiais superiores aos já cultivados e adaptados a cada realidade ambiental do país (Melo, 2005). Muitas vezes esta seleção é prejudicada pela interação genótipos x ambientes, resultando em respostas diferentes do esperado (Silva et al., 2010).

A utilização de cultivares melhoradas é uma necessidade comum aos produtores de leite, que buscam novas variedades de forrageiras adaptadas aos diferentes ecossistemas. Entre os atributos são procurados cultivares com propagação via sementes, resistentes à cigarrinha das pastagens, com maior velocidade de crescimento, melhor produtividade, qualidade nutricional, tolerância a solos de baixa fertilidade e distribuição equitativa da produção de matéria seca durante o ano (Mello et al., 2006).

Martins et al. (2010), avaliaram alguns genótipos de capim-elefante do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Gado de Leite e verificaram a existência de variabilidade entre tais genótipos quanto à tolerância ao alumínio, influenciando características que estão direta ou indiretamente ligadas à produtividade como peso da matéria seca da parte aérea e raiz, altura da parte aérea e comprimento da raiz. Como no Brasil a maioria dos solos destinados à produção vegetal apresenta baixa fertilidade e problemas de acidez e toxidez por alumínio, a obtenção de cultivares melhoradas tolerantes a este elemento tóxico tem sido considerada uma alternativa promissora.

Silva (2011), utilizou 51 acessos de capim-elefante provenientes do Banco de Germoplasma da Embrapa Gado de Leite, Coronel Pacheco, MG e observou que, das 16 combinações híbridas, cinco foram promissoras para recuperar genótipos nas gerações segregantes.

Cunha (2012), estudando 53 acessos de capim-elefante, avaliou a estabilidade da produção forrageira desses genótipos durante os sucessivos cortes realizados ao longo do tempo nas condições edafoclimáticas de Campos

dos Goytacazes/RJ e verificou que entre os 20 genótipos de maior produtividade e estabilidade, três foram mais promissores o Pusa Napier nº 2, Taiwan A-143 e Merckeron Comum.

4. Análise Multivariada e Tipos de Técnicas

A denominação “Análise Multivariada” corresponde a um conjunto de métodos e técnicas que analisam simultaneamente as variáveis na interpretação teórica do conjunto de dados (Silva et al., 2010).

Conforme Ribeiro (2008), para a análise ser considerada multivariada todas as variáveis devem ser aleatórias e inter-relacionadas não permitindo que seus diferentes efeitos sejam significativamente interpretados de forma separada.

Segundo Fávero (2009), a análise multivariada apresenta importância fundamental para a tomada de decisões nos variados campos do conhecimento, seja em áreas como a economia, administração e contabilidade, sendo que a quantidade e a diversidade de dados que podem ser extraídos de uma determinada pesquisa podem ser bastante elevados, dificultando a determinação do relacionamento entre as variáveis e, principalmente, do modelo mais apropriado para se chegar às respostas desejadas.

Segundo Cruz e Carneiro (2006), os objetivos gerais, conduzidos pela análise multivariada são: redução de dados ou simplificação estrutural, ordenação e agrupamento, investigação da dependência entre variáveis, predição, construção e teste de hipóteses.

As técnicas de análise multivariada possibilitam avaliar um conjunto de dados, levando em consideração as correlações existentes, permitindo que interferências sobre o conjunto de dados sejam feitas em um nível de significância conhecido (Silva et al., 2010).

A análise de dados multivariados conta com diversas técnicas. Entre elas, podem ser citadas a análise de variância multivariada, análise fatorial, a regressão múltipla e a correlação múltipla, a análise discriminante múltipla, a análise multivariada de variância e covariância, a análise conjunta, a correlação canônica e a análise de agrupamentos e escalonamento.

Análises multivariadas de variância e covariância: também conhecidas como MANOVA (análise multivariada de variância) e MANCOVA (análise multivariada de covariância), têm o objetivo de verificar a semelhança entre grupos multivariados explorando simultaneamente as relações entre diversas variáveis independentes e duas ou mais variáveis dependentes métricas (Hair et al., 2005).

Análise fatorial: inclui a análise de componentes principais e análise dos fatores comuns. É aplicada quando há um número grande de variáveis e correlacionadas entre si com o objetivo de identificar um número menor de novas variáveis alternativas, não correlacionadas que, de algum modo, sumarizem as informações principais das variáveis originais encontrando os fatores ou variáveis latentes (Mingoti, 2005).

Regressão múltipla: é o método de análise adequado quando há uma única variável dependente métrica relacionada a duas ou mais variáveis independentes. O principal objetivo de sua aplicação é prever as mudanças na variável dependente de acordo com as variáveis independentes (Hair et al., 2005).

Análise discriminante múltipla: este tipo de análise é utilizado quando os grupos são conhecidos *a priori*. A análise discriminante é composta por um conjunto de métodos e ferramentas utilizados para distinguir grupos de populações e classificar as novas observações nos grupos determinados (Härdle e Simar, 2007).

Análise conjunta: segundo Hair et al. (2005), esta é uma técnica de dependência que vem sendo utilizada na avaliação de objetos, tais como produtos novos, serviços ou ideias. A aplicação mais direta é no desenvolvimento de novos produtos e serviços, permitindo a avaliação de produtos complexos e mantendo um contexto realista de decisão para o respondente.

Correlação canônica: tem como objetivo principal o estudo das relações lineares existentes entre dois conjuntos de variáveis. A aplicação desta análise resume a informação de cada conjunto de variáveis-resposta em combinações lineares, buscando se maximizar a correlação entre os dois conjuntos (Mingoti, 2005).

Análise de agrupamento: trata-se de uma análise que identifica grupos em objetos de dados multivariados. O objetivo é formar grupos com propriedades homogêneas de amostras heterogêneas grandes. Devem-se buscar grupos mais homogêneos possíveis e que as diferenças entre eles sejam as maiores possíveis (Härdle e Simar, 2007).

Escalonamento multidimensional: esta técnica é utilizada quando se deseja transformar julgamentos de consumidores sobre similaridade ou preferência em distâncias representadas em um espaço multidimensional (Hair et al., 2005).

Daher et al. (2000), avaliando 17 clones de capim-elefante obtiveram por meio do método de otimização de Tocher com base na distância generalizada de Mahalanobis, a formação de sete grupos heteróticos. Pereira et al. (2001), utilizaram o método de agrupamento de Tocher tendo a D_2 como medida de dissimilaridade e observaram a formação de três grupos, sendo que em todas as épocas permaneceram dentro de um mesmo agrupamento as cultivares Mineiro, Mercker e King Grass e, em outro, Taiwan A-146 e Roxo.

Shimoya et al. (2001), trabalhando com 99 genótipos de capim-elefante, também pelo método de otimização de Tocher com base na distância generalizada de Mahalanobis, observaram a formação de 18 grupos.

3.1.3 MATERIAL E MÉTODOS

1. Instalação e condução do experimento

O experimento foi conduzido na área de convênio do Centro Estadual de Pesquisas em Agroenergia e Aproveitamento de Resíduos (Pesagro - Rio) com a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), localizada em Campos dos Goytacazes, RJ, com latitude 21°19'23" Sul e longitude de 41°19'40" Oeste, a 13m de altitude, numa área de topografia suave, em solo classificado como Argissolo, distrófico

Segundo a classificação de Köppen, (1948), o clima da região Norte Fluminense é do tipo Aw, tropical quente e úmido, com período seco no inverno e chuvoso no verão. A análise de solo da área experimental apresentou as seguintes características: pH 5,5; fósforo ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) 18; potássio ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) 83; Ca ($\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$) 4,6; Mg ($\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$) 3,0; Al ($\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$) 0,1; H + Al ($\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$) 4,5 e C % 1,6.

O plantio foi feito nos dias 23 e 24 de fevereiro de 2011 utilizando colmos inteiros, distribuídos nos sulcos aos pares no sistema pé com ponta. Após a distribuição dos colmos, eles foram toletados em pedaços contendo duas ou três gemas.

Na adubação de plantio, foi disponibilizado para cada linha uma quantidade de 60 g de P_2O_5 (superfosfato simples), e 50 dias após o plantio bem como imediatamente após os cortes foi feita adubação de cobertura utilizando 70 g de ureia e 40 g de KCl por linha, correspondendo a 28,6 kg/ha de N e 24 kg - ha de K_2O .

Após a fase de estabelecimento, todos os genótipos foram cortados rente ao solo (corte de uniformização) no dia 15 de março de 2012 e em seguida, foi feita uma adubação em cobertura com 70 g de ureia e 40 g de KCl por linha. Nas parcelas em que houve falhas na emergência das plantas, procedeu-se ao replantio.

Os 80 genótipos de Capim-elefante, Tabela 1, foram avaliados no delineamento em blocos casualizados com duas repetições, sendo a parcela constituída por uma linha de 5,5 m com espaçamento de 2 m, totalizando 11m².

Foram efetuados cinco cortes, sendo dois no período da seca com 12 e 13 semanas cada (04/06/12 e 27/08/12, respectivamente) e três no período das águas com 8, 19 e 9 semanas cada (26/10/12, 05/03/13 e 08/05/13, respectivamente).

Tabela 1. Identificação dos genótipos do Banco de Germoplasma de Capim-elefante (BAGCE) CCTA/UENF.

GENÓTIPOS	ORIGEM	GENÓTIPOS	ORIGEM
Elefante da Colômbia	Colômbia/CIAT	Gramafante	Brasil
Mercker	Brasil/UFRRJ	Roxo	Brasil/UFLA
Três Rios	Brasil/UFRRJ	Guaco/I.Z.2	Brasil/APTA
Napier Volta Grande	Brasil/UFRRJ	Cuba-115	Cuba
Mercker Santa Rita	Brasil/UFRRJ	Cuba-116	Cuba
Pusa Napier N 2	Índia	Cuba-169	Cuba
Gigante de Pinda	Brasil	King Grass	Cuba
Napier N 2	Brasil	Roxo Botucatu	Brasil/UNESP
Mercker S. E. A	Brasil/UFRRJ	Mineirão IPEACO	Brasil/IPEACO
Taiwan A-148	Brasil/UFRRJ	Vruckwona Africano	Brasil/CENARGEM
Porto Rico 534-B	Brasil/UFV	Cameroon	Brasil/CENARGEM
Taiwan A-25	Brasil	CPAC	Brasil/CENARGEM
Albano	Colômbia/CIAT	Guacu	Brasil
Hib. Gigante Colômbia	Colômbia/CIAT	Napierzinho	Brasil
Pusa Gigante Napier	Índia	IJ 7125 cv EMPASC 308	Brasil/EPAGRI
Elefante Híbrido 534-A	Brasil/UFV	IJ 7126 cv EMPASC 310	Brasil/ EPAGRI
Costa Rica	Costa Rica	IJ 7127 cv EMPASC 309	Brasil/ EPAGRI
Cubano Pinda	Brasil/UFRRJ	IJ 7136 cv EMPASC 307	Brasil/ EPAGRI
Mercker Pinda	Brasil/UFRRJ	IJ 7139	Brasil/ EPAGRI
Mercker Pinda México	Brasil/UFRRJ	IJ 7141 cv EMPASC 306	Brasil/ EPAGRI
Mercker 86 México	Colômbia/CIAT	Goiano	Brasil/ EPAGRI
Taiwan A- 144	Brasil/UFRRJ	CAC-262	Brasil/ EPAGRI
Napier S.E.A.	Brasil/UFRRJ	Ibitinema	Brasil
Pusa Napier N 1	Índia	903-77 ou Australiano	Brasil
Elefante de Pinda	Colômbia/CIAT	13 AD	Brasil
Mole de Volta Grande	Brasil	10 AD IRI	Brasil
Napier	Brasil	07 A AD IRI	Brasil
Mercker Comum	Brasil	Pasto Panamá	Panamá
Teresópolis	Brasil/UFRRJ	BAG – 92	Brasil
Taiwan A-46	Brasil/UFRRJ	09 AD IRI	Brasil
Duro de Volta Grande	Brasil/UFRRJ	11 AD IRI	Brasil
Turrialba	Brasil/UFRRJ	06 AD IRI	Brasil
Taiwan A-146	Brasil/UFRRJ	01 AD IRI	Brasil
Cameroon - Piracicaba	Brasil/ESALQ	04 AD IRI	Brasil
Taiwan A-121	Brasil/ UFRRJ	13 AD IRI	Brasil
Vruckwona	Brasil/ESALQ	03 AD IRI	Brasil
P241 Piracicaba	Brasil/ESALQ	02 AD IRI	Brasil
IAC-Campinas	Brasil/UFRRJ	08 AD IRI	Brasil
Elefante C. Itapemirim	Brasil/UFRRJ	BAG UENF 79	Brasil/ C. União
Capim Cana D'África	Brasil/IPEACS	BAG UENF 80	Brasil/Pesagro Rio

2. Características avaliadas

As características morfoagronômicas foram avaliadas em amostras da parte aérea das plantas. Em cada corte, foram avaliadas as características descritas a seguir.

- Produção de matéria seca total (PMS) em $t\ ha^{-1}\ corte^{-1}$. Com os dados de produção de matéria seca na época da seca (SECA) e das águas (ÁGUAS) foi possível obter a produção de matéria seca total (TOTAL) e a participação da produção da época da seca em relação ao total referente aos cinco cortes realizados (SECA/TOTAL).
- Número de perfilho (NP) por metro linear: a contagem foi realizada em 1,0 m dentro das linhas, desprezando-se as extremidades decorrentes das falhas de brotação. Logo após, foram retirado dois perfilhos (duas subamostras), que foram acondicionados em saco de papel de 5 Kg para secagem em estufa a 65 °C, por 72 horas, até peso constante (ASA – amostra seca ao ar). O material seco (folha e colmo) foi moído em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm e acondicionado em frasco de plástico. Em seguida, as amostras foram colocadas novamente para secar em estufa a 105 °C, por 12 horas (ASE - amostra seca em estufa).
- Altura das plantas (ALT) em metros: medida do solo até a curvatura da última folha completamente expandida.
- Diâmetro do colmo (DC) em mm: medido a 10 cm do nível do solo.
- Largura da lâmina (LL) em cm: medida com régua graduada, obtida por três medidas em cada repetição.
- Porcentagem de matéria seca (%MS): foi estimada pelo produto entre a ASA e a ASE.

Para as análises univariadas, procedeu-se à análise de variância simples (ANOVA), para cada variável em cada avaliação, de acordo com o seguinte modelo $Y_{ij} = m + G_i + B_j + e_{ij}$ em que: Y_{ij} representa a observação do i -ésimo genótipo no j -ésimo bloco; m representa uma constante geral associada a esta variável aleatória; G_i representa o efeito do i -ésimo genótipo; B_j representa o efeito do j -ésimo bloco; e e_{ij} representa o erro experimental associado à observação Y . Posteriormente, foram agrupadas as médias dos genótipos para

cada variável dentro de cada avaliação, utilizando o agrupamento de Scott e Knott (1974). E para as análises multivariadas, foram utilizados as variáveis canônicas, distância generalizada de Mahalanobis (D^2) e método de agrupamento de Tocher, por meio do Programa computacional (GENES) (Cruz, 2013).

No presente trabalho, será abordada a análise dos componentes principais e de agrupamento pelo método de otimização de Tocher por meio da distância de Mahalanobis (D^2), que dividiu o conjunto de genótipos em subgrupos não vazios e mutuamente exclusivos, por meio da maximização ou minimização de alguma medida preestabelecida. Nesse método, adota-se o critério de que a média dos dados de dissimilaridade, dentro de cada grupo, deve ser menor que as distâncias médias entre quaisquer grupos. A partir de uma matriz de dissimilaridade, identificou-se o par de genótipos mais similar, tendo esses genótipos formado o grupo inicial. Em seguida, avaliou-se a possibilidade de inclusão de novos genótipos de forma que a distância média dos genótipos dentro do grupo fosse menor que as distâncias médias entre quaisquer grupos (Vasconcelos et al., 2011).

3.1.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Análises univariadas

1.1 Análise da produtividade de matéria seca

Segundo Cruz e Regazzi (2001), as análises de variância são importantes porque possibilitam avaliar a magnitude da variabilidade genética entre os genótipos estudados, a precisão relativa do experimento e as discrepâncias entre as variâncias residuais obtidas. A Tabela 2 mostra os valores dos quadrados médios obtidos na análise de variância das médias e dos coeficientes de variação experimental da produção de matéria seca, no período da seca e das águas, total e a relação da seca/total (participação da produção da época da seca em relação ao total).

Os resultados mostram diferença significativa, pelo teste F ($P < 0,01$), para a produtividade de matéria seca em $t\ ha^{-1}\ corte^{-1}$ do período da seca, das águas, total e a relação seca/total.

Tabela 2. Quadrado médio da análise de variância para produtividade de matéria seca (PMS) em $t\ ha^{-1}\ corte^{-1}$, referente à avaliação de 80 genótipos de capim-elefante. Campos dos Goytacazes - RJ, 2012/2013.

FV	GL	t $ha^{-1}\ corte^{-1}$			
		QMSeca	QMÁguas	QMTotal	QM(Seca/Total)
Blocos	1	38,1196	64,9804	0,235	693,4726
Tratamentos	79	17,1041**	17,7070**	46,0153**	102,9449**
Resíduo	79	6,34688	7,6765	17,4642	52,1222
Média		10,96	12,96	23,92	45,62
CV(%)		23,21	21,37	17,47	15,83

** : Significativos ao nível de 1%, pelo teste F.

O menor CV observado foi na seca/total com 15,83 % e o maior foi constatado no período da seca 23,21 %. Segundo Fonseca e Martins (1996), os coeficientes de variação indicam a precisão do experimento e, em ensaios agrícolas de campo, podem ser considerados baixos quando inferiores a 10%, médios, quando de 10% a 20%, altos, quando de 20% a 30%, e muito altos, quando superiores a 30%, sendo assim, os coeficientes de variação, de acordo com a classificação proposta por esses autores, apresentaram valores de médio a muito alto. Entretanto, observou-se que o CV do período da seca e o CV do período das água apresentaram valores muito próximos, isso pode ser explicado pelo fato de no período da seca ser comum um alto CV para a cultura, já que ele envolve a relação de três variáveis distintas: peso verde da parcela, asa-amostra seca a 65°C e asa-amostra seca a 105° C.

A produtividade de matéria seca (PMS) é considerada a característica de maior importância para o capim-elefante, tendo a média de produtividade variado entre 10,96 e 45,62 $t\ ha^{-1}\ corte^{-1}$ no período da seca e % seca (participação da produção da época da seca em relação ao total), respectivamente. Souza Sobrinho et al. (2005), trabalhando com 12 híbridos interespecíficos entre milho e 11 cultivares de capim-elefante, obtiveram média de produção de matéria seca de 7,45 $t\ ha^{-1}\ corte^{-1}$, valor inferior ao obtido neste trabalho, embora, com intervalos, de 72, 73, 66, 92, 97, 65, 67 e 81 dias de crescimento,

respectivamente, diferentes dos intervalos deste trabalho. Lista (2008), em seu estudo na região de Campos, ao avaliar o potencial de 10 genótipos e duas cultivares de capim-elefante sob irrigação encontrou uma média de aproximadamente 15,00 t ha⁻¹ corte⁻¹.

Leão et al. (2012), estudando o desempenho de 13 genótipos de capim, obtiverem média de 4,86 t ha⁻¹ corte⁻¹. Cunha (2012), constatou média de produção de matéria seca entre 4,18 e 9,32 t ha⁻¹ corte⁻¹, valor inferior ao encontrado neste trabalho. Oliveira (2011), avaliando seis genótipos de capim-elefante submetidos a diferentes níveis de adubação nitrogenada, encontrou média de 35,03 t ha⁻¹ corte⁻¹, valor superior ao observado neste trabalho.

A Tabela 3 mostra os valores médios da produção de matéria seca por genótipo e agrupamento de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3. Valores médios da produtividade de matéria seca em t ha⁻¹ corte⁻¹, avaliadas em 80 genótipos de capim-elefante em Campos dos Goytacazes - RJ, 2012/2013.

Genótipos	Seca	Águas	Total	Seca/Total
Elefante da Colômbia	11,794 a	19,608 a	31,403 a	37,595 b
Mercker	8,933 b	11,258 b	20,191 b	43,460 b
Três Rios	12,285 a	9,757 b	22,042 b	55,870 a
Napier Volta Grande	8,221 b	7,996 b	16,217 b	50,340 a
Mercker Santa Rita	7,307 b	17,462 a	24,769 a	30,350 b
Pusa Napier N 2	6,578 b	9,004 b	15,583 a	42,995 b
Gigante de Pinda	14,935 a	12,381 b	27,316 a	52,655 a
Napier N 2	6,217 b	12,952 b	19,169 b	32,450 b
Mercker S. E. A	8,009 b	13,429 b	21,438 b	37,080 b
Taiwan A-148	8,613 b	17,534 a	26,147 a	32,750 b
Porto Rico 534-B	8,588 b	7,803 b	16,391 b	52,530 a
Taiwan A-25	11,280 a	14,730 a	26,011 a	42,065 b
Albano	10,875 a	14,910 a	25,785 a	42,060 b
Hib. Gigante Colômbia	11,187 a	17,183 a	28,370 a	40,335 b
Pusa Gigante Napier	9,687 b	12,375 b	22,062 b	43,755 a
Elefante Híbrido 534-A	9,649 b	11,861 b	21,511 b	45,070 a
Costa Rica	7,549 b	12,372 b	19,921 b	37,760 b
Cubano Pinda	6,010 b	6,505 b	12,515 b	48,055 a
Mercker Pinda	5,903 b	11,835 b	17,737 b	33,290 b
Mercker Pinda México	5,580 b	10,542 b	16,122 b	34,100 b

Cont. Tabela 3

Genótipos	Seca	Águas	Total	Seca/Total
Mercker 86 México	8,661 b	13,938 b	22,599 b	38,175 b
Taiwan A-144	11,773 a	13,627 b	25,400 a	46,615 a
Napier S.E.A.	6,353 b	16,447 a	22,800 b	28,200 b
Pusa Napier N 1	9,293 b	12,352 b	21,645 b	44,410 a
Elefante de Pinda	14,949 a	16,004 a	30,953 a	47,425 a
Mole de Volta Grande	12,278 a	12,212 b	24,490 a	48,440 a
Napier	10,957 a	10,070 b	21,028 b	49,790 a
Mercker Comum	11,404 a	9,066 b	20,470 b	55,450 a
Teresópolis	8,662 b	15,741 a	24,403 a	34,990 b
Taiwan A-46	8,462 b	10,333 b	18,795 b	46,040 a
Duro de Volta Grande	13,174 a	13,875 b	27,050 a	50,215 a
Turrialba	10,598 b	14,380 a	24,978 a	42,290 b
Taiwan A-146	12,897 a	11,559 b	24,456 a	52,395 a
Cameroon - Piracicaba	8,766 b	10,303 b	19,069 b	45,980 a
Taiwan A-121	11,787 a	14,710 a	26,497 a	44,575 a
Vruckwona	7,556 b	7,844 b	15,399 b	48,945 a
P241 Piracicaba	12,780 a	17,919 b	30,700 a	41,130 b
IAC-Campinas	13,344 a	12,703 b	26,048 a	51,270 a
Elefante C. Itap.	13,333 a	13,246 b	26,579 a	49,140 a
Capim Cana D'África	9,585 b	10,634 b	20,219 b	47,400 a
Gramafante	16,888 a	12,264 b	29,152 a	58,275 a
Roxo	11,535 a	8,525 b	20,060 b	57,500 a
Guaçu/I.Z.2	14,658 a	19,052 a	33,710 a	45,550 a
Cuba-115	15,205 a	11,523 b	26,727 a	56,680 a
Cuba-116	10,858 a	10,760 b	21,618 b	50,925 a
Cuba-169	12,629 a	11,436 b	24,065 a	53,220 a
King Grass	11,805 a	13,972 b	25,777 a	47,650 a
Roxo Botucatu	7,961 b	10,904 b	18,865 b	42,080 b
Mineirão IPEACO	12,047 a	12,787 b	24,834 a	48,165 a
Vruckwona Africano	9,908 b	17,762 a	27,669 a	35,225 b
Cameroon	9,386 b	9,873 b	19,260 b	4,9325 a
CPAC	12,533 a	14,931 a	27,465 a	45,430 a
Guaçu	11,681 a	10,605 b	22,286 b	51,720 a
Napierzinho	11,234 a	10,367 b	21,601 b	52,603 a
IJ 7125 cv EMPASC 308	11,604 a	14,028 b	25,633 a	45,315 a
IJ 7126 cv EMPASC 310	8,062 b	15,154 a	23,215 b	35,160 b
IJ 7127 cv EMPASC 309	14,953 a	16,444 a	31,398 a	47,690 a
IJ 7136 cv EMPASC 307	16,637 a	18,669 a	35,306 a	47,055 a
IJ 7139	12,948 a	11,614 b	24,563 a	53,170 a

Cont. Tabela 3

Genótipos	Seca	Águas	Total	Seca/Total
IJ 7141 cv EMPASC 306	9,411 b	10,932 b	20,343 b	46,165 a
Goiano	11,635 a	13,045 b	24,680 a	47,645 a
CAC-262	13,814 a	13,611 b	27,425 a	50,355 a
Ibitinema	9,653 b	13,899 b	23,552 b	41,480 b
903-77 ou Australiano	14,893 a	14,585 a	29,478 a	50,205 a
13 AD	12,549 a	12,636 b	25,185 a	43,075 b
10 AD IRI	10,024 b	12,841 b	22,865 b	52,915 a
07 AD IRI	12,189 a	11,020 b	23,209 b	47,585 a
Pasto Panamá	20,054 a	22,141 a	42,195 a	56,575 a
BAG – 92	14,034 a	10,671 b	24,705 a	50,445 a
09 AD IRI	13,752 a	13,473 b	27,225 a	48,610 a
11 AD IRI	11,418 a	12,087 b	23,506 b	30,785 b
06 AD IRI	5,846 b	13,112 b	18,959 b	55,720 a
01 AD IRI	12,038 a	9,693 b	21,732 b	48,650 a
04 AD IRI	12,060 a	12,754 b	24,813 a	39,810 b
13 AD IRI	8,710 b	13,024 b	21,734 b	29,330 b
03 AD IRI	7,774 b	18,885 a	26,659 a	51,035 a
02 AD IRI	15,683 a	13,370 b	29,054 a	52,865 a
08 AD IRI	15,029 a	12,386 b	27,415 a	41,130 b
BAG UENF 79	7,839 b	11,311 b	19,150 b	44,250 a
BAG UENF 80	9,979 b	12,460 b	22,439 b	50,795 a

No período da seca, a média variou de 5,58 a 20,05 t ha⁻¹ corte⁻¹ para os genótipos Mercker Pinda México e Pasto Panamá, respectivamente. O agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade permitiu a formação de dois grupos, sendo que 45 genótipos dos 80 avaliados se encontraram no grupo a. Silva (2011), ao avaliar o corte no período da seca observou que dentre os híbridos, se destacaram H10 e H7, com valores respectivos de 5,32 e 5,16 t ha⁻¹ corte⁻¹ e dentre os genitores, destacou-se Taiwan A-144 (P1), com 5,79 t ha⁻¹ corte⁻¹, além de obter três grupos, valores esses inferiores ao constatados neste trabalho.

No período das águas a média oscilou entre 6,50 e 22,14 t ha⁻¹ corte⁻¹ com destaque para os genótipos Cubano Pinda e Pasto Panamá respectivamente, tendo ocorrido a formação de dois grupos, com o grupo a contemplando 21 genótipos dos 80 estudados.

Souza Sobrinho et al. (2005), observaram que a média variou de 15,26 a 8,29 t ha⁻¹ corte⁻¹ para a cultivar Pioneira e para o híbrido 80, respectivamente, valores estes inferiores ao deste trabalho, porém verificaram a formação de seis grupos pelo agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade, quantidade essa superior à encontrada neste trabalho.

No total a média ficou entre 12,51 e 35,30 t ha⁻¹ corte⁻¹ para os genótipos Cubano Pinda e IJ 7136 cv EMPASC 307, nesta ordem tendo sido dois grupos, com destaque para o grupo a composto por 40 genótipos.

Leão et al. (2012), avaliando três cultivares de capim-elefante e 11 híbridos obtiveram uma variação na média entre 2,47 e 9,76 t ha⁻¹ corte⁻¹ para a combinação HCM-4x-3 e para a cultivar Pioneira respectivamente, valores menores do que os encontrados neste trabalho.

Para a relação seca/total, a variação foi de 28,26 a 58,27 t ha⁻¹ corte⁻¹ para os genótipos Napier S.E.A. e Gramafante respectivamente, formando dois grupos, com distinção do grupo a, no qual 53 genótipos foram agrupados. Queiroz et al. (2000), também obtiveram produções maiores para a cultivar Gramafante, principalmente quando houve adubação nitrogenada.

Os genótipos que se posicionaram no grupo “a” simultaneamente para seca, águas e total, denominado grupo elite, foram: Elefante da Colômbia, Taiwan A-25, Albano, Híbrido Gigante Colômbia, Elefante de Pinda, Taiwan A-121, P241 Piracicaba, Guaçu/I.Z.2, CPAC, EMPASC 309, EMPASC 307, Australiano e Pasto Panamá. Sendo assim, sugere-se que estes genótipos sejam utilizados em futuros cruzamentos, para aumentar os ganhos genéticos.

Com relação à distribuição da produção de forragem ao longo do ano, pode-se observar que, em média, 45,62% da produção forrageira ocorreu na época da seca (dois cortes) e o restante, na época das águas (três cortes). Isso pode ser explicado pelo fato de que no período em que o experimento foi conduzido durante os anos de 2012 a 2013, em especial na época da seca, o período mais crítico de produção, ocorreram muitas chuvas e na época das águas, que comumente apresenta índice pluviométrico maior, houve um longo período de estiagem na cidade de Campos dos Goytacazes-RJ, Tabela 4. Esta média de distribuição de forragem foi superior às obtidas por Botrel et al. (1994), que verificaram que a produção de forragem durante o período da seca foi de apenas de 15%, e Daher et al. (2000), observaram que a produção da época da seca, em

relação ao total foi de 27%, comprovando que a maior produtividade ocorre no período das águas, já que as plantas tendem a ter mais disponibilidade de água para seu desenvolvimento.

Tabela 4 - Dados pluviométricos (mm) organizados em meses coletados nas proximidades da área experimental durante a execução do trabalho.

Ano de 2012		Ano de 2013	
Mês	Precipitação (mm)	Mês	Precipitação (mm)
Abril	103,20	Janeiro	45,02
Maio	147,20	Fevereiro	38,23
Junho	74,00	Março	73,60
Julho	5,90	Abril	14,20
Agosto	59,80	Maio	41,60
Setembro	21,60	Julho	-
Outubro	12,50	Agosto	-
Novembro	133,70	Setembro	-
Dezembro	10,40	Outubro	-

Fonte: Estação evapotranspirométrica do Centro Estadual de Pesquisa em Agroenergia e Aproveitamento de resíduos – Pesagro – Rio, Campos dos Goytacazes-RJ.

1.2 Análise de variância das características morfoagronômicas

A tabela 5 mostra os resultados da análise de variância bem como as estimativas de média geral e de coeficientes de variação experimental para as características morfoagronômicas avaliadas nos cinco corte (ambientes), no período da seca e das águas. Foram evidenciadas diferenças significativas, pelo teste F ($P < 0,01$), entre os genótipos, para todas as características morfoagronômicas avaliadas, exceto para número de perfilhos no período das águas, indicando variabilidade genética existente nos genótipos avaliados.

Tabela 5. Resumo da análise de variância para os caracteres NP, ALT, DC e LL, referente à avaliação de 80 genótipos de capim-elefante. Campos dos Goytacazes - RJ, 2012/2013.

Fonte de Variação	GL	QUADRADOS MÉDIOS							
		NP		ALT		DC		LL	
		SECA	ÁGUAS	SECA	ÁGUAS	SECA	ÁGUAS	SECA	ÁGUAS
Blocos	1	652,5812	0,3331	0,3667	0,361	0,0017	0,0014	0,0099	0,0727
Tratamentos	79	373,2415 **	204,6157 ^{ns}	0,0643 **	0,0182 **	0,0421 **	0,0419 **	0,2586 **	0,2259**
Resíduo	79	164,4543	173,7224	0,025	0,0079	0,0128	0,004	0,0651	0,0527
Média		45,09	46,02	1,43	1,22	1,06	1,09	2,64	2,83
CV(%)		28,44	28,64	11,06	7,30	10,69	5,83	9,65	8,12

número de perfilho (NP) por metro linear, altura de planta (ALT) em m, diâmetro do colmo (DC) em mm e largura da lâmina (LL) em cm; **, ns Significativo e não significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

De modo geral, a variável número de perfilhos por metro linear foi a que apresentou maior valor para o coeficiente de variação (CV), com 28,64% no período da seca e 20,44% no período das águas. Para a característica altura, observou-se CV de 7,30% no período das águas e de 11,06% no período da seca. Para, diâmetro do colmo no período das águas o CV foi de 5,83%, e no período da seca de 10,69%. Para largura da lâmina foliar, o CV foi de 9,65% no período de seca e de 8,12% no período das águas, valores considerados baixos (Pimentel - Gomes, 2009). Silva et al. (2010), verificaram valor de CV considerado alto de 27,25% para esta variável. Melo (2005), obteve na estação chuvosa CV igual a 23,9 %, enquanto, na estação seca, o CV foi de 29,3%. Após verificar os valores dos coeficientes de variação para as variáveis estudadas no experimento, constatou-se que eles apresentaram valores baixos, médios e altos. Segundo Fonseca e Martins (1996), os coeficientes de variação indicam a precisão do experimento e podem ser considerados baixos quando inferiores a 10%, médios, quando de 10% a 20%, altos, quando de 20% a 30%, e muito altos, quando superiores a 30%. No entanto, segundo Pimentel - Gomes (2009), esses valores da faixa de classificação são considerados muito generalistas e, conseqüentemente, não respeitam as particularidades da cultura. Dessa forma, os valores obtidos no experimento podem ser aceitáveis, pois as características em estudo são governadas por muitos genes e, por conseguinte, muito influenciadas pelo ambiente.

1.3 Análise e Agrupamento das médias

A Tabela 6 mostra os valores médios e os agrupamentos obtidos para número de perfilhos por metro linear (NP), altura das plantas (ALT), diâmetro do colmo (DC) e largura da lâmina foliar (LL) na época da seca e das águas.

O número de perfilhos por metro linear variou entre 22,00 e 91,25 para os genótipos Capim Cana D'África e BAG – 92, respectivamente, e obteve média de 45,09 no período da seca. No período das águas, a variação foi de 26,04 e 72,63 para os genótipos Goiano e IJ 7127 cv EMPASC 309, respectivamente, com média de 46,02 no período das águas, médias superiores aos valores obtidos por Daher et al. (2000), que encontraram média de 21,6 perfilhos. Silva (2011), verificou média de 47,63 e Cunha (2012), obteve valores médios que variaram de

27,65 a 46,76 perfilhos. Estes resultados são importantes, visto que maior número de perfilhos basais, significa maior número de gemas axilares para o desenvolvimento de perfilhos aéreos, que são fundamentais no período de crescimento (Jacques, 1997). De acordo com o agrupamento de médias Scott-Knott a 5% de probabilidade, para a característica número de perfilhos por metro linear foram formados dois grupos. Para todos os genótipos avaliados no período das águas, formou-se apenas um grupo, que variou entre 26,04 e 72,63, com destaque para os genótipos Goiano e IJ 7127 cv EMPASC 309, nesta ordem. Xia et al. (2010), fizeram análise de agrupamento envolvendo 17 genótipos de capim-elefante e um híbrido com milho e concluíram que o grupo com maior produtividade apresentava poucos perfilhos por planta. Porém, Daher et al. (2004), ressaltaram que esta variável foi capaz de explicar melhor o potencial de produção de matéria seca atuando de forma direta na variável básica.

Para a característica altura de planta no período da seca, observou-se valor médio de 1,43 m (1,06 a 1,845 m) para os genótipos Cameroon – Piracicaba e BAG UENF 80, respectivamente e na época das águas, a média foi de 1,22m (1,03 a 1,46 m) para os genótipos Napier Volta Grande e Pasto Panamá respectivamente, valores menores que os obtidos na seca. Pereira et al. (2006), observaram média de 2,25 m, Leão et al. (2012), encontraram média igual a 1,57 m e Cunha (2012), obteve valores médios entre 1,52 e 2,12 metros de altura, respectivamente, valores esse superiores aos verificados neste trabalho. Os genótipos foram distribuídos em apenas um grupo no período da seca com variação de 1,06 e 1,84 m, para os genótipos Cameroon - Piracicaba e BAG UENF 80, respectivamente e no período das águas, com variação entre 1,03 a 1,45 m, para os genótipos BAG – 92 e Elefante Cachoeira Itapemirim, respectivamente.

Tabela 6. Valores médios de quatro características morfológicas, avaliadas em 80 genótipos de capim-elefante, em Campos dos Goytacazes - RJ, 2012/2013.

GENÓTIPOS	NP		ALT (m)		DC (mm)		LL (cm)									
	SECA	ÁGUAS	SECA	ÁGUAS	SECA	ÁGUAS	SECA	ÁGUAS								
Elefante da Colômbia	52,57	a	52,10	a	1,57	a	1,41	a	11,30	a	11,20	c	2,38	b	3,07	a
Mercker	36,32	b	39,42	a	1,30	b	1,22	a	12,50	a	13,00	b	2,79	a	3,18	a
Três Rios	51,61	a	52,25	a	1,21	b	1,13	b	11,03	a	11,80	c	2,27	b	2,87	a
Napier Volta Grande	51,25	a	38,65	a	1,13	b	1,03	b	11,30	a	11,50	c	3,13	a	3,37	a
Mercker Santa Rita	43,25	b	60,83	a	1,26	b	1,26	a	13,10	a	12,50	b	2,63	b	3,01	a
Pusa Napier N 2	44,67	b	35,39	a	1,22	b	1,22	a	12,20	a	11,40	c	2,53	b	3,19	a
Gigante de Pinda	75,45	a	45,45	a	1,30	b	1,20	b	11,00	b	11,20	c	2,69	b	2,85	a
Napier N 2	35,25	b	50,19	a	1,22	b	1,26	a	12,90	a	13,00	b	2,48	b	2,93	a
Mercker S. E. A	36,00	b	47,29	a	1,26	b	1,25	a	11,20	a	11,30	c	2,50	b	2,98	a
Taiwan A-148	42,75	b	47,17	a	1,44	a	1,28	a	10,70	b	10,30	d	2,48	b	2,71	b
Porto Rico 534-B	45,17	b	48,00	a	1,48	a	1,13	b	8,00	b	8,70	e	2,27	b	2,44	b
Taiwan A-25	47,09	b	46,06	a	1,33	b	1,25	a	10,00	b	10,40	d	2,16	b	2,74	b
Albano	25,31	b	28,97	a	1,61	a	1,39	a	14,30	a	14,50	a	2,75	a	3,22	a
Hib. Gigante Colômbia	45,20	b	50,14	a	1,50	a	1,32	a	10,70	b	12,20	c	2,38	b	2,96	a
Pusa Gigante Napier	37,75	b	43,46	a	1,39	b	1,39	a	10,60	b	10,90	c	2,36	b	2,69	b
Elefante Híbrido 534-A	28,14	b	33,56	a	1,30	b	1,30	a	10,80	b	12,70	b	2,82	a	2,85	a
Costa Rica	26,50	b	45,37	a	1,17	b	1,21	a	9,10	b	12,00	c	3,10	a	2,93	a
Cubano Pinda	24,71	b	37,97	a	1,27	b	1,29	a	11,60	a	11,90	c	2,63	b	3,10	A
Mercker Pinda	43,75	b	40,06	a	1,11	b	1,22	a	11,90	a	11,50	c	1,59	b	2,52	b
Mercker Pinda México	32,25	b	33,79	a	1,22	b	1,17	b	12,30	a	11,90	c	1,84	b	2,62	b

Cont. Tabela 6

GENÓTIPOS	NP		ALT (m)				DC (mm)		LL (cm)							
	SECA	ÁGUAS	SECA	ÁGUAS	SECA	ÁGUAS	SECA	ÁGUAS	SECA	ÁGUAS	SECA	ÁGUAS				
Mercker 86 México	41,00	b	41,05	a	1,52	a	1,25	a	10,70	b	10,40	d	2,08	b	2,75	b
Taiwan A-144	42,25	b	45,33	a	1,43	a	1,25	a	12,40	a	11,70	c	2,43	b	2,80	b
Napier S.E.A.	40,25	b	49,24	a	1,34	b	1,21	b	10,50	b	10,40	d	2,59	b	2,74	b
Pusa Napier N 1	36,75	b	31,89	a	1,37	b	1,29	a	14,50	a	14,30	a	2,44	b	2,94	a
Elefante de Pinda	57,48	a	40,56	a	1,25	b	1,23	a	14,00	a	13,00	b	2,35	b	2,59	b
Mole de Volta Grande	60,75	a	69,45	a	1,17	b	1,15	b	10,20	b	10,30	d	2,24	b	2,44	b
Napier	50,51	a	56,56	a	1,17	b	1,05	b	10,50	b	11,30	c	2,34	b	2,57	b
Mercker Comum	51,59	a	56,22	a	1,58	a	1,16	b	7,00	b	6,70	f	2,11	b	1,86	c
Teresópolis	44,00	b	62,83	a	1,60	a	1,23	a	8,30	b	8,50	e	2,33	b	2,06	c
Taiwan A-46	42,25	b	47,53	a	1,52	a	1,17	b	11,80	a	9,90	d	2,18	b	2,16	c
Duro de Volta Grande	45,13	b	49,88	a	1,53	a	1,32	a	12,50	a	13,00	b	2,49	b	1,98	c
Turrialba	33,44	b	35,62	a	1,30	b	1,14	b	10,40	b	8,50	e	2,64	b	2,53	b
Taiwan A-146	63,51	a	43,47	a	1,50	a	1,31	a	9,50	b	10,00	d	2,12	b	2,52	b
Cameroon - Piracicaba	49,35	a	40,14	a	1,06	b	1,10	b	10,10	b	11,40	c	3,13	a	2,87	a
Taiwan A-121	53,28	a	38,83	a	1,33	b	1,28	a	8,90	b	9,40	d	2,49	b	2,87	a
Vruckwona	31,31	b	27,79	a	1,31	b	1,04	b	9,90	b	11,40	c	2,64	b	3,04	a
P241 Piracicaba	32,07	b	62,00	a	1,40	b	1,23	a	11,10	a	12,40	b	3,05	a	3,23	a
IAC-Campinas	34,47	b	48,00	a	1,72	a	1,27	a	10,30	b	9,70	d	3,14	a	3,27	a
Elefante Cachoeiro Itapemirim	52,25	a	58,67	a	1,77	a	1,46	a	9,50	b	9,00	e	2,68	b	2,70	b
Capim Cana D'África	22,00	b	31,24	a	1,70	a	1,17	b	10,50	b	11,10	c	3,20	a	3,22	a
Gramafante	53,28	a	41,23	a	1,64	a	1,31	a	10,00	b	9,90	d	2,78	a	3,01	a

Cont. Tabela 6

GENÓTIPOS	NP		ALT (m)		DC (mm)		LL (cm)									
	SECA	ÁGUAS	SECA	ÁGUAS	SECA	ÁGUAS	SECA	ÁGUAS								
Roxo	38,25	b	32,50	a	1,64	a	1,39	a	10,90	b	11,00	c	2,46	B	2,76	b
Guaçu/I.Z.2	45,33	b	70,43	a	1,45	a	1,16	b	11,30	a	11,90	c	3,03	A	3,05	a
Cuba-115	47,50	b	45,10	a	1,69	a	1,29	a	10,80	b	11,70	c	2,53	B	2,93	a
Cuba-116	41,75	b	32,59	a	1,79	a	1,27	a	10,20	b	10,60	d	2,43	B	2,79	b
Cuba-169	26,88	b	46,08	a	1,67	a	1,19	b	12,40	a	12,80	b	2,99	A	3,09	a
King Grass	46,95	b	43,88	a	1,59	a	1,28	a	9,90	b	10,60	d	2,51	b	2,76	b
Roxo Botucatu	22,61	b	40,21	a	1,67	a	1,08	b	10,40	b	9,70	d	2,56	b	3,01	a
Mineirão IPEACO	46,59	b	41,50	a	1,43	b	1,17	b	11,40	a	11,10	c	2,57	b	2,78	b
Vruckwona Africano	45,50	b	44,67	a	1,50	a	1,34	a	9,10	b	10,20	d	2,63	b	3,02	a
Cameroon	25,50	b	36,88	a	1,62	a	1,26	a	11,80	a	11,60	c	3,12	a	3,62	a
CPAC	26,30	b	50,04	a	1,60	a	1,23	a	11,00	a	11,90	c	3,06	a	3,36	a
Guaçu	31,63	b	50,12	a	1,39	b	1,18	b	12,10	a	12,20	c	2,97	a	3,30	a
Napierzinho	41,21	b	52,95	a	1,47	a	1,28	a	9,60	b	8,50	e	2,45	b	2,98	a
IJ 7125 cv EMPASC 308	51,25	a	44,39	a	1,38	b	1,25	a	10,70	b	10,30	d	2,79	a	2,75	b
IJ 7126 cv EMPASC 310	39,51	b	36,62	a	1,41	b	1,27	a	11,40	a	12,30	b	2,15	b	2,79	b
IJ 7127 cv EMPASC 309	63,45	a	72,64	a	1,45	a	1,26	a	9,40	b	10,30	d	2,47	b	2,57	b
IJ 7136 cv EMPASC 307	63,25	a	57,39	a	1,53	a	1,25	a	10,90	b	11,20	c	2,97	a	3,22	a
IJ 7139	31,50	b	32,75	a	1,80	a	1,31	a	8,80	b	9,40	d	3,19	a	3,61	a
IJ 7141 cv EMPASC 306	30,00	b	43,84	a	1,54	a	1,21	b	9,90	b	10,70	d	2,81	a	2,94	a
Goiano	40,45	b	26,05	a	1,58	a	1,25	a	11,10	a	11,10	c	2,85	a	3,29	a
CAC-262	63,25	a	52,77	a	1,48	a	1,25	a	9,60	b	10,20	d	2,99	a	2,92	a
Ibitinema	37,26	b	43,02	a	1,46	a	1,05	b	10,30	b	9,80	d	2,68	b	2,48	b
903-77 ou Australiano	74,42	a	58,67	a	1,53	a	1,24	a	10,40	b	10,20	d	2,91	a	2,97	a
13 AD	72,50	a	51,81	a	1,34	b	1,20	b	8,50	b	8,70	e	2,13	b	2,30	c

Continuação – Tabela 6

GENÓTIPOS	NP		ALT (m)				DC (mm)		LL (cm)							
	SECA	ÁGUAS	SECA	ÁGUAS	SECA	ÁGUAS	SECA	ÁGUAS								
10 AD IRI	38,50	b	45,91	a	1,63	a	1,16	b	10,90	b	11,00	c	3,38	a	2,76	b
07 AD IRI	54,70	a	46,14	a	1,19	b	1,04	b	10,70	b	10,10	d	2,29	b	2,58	b
Pasto Panamá	67,59	a	49,34	a	1,60	a	1,46	a	11,70	a	12,50	b	3,16	a	3,19	a
BAG – 92	91,25	a	64,56	a	1,30	b	1,03	b	7,10	b	7,50	f	2,30	b	2,21	c
09 AD IRI	44,50	b	59,08	a	1,49	a	1,15	b	8,50	b	8,80	e	2,88	a	2,53	b
11 AD IRI	55,05	a	43,75	a	1,19	b	1,13	b	9,90	b	9,70	d	2,63	b	2,61	b
06 AD IRI	49,92	a	55,92	a	1,27	b	1,09	b	8,00	b	10,80	c	2,81	a	2,54	b
01 AD IRI	78,61	a	30,17	a	1,31	b	1,13	b	10,80	b	11,20	c	3,13	a	2,91	a
04 AD IRI	48,44	b	37,17	a	1,34	b	1,13	b	10,60	b	10,80	c	2,99	a	2,97	a
13 AD IRI	40,53	b	55,14	a	1,31	b	1,16	b	9,50	b	10,90	c	2,67	b	2,61	b
03 AD IRI	31,25	b	51,24	a	1,37	b	1,11	b	9,70	b	10,50	d	2,74	a	2,68	b
02 AD IRI	56,75	a	57,05	a	1,47	a	1,20	b	12,10	a	13,20	b	2,98	a	2,77	b
08 AD IRI	52,25	a	46,80	a	1,35	b	1,16	b	9,60	b	9,90	d	3,02	a	2,55	b
BAG UENF 79	43,25	b	46,25	a	1,26	b	1,11	b	8,70	b	9,10	e	2,90	a	2,85	a
BAG UENF 80	39,75	b	32,72	a	1,85	a	1,15	b	9,90	b	11,90	c	3,35	a	3,08	a

Alguns trabalhos têm mostrado relação direta entre disponibilidade de água no solo e altura das plantas de capim-elefante, tanto na época seca quanto na época chuvosa (Mota et al., 2010; Mota et al., 2011). Silva (2011), analisou um agrupamento com 16 combinações híbridas e 8 genitores de capim-elefante em Campos dos Goytacazes-RJ e obteve três grupos para esta característica.

A característica diâmetro médio das plantas no período da seca teve média de 1,06 mm (7,00 a 14,50 mm) com destaque para os genótipos Mercker Comum e o Pusa Napier N 1; já no período das águas a média foi de 1,09 mm (6,70 a 14,50 mm) para os genótipos Mercker Comum e Albano, nesta ordem. Pereira et al. (2001), encontraram valores inferiores, com média de 10,80 mm, mostrando uma considerável amplitude de variação, indicando ser uma característica de alta variabilidade entre os genótipos avaliados. Silva et al. (2009), estudando o capim-elefante anão, obtiveram média de 10,53 mm. Silva (2011), constatou média de 1,66 mm e Cunha (2012), encontrou médias variando de 10,29 a 16,36 mm para esta característica. No presente estudo, os genótipos foram separados de acordo com Scott-Knott ($P < 0,05$) em dois grupos para os valores de diâmetro de colmo no período da seca, tendo variado de 7,00 a 14,50 mm, sendo representados pelos genótipos Mercker Comum e Pusa Napier N 1, e em seis grupos para os valores de DC no período das águas, que com variação entre 6,70 e 14,50 mm para os genótipos Mercker Comum e Albano. Rezende et al. (2008), avaliando a cultivar Cameroon no período da seca, obtiveram para o diâmetro de colmo variação entre 5,40 e 12,50 mm, e no período das águas a variação foi de 15,90 a 20,3 mm medidas inferiores às encontradas no período seco, quando as condições de precipitação e temperatura foram menos favoráveis.

Quanto à característica largura da lâmina foliar, a média observada para o período da seca foi de 2,64 cm (1,58 a 3,37 cm) nos genótipos Mercker Pinda e 10 AD IRI, respectivamente: para o período das águas, o valor médio foi de 2,83 cm (1,98 a 3,26 cm) para os genótipos Duro de Volta Grande e IAC- Campinas, nesta ordem. Zhang et al. (2010), obtiveram média de 3,33 cm e Silva (2011), constatou média de 3,11 cm, valores esses superiores aos encontrados neste trabalho. Os genótipos foram separados de acordo com Scott-Knott ($P < 0,05$) em dois grupos no período da seca, com destaque para os genótipos Mercker Pinda que apresentaram a menor média 1,58 cm, o genótipo 10 AD IRI, apresentou

maior média 3,37 cm. No período das águas, os genótipos que se destacaram foram o Mercker Comum, com 1,86 cm, e o Cameroon com a maior média 3,61 cm, formando três grupos para o agrupamento de médias. Assim, foi possível verificar diferença significativa entre os genótipos que apresentaram menor e maior medida nos dois períodos avaliados durante os cinco cortes do experimento.

2. Análise Multivariada

2.1 Divergência genética

Considerando o número de genótipos, as variáveis avaliadas e a baixa discriminação entre os genótipos formada pelo teste Scott-Knott em nível de 5 % de probabilidade, foi feita a análise multivariada para uma avaliação conjunta dos genótipos sob análise simultânea das variáveis, utilizando variáveis canônicas e dissimilaridade (distância generalizada de Mahalanobis).

Os autovalores e respectivos autovetores obtidos pela análise de variáveis canônicas estão descritos na Tabela 7. A variância acumulada pelas duas primeiras variáveis canônicas correspondeu a de 66,8% da variância total (Tabela 7).

Segundo Cruz e Regazzi (2001), a viabilidade do uso dessa técnica para a identificação de genótipos similares em gráficos bi ou tridimensionais depende da variação da variância total acima de 80% entre as primeiras variáveis canônicas. Shimoya et al. (2001), ao avaliarem o grau de divergência genética entre 99 genótipos de capim elefante em Coronel Pacheco - MG, com base em 17 caracteres quantitativos, utilizando a técnica de agrupamento de Tocher, e de variáveis canônicas, observaram que as duas primeiras variáveis canônicas explicaram somente 50,02 % da variância total.

Tabela 7. Estimativas das variâncias (autovalores, λ_j), associadas às variáveis canônicas, e respectivos coeficientes de ponderação (autovetores) de oito variáveis avaliadas em 80 genótipos de capim-elefante em Campos dos Goytacazes - RJ, 2012/2013.

λ_j	Variância acumulada (%)	Variáveis							
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
7,358081	45,4884	-0,1407	-0,0392	-0,0878	0,0724	0,3727	0,7333	0,4562	0,2845
3,456999	66,8600	0,0072	0,0065	0,1520	-0,2213	-0,4451	-0,3134	0,6440	0,4657
1,752328	77,6931	-0,5747	-0,0071	0,5327	0,1482	-0,0101	0,0142	-0,3967	0,4542
1,263439	85,5038	0,1765	0,0796	0,6201	0,4520	-0,2603	0,2154	0,2515	-0,4430
0,945642	91,3499	0,4044	-0,3709	0,0043	0,5877	0,3482	-0,3295	0,0269	0,3506
0,604145	95,0848	-0,3803	0,5100	-0,4441	0,5763	-0,1348	-0,1675	0,1393	-0,0166
0,428616	97,7345	0,4899	0,7502	0,1730	-0,0997	0,1591	0,0688	-0,1712	0,3132
0,366452	100,0000	0,2655	-0,1779	-0,2717	0,1790	-0,6561	0,4196	-0,3273	0,2800

1= NP na seca, 2= NP nas águas por metro linear; 3= ALT na seca, 4= ALT nas águas em m; 5= DC na seca, 6= DC nas águas em mm; 7= LL na seca. 8= LL nas águas em cm.

Daher et al. (2000), avaliando a divergência genética entre 17 genótipos de capim-elefante em Campo dos Goytacazes – RJ, obtiveram um total de 80,70% da variação nas duas primeiras variáveis, considerada satisfatória para inferência da divergência genética entre os genótipos. Alves et al. (2007), avaliando o capim-elefante quanto aos teores de lignina, polifenóis, macro e micronutrientes e as relações entre essas variáveis e a mineralização de N após a incorporação de material dessas plantas ao solo, observaram um total de 81,46% da variação nas duas primeiras variáveis, valores esses maiores que os obtidos neste trabalho.

Na análise das variáveis canônicas, a divergência genética foi evidenciada por meio do gráfico cartesiano, sendo os eixos representados pela primeira e segunda variáveis canônicas (Figura 1). A distribuição dos genótipos no gráfico é o produto das médias com os respectivos coeficientes de ponderação estabelecidos em cada variação canônica.

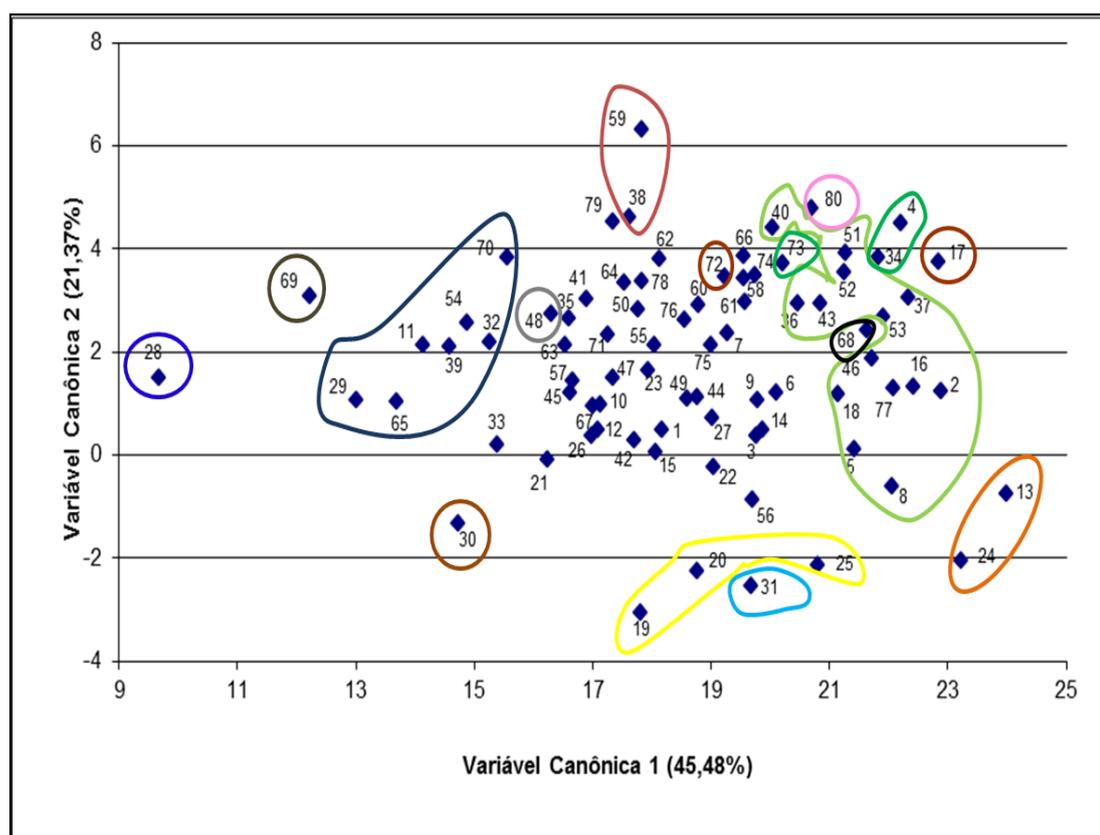


Figura 1 – Diagrama de dispersão de 80 genótipos de capim-elefante, obtidos pela análise da primeira e da segunda variáveis canônicas.

Legenda: G1= sem cor; G2= verde claro; G3= amarelo; G4= laranja; G5= vermelho escuro; G6= azul escuro; G7= verde escuro; G8= marrom escuro; G9= rosa; G10= preto; G11= azul claro; G12= cinza claro; G13= marrom claro; G14= cinza escuro; G15= azul Royal.

Observou-se que o método de otimização de Tocher teve concordância com a dispersão apresentada pelos genótipos no gráfico bidimensional, pois os genótipos do mesmo grupo permaneceram juntos.

A análise de agrupamento dos 80 genótipos de capim-elefante, feita pelo método de otimização de Tocher com base na distância generalizada de Mahalanobis permitiu a formação de 15 grupos divergentes, discriminados na Tabela 8. Estes grupos são formados, tomando como base a média dos dados de dissimilaridade dentro de cada grupo, devendo ser menores que as distâncias médias entre quaisquer grupos (Silva et al., 2010).

Tabela 8. Análise de agrupamento pelo método de otimização de Tocher obtido com base na distância generalizada de Mahalanobis (D^2), de 80 genótipos de capim-elefante, em Campos dos Goytacazes - RJ, 2012/2013.

GRUPOS	SUBGRUPOS	GENÓTIPOS
1	1a	10 12 23 47 49 55 22 15
1	1b	75 76 60
1	1c	62 64 58
1	1d	3 27 9
1	1e	41 50 35
1	1f	14 44 56
1	1g	71 78 79
1	1h	1 42
1	1i	26 57
1	1j	21 45
1	1k	63 67
1	1l	61 74
1	1m	6
1	1n	66
1	1o	7
1	1p	33
2	2a	5 8 2 18 53 37
2	2b	51 52 40 46
2	2c	43 77
2	2d	16
2	2e	36

Cont. Tabela 8

GRUPOS	SUBGRUPOS	GENÓTIPOS
3	-	19 20 25
4	-	13 24
5	-	38 59
6	-	11 29 65 70 54 32 39
7	-	4 34 73
8	-	17 72
9	-	80
10	-	68
11	-	31
12	-	48
13	-	30
14	-	69
15	-	28

Na análise, destacou-se o agrupamento 1, que foi representado por 40 genótipos, indicando similaridade entre eles, com destaque para os genótipos 10 e 12 como os mais similares e para os genótipos 5 e 28 como os mais dissimilares. Shimoya et al. (2001), observaram a formação de 18 grupos entre os 99 genótipos avaliados, tendo sido o agrupamento 1 também o mais numeroso, com 44 genótipos, indicando alta similaridade entre os genótipos deste agrupamento.

Os genótipos componentes do grupo elite, anteriormente descritos, se posicionaram nos grupos 1, 2, 3, 4 e 10, indicando que possíveis pares de cruzamentos devem ser feitos, envolvendo genótipos de grupos heteróticos distintos, objetivando maiores ganhos com a heterose.

3.1.5 CONCLUSÕES

Para a característica produtividade de matéria seca, os genótipos que se destacaram foram Elefante da Colômbia, Taiwan A-25, Albano, Híbrido Gigante da Colômbia, Elefante de Pinda, Taiwan A-121, P241 Piracicaba, Guaçu/I.Z.2, CPAC, EMPASC 309, EMPASC 307, Australiano e Pasto Panamá, compondo o grupo elite.

Com base nas características morfoagronômicas, número de perfilhos por metro linear, os genótipos que se destacaram foram Capim Cana D'África, BAG – 92, Goiano e IJ 7127 cv EMPASC 309. Para a característica altura de planta destacaram-se os genótipos Cameroon – Piracicaba, BAG UENF 80, Mercker Pinda e 10 AD IRI, nesta ordem; para diâmetro do colmo, os genótipos Mercker Comum, Pusa Napier e Albano; e para largura da lâmina foliar, destacaram-se os genótipos Mercker Pinda, 10 AD IRI, Duro de Volta Grande e IAC-Campinas.

A conjugação das técnicas da distância genética de Mahalanobis com o método de otimização de Tocher e a análise de variáveis canônicas, possibilitaram melhor compreensão das distâncias genéticas relativas entre os genótipos de capim-elefante.

A análise de agrupamento possibilitou a orientação de cruzamentos envolvendo cinco grupos heteróticos, sendo que as variáveis diâmetro do colmo (período das águas) e largura da lâmina foliar (período da seca) foram as mais importantes para explicar a dispersão dos genótipos.

3.2 ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DA PRODUÇÃO FORRAGEIRA EM 80 GENÓTIPOS DE CAPIM-ELEFANTE

3.2.1 INTRODUÇÃO

As capineiras são excelentes opções de reserva de forragem para a época mais crítica do ano, que é o período da seca, sendo o capim-elefante a forrageira mais utilizada, devido a seu elevado potencial para produção de forragem de boa qualidade (EMBRAPA, 2013 a), mesmo em condições climáticas desfavoráveis.

Assim, a diversidade genética do capim-elefante no Brasil e em outros países é de alta magnitude para os níveis das características biométricas e moleculares, podendo ser explorada por programas de melhoramento (Cavalcante e Lira, 2010), por meio da avaliação e seleção de materiais superiores nos locais em que serão recomendados, uma vez que seu desempenho depende da interação genótipos x ambientes (Silva et al., 2010).

Em experimentos em que são feitos cortes sucessivos e avaliações periódicas de cultivares ao longo do tempo, torna-se possível estimar parâmetros importantes como a adaptabilidade e estabilidade (Cruz e Regazzi, 2001). A adaptabilidade é a capacidade de os genótipos apresentarem rendimentos elevados e constantes em ambientes desfavoráveis, mas com habilidade de responder à melhoria das condições ambientais. Já a estabilidade é a constância de desempenho nos ambientes e pode ser também expressa como a menor

variação média nos ambientes considerados, ou seja, é uma função da previsibilidade da resposta de um genótipo (Verma et al.,1978).

Martins et al. (2010), avaliaram 26 genótipos de capim-elefante do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Gado de Leite para, verificar sua tolerância à toxidez por alumínio e por meio da metodologia de Eberhart e Russel (1966), concluíram que os genótipos Taiwan A 121 e Australiano foram os mais adaptados.

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de obter estimativas de parâmetros da adaptabilidade e estabilidade por meio do método de Eberhart e Russel (1966), da produção forrageira de 80 genótipos de capim-elefante, em um total de cinco cortes feitos no período de dois anos, nas condições edafoclimáticas de Campos dos Goytacazes- RJ.

3.2.2 REVISÃO DE LITERATURA

1. Interação genótipos x ambiente

A interação genótipos x ambientes é a resposta diferencial dos genótipos às mudanças dos ambientes, evidenciando a dependência entre os efeitos genéticos e ambientais (Bos e Galigari, 1997).

As interações de genótipos e ambientes (G x A) podem surgir por diferentes respostas de igual conjunto gênico em ambientes diferentes e pela expressão de diferentes conjuntos gênicos em ambientes distintos (Melo, 2005). Quando um mesmo conjunto de genes se expressa em diferentes ambientes, as respostas podem ser explicadas pela heterogeneidade das variâncias genéticas e experimentais ou por ambas, entretanto, quando diferentes conjuntos de genes se expressam em ambientes distintos, as respostas são explicadas pela inconsistência das correlações genéticas entre os valores de um mesmo caráter em dois ambientes (Falconer, 1989).

Os programas de melhoramento são constituídos de várias fases, porém a de avaliação de genótipos em diferentes condições ambientais é considerada a

mais trabalhosa e onerosa, pois exige a condução de experimentos precisos e em uma grande amplitude de condições ambientais (Cruz e Carneiro, 2006).

Por isso, a avaliação dessa interação é de grande importância no melhoramento de forrageiras, pois um genótipo pode ser melhor em um ambiente e não o ser em outro, dificultando a recomendação de cultivares com ampla adaptabilidade (Fan et al., 2007). Embora o estudo da interação G x A não proporcione informações pormenorizada sobre a resposta de cada genótipo diante das variações ambientais (Cunha, 2008), ele pode contribuir para a seleção e indicação de cultivares (Murakami et al., 2004).

2. Adaptabilidade e Estabilidade

Entre as alternativas para minimizar a influência da interação genótipo ambientes está a escolha de variedades com ampla adaptabilidade. Assim sendo, em experimentos em que são feitos cortes sucessivos e avaliações periódicas de cultivares ao longo do tempo, é possível estimar parâmetros importantes, como a adaptabilidade e estabilidade indispensável para conduzir os trabalhos de melhoramento (Cruz e Regazzi, 2001).

A adaptabilidade é a capacidade de os genótipos apresentarem rendimentos elevados e constantes em ambientes desfavoráveis, mas com habilidade de responder à melhoria das condições ambientais. Já a estabilidade é a constância de desempenho nos ambientes, podendo ser também expressa como a menor variação média nos ambientes considerados, ou seja, é uma função da previsibilidade da resposta de um genótipo (Verma et al., 1978). Segundo Vencovsky e Barriga (1992), alguns autores preferem utilizar o termo estabilidade para se referir à resposta de cultivares ao longo de diferentes anos em um dado local (estabilidade temporal), sendo esta a estabilidade que interessa ao produtor.

Há diferentes denominações para estabilidade, já que ela pode ser entendida no sentido biológico e no sentido agrônomo. A estabilidade no sentido biológico refere-se à ausência da variação dos genótipos diante das oscilações ambientais, sendo medida pela variância ou pelo coeficiente de variação, e quanto menor o seu valor, maior a estabilidade; enquanto a estabilidade, no sentido agrônomo, se refere ao desempenho paralelo do genótipo em relação à

variação média do ambiente, ou seja, com a melhoria do ambiente, o genótipo melhora seu desempenho concomitantemente (Cunha, 2012).

Diferentes metodologias para avaliar a adaptabilidade e estabilidade têm sido desenvolvidas e/ou aprimoradas. Algumas são baseadas em análises de regressão que relacionam as respostas individuais dos genótipos com o efeito do ambiente, que geralmente é estimado utilizando o índice ambiental associado tanto à regressão linear simples, quanto à regressão linear bi segmentada (Bastos et al., 2007).

Diversos estudos com o capim elefante têm demonstrado que a adaptação às condições ambientais e ao sistema de manejo empregado é determinante para o desempenho produtivo da pastagem. Por se tratar de uma forrageira resistente às condições climáticas desfavoráveis, como seca e frio, adaptou-se bem à maioria das regiões do país, desde as tropicais até as de clima subtropical (Nascimento et al., 2008).

Xavier et al. (1998), avaliaram a produção de forragem de 49 cultivares de capim-elefante em solo com baixa disponibilidade de nitrogênio, utilizando a metodologia de Eberhart e Russell (1966), na área experimental da Embrapa/Gado de leite, em Coronel Pacheco – MG, e observaram que as cultivares Mineiro, Taiwan A-25, Merker Pinda, Merker Comum e Gramafante apresentaram boas produções de matéria seca e foram estáveis nos quatro anos, tornando-se importantes para estudos subsequentes com ^{15}N e para o melhoramento genético.

Daher et al. (2003), obtiveram estimativas de parâmetros de estabilidade da produção forrageira de 17 clones de capim-elefante em um total de 12 cortes, utilizando a metodologia de Plaisted & Peterson (1959), Lin & Binns (1988) e Kang (1988), nas condições edafoclimáticas do norte do Estado do Rio de Janeiro, tendo o clone CNPGL 91-11-2 e a cultivar Pioneiro sido superiores em produtividade e estabilidade em relação aos demais.

Dall'agnol et al. (2005), utilizaram o modelo de Eberhart e Russel (1966) para análise da adaptabilidade e verificaram os cultivares Vruckwona, Turrialba, Porto Rico e Cameroon apresentaram a menor adaptabilidade, porém, as cultivares Vruckwona e Cameroon se adaptaram melhor a ambientes com maior potencial produtivo ($\beta_{1i} > 1$), enquanto as cultivares Porto Rico e Turrialba se adaptaram melhor, a ambientes com menor potencial produtivo ($\beta_{1i} < 1$), além

disso, para as demais cultivares, β_{1i} não diferiu de 1, indicando boa adaptabilidade geral.

Cunha (2008), utilizando o método de Eberhart e Russel (1966), avaliou oito genótipos de capim-elefante em cinco ambientes de corte na Zona da Mata Seca de Pernambuco e verificou que todos os clones, com exceção do HV-241, apresentaram ampla adaptabilidade, haja vista que o parâmetro β_{1i} foi não significativo pelo teste t. O clone HV-241 apresentou $\beta_{1i} > 1$, mostrando-se, portanto, mais adaptado a ambientes favoráveis.

Martins et al. (2010), avaliaram 26 genótipos de capim-elefante do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Gado de Leite para, verificar sua tolerância à toxidez por alumínio, por meio da metodologia de Eberhart e Russel (1966), concluíram que os genótipos Taiwan A 121 e Australiano foram os mais adaptados.

3.2.3 MATERIAL E MÉTODOS

1. Instalação e condução do experimento

O experimento foi conduzido na área de convênio do Centro Estadual de Pesquisas em Agroenergia e Aproveitamento de Resíduos (Pesagro - Rio) com a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), localizada em Campos dos Goytacazes, RJ, com latitude 21°19'23" Sul e longitude de 41°19'40" Oeste, a 13m de altitude, numa área de topografia suave, em solo classificado como Argissolo, distrófico

Segundo à classificação de Köppen (1948), o clima da região Norte Fluminense é do tipo Aw, tropical quente e úmido, com período seco no inverno e chuvoso no verão. A análise de solo da área experimental apresentou as seguintes características: pH 5,5; fósforo ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) 18; potássio ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) 83; Ca ($\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$) 4,6; Mg ($\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$) 3,0; Al ($\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$) 0,1; H + Al ($\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$) 4,5 e C % 1,6.

O plantio foi feito nos dias 23 e 24 de fevereiro de 2011 utilizando colmos inteiros, distribuídos nos sulcos aos pares no sistema pé com ponta. Após a

distribuição dos colmos, eles foram toletados em pedaços contendo duas ou três gemas.

Na adubação de plantio foi disponibilizada para cada linha uma quantidade de 60 g de P_2O_5 (superfosfato simples) e 50 dias após o plantio bem como imediatamente após os cortes foi feita adubação de cobertura utilizando 70 g de ureia e 40 g de KCl por linha, correspondendo a 28,6 kg/ha de N e 24 kg /ha de K_2O .

Após a fase de estabelecimento, todos os genótipos foram cortados rente ao solo (corte de uniformização) no dia 15 de março de 2012 e em seguida foi feita uma adubação em cobertura com 70 g de ureia e 40 g de KCl por linha. Nas parcelas em que houve falhas na emergência das plantas, procedeu-se ao replantio.

Os 80 genótipos de Capim-elefante, Tabela 1 foram avaliados no delineamento em blocos casualizados com duas repetições, sendo a parcela construída por uma linha de 5,5 m com espaçamento de 2 m, totalizando 11m².

Foram feitos cinco cortes, sendo dois no período da seca com 12 e 13 semanas cada (04/06/12 e 27/08/12), e três no período das águas, com 8, 19 e 9 semanas cada (26/10/12, 05/03/13 e 08/05/13).

Procedeu-se à análise de variância simples (ANOVA) para cada variável em cada avaliação, de acordo com o modelo $Y_{ij} = m + G_i + B_j + e_{ij}$ em que: Y_{ij} representa a observação do i-ésimo genótipo no j-ésimo bloco; m representa uma constante geral associada a esta variável aleatória; G_i representa o efeito do i-ésimo genótipo; B_j representa o efeito do j-ésimo bloco; e e_{ij} representa o erro experimental associado à observação Y.

Tabela 1. Identificação dos genótipos do Banco de Germoplasma de Capim-elefante (BAGCE) CCTA/UENF.

GENÓTIPOS	ORIGEM	GENÓTIPOS	ORIGEM
Elefante da Colômbia	Colômbia/CIAT	Gramafante	Brasil
Mercker	Brasil/UFRRJ	Roxo	Brasil/UFLA
Três Rios	Brasil/UFRRJ	Guaco/I.Z.2	Brasil/APTA
Napier Volta Grande	Brasil/UFRRJ	Cuba-115	Cuba
Mercker Santa Rita	Brasil/UFRRJ	Cuba-116	Cuba
Pusa Napier N 2	Índia	Cuba-169	Cuba
Gigante de Pinda	Brasil	King Grass	Cuba
Napier N 2	Brasil	Roxo Botucatu	Brasil/UNESP
Mercker S. E. A	Brasil/UFRRJ	Mineirão IPEACO	Brasil/IPEACO
Taiwan A-148	Brasil/UFRRJ	Vruckwona Africano	Brasil/CENARGEM
Porto Rico 534-B	Brasil/UFV	Cameroon	Brasil/CENARGEM
Taiwan A-25	Brasil	CPAC	Brasil/CENARGEM
Albano	Colômbia/CIAT	Guaçu	Brasil
Hib. Gigante Colômbia	Colômbia/CIAT	Napierzinho	Brasil
Pusa Gigante Napier	Índia	IJ 7125 cv EMPASC 308	Brasil/EPAGRI
Elefante Híbrido 534-A	Brasil/UFV	IJ 7126 cv EMPASC 310	Brasil/ EPAGRI
Costa Rica	Costa Rica	IJ 7127 cv EMPASC 309	Brasil/ EPAGRI
Cubano Pinda	Brasil/UFRRJ	IJ 7136 cv EMPASC 307	Brasil/ EPAGRI
Mercker Pinda	Brasil/UFRRJ	IJ 7139	Brasil/ EPAGRI
Mercker Pinda México	Brasil/UFRRJ	IJ 7141 cv EMPASC 306	Brasil/ EPAGRI
Mercker 86 México	Colômbia/CIAT	Goiano	Brasil/ EPAGRI
Taiwan A- 144	Brasil/UFRRJ	CAC-262	Brasil/ EPAGRI
Napier S.E.A.	Brasil/UFRRJ	Ibitinema	Brasil
Pusa Napier N 1	Índia	903-77 ou Australiano	Brasil
Elefante de Pinda	Colômbia/CIAT	13 AD	Brasil
Mole de Volta Grande	Brasil	10 AD IRI	Brasil
Napier	Brasil	07 A AD IRI	Brasil
Mercker Comum	Brasil	Pasto Panamá	Panamá
Teresópolis	Brasil/UFRRJ	BAG – 92	Brasil
Taiwan A-46	Brasil/UFRRJ	09 AD IRI	Brasil
Duro de Volta Grande	Brasil/UFRRJ	11 AD IRI	Brasil
Turrialba	Brasil/UFRRJ	06 AD IRI	Brasil
Taiwan A-146	Brasil/UFRRJ	01 AD IRI	Brasil
Cameroon - Piracicaba	Brasil/ESALQ	04 AD IRI	Brasil
Taiwan A-121	Brasil/ UFRRJ	13 AD IRI	Brasil
Vruckwona	Brasil/ESALQ	03 AD IRI	Brasil
P241 Piracicaba	Brasil/ESALQ	02 AD IRI	Brasil
IAC-Campinas	Brasil/UFRRJ	08 AD IRI	Brasil
Elefante C. Itapemirim	Brasil/UFRRJ	BAG UENF 79	Brasil/ C. União
Capim Cana D'África	Brasil/IPEACS	BAG UENF 80	Brasil/Pesagro Rio

Foi feita a análise conjunta com os dados dos cinco cortes, considerando-se o esquema de parcelas subdivididas no tempo. O modelo empregado foi: $Y_{ijk} = m + P_i + B_j + \text{erro } A_{ij} + S_k + \text{erro } B_{jk} + PS_{ik} + \text{erro } C_{ijk}$, em que, Y_{ijk} é o valor observado do i -ésimo genótipo no k -ésimo bloco dentro do j -ésimo ambiente; m é a média geral do ensaio; P_i é o efeito do i -ésimo genótipo; B_j é efeito do j -ésimo bloco; erro A_{ij} é o erro associado à interação entre o genótipo i e o bloco j ; S_k é o efeito do k -ésimo corte; erro B_{jk} é o erro associado à interação entre o bloco j e o corte k ; PS_{ik} é o efeito da interação entre o tratamento i e o corte k ; e o erro C_{ijk} é o erro associado à interação entre o tratamento i , o bloco j e o corte k .

2. Método de Eberhart e Russel (1966)

Para a obtenção das estimativas de adaptabilidade, foi empregado o método de Eberhart e Russel (1966), considerando-se aqui os sucessivos cortes como ambientes de avaliação de genótipos. Neste processo, um índice ambiental é calculado por meio da subtração entre a média do ambiente (média de todos os genótipos neste ambiente) e a média geral (média geral de todos os genótipos em todos os ambientes). Usando o índice ambiental como ordenada X e o valor observado do genótipo em determinado ambiente como ordenada Y , obtemos uma regressão linear para cada genótipo testado ($Y = a + bx$). O valor de b (coeficiente angular) estima a adaptabilidade do genótipo. Para $\beta_{1i} < 1$, pode-se afirmar que o genótipo responde pouco à melhoria ambiental, $\beta_{1i} = 1$ corresponde a genótipos que respondem de forma mediana à melhoria ambiental e $\beta_{1i} > 1$ corresponde a genótipos que respondem de forma acentuada à melhoria de ambiente, sendo os mais indicados para ambientes superiores (Cruz e Regazzi, 2001).

O modelo utilizado por Eberhart e Russel (1966) é $Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i}I_j + \delta_{ij} + \varepsilon_{ij}$, em que: Y_{ij} é a resposta do genótipo i no ambiente j ; β_{0i} equivale à média geral; β_{1i} corresponde ao coeficiente de regressão linear, que descreve a resposta do genótipo i à variação do corte j ; I_j é o índice ambiental codificado; δ_{ij} equivale aos desvios da regressão do genótipo i no ambiente j ; e ε_{ij} corresponde ao erro experimental médio.

A metodologia de Eberhart e Russel (1966) usa na avaliação individual do genótipo a produtividade média do genótipo (β_{0i}) e o seu coeficiente de regressão

linear (β_{1i}) para estimar os parâmetros de adaptabilidade. Segundo essa metodologia, são de adaptabilidade geral os genótipos com $\beta_{1i} = 1$, adaptabilidade específica a ambientes favoráveis aqueles com $\beta_{1i} > 1$ e adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis aqueles com $\beta_{1i} < 1$. A hipótese $H_0: \beta_{1i} = 1$ é avaliada pela estatística t.

$$\bar{Y}_i = \frac{\sum_j Y_{ij}}{a} \quad \hat{\beta}_{1i} = \frac{\sum_j Y_{ij} I_j}{\sum_j I_j^2}, \text{ em que } I_j = \frac{\sum_j Y_{ij}}{g} - \frac{\sum_i \sum_j Y_{ij}}{ag} \text{ (índice ambiental)}$$

No índice ambiental (I_j), **g** se refere ao número de genótipos, **a** equivale ao número de ambientes (cortes) e Y_{ij} é o total por ambientes (cortes).

Para estimar o parâmetro de estabilidade, o método utiliza a variância dos desvios da regressão (δ_{di}^2), que são obtidos pelo quadrado médio do desvio da regressão de cada genótipo (QMD_i) e do quadrado médio do resíduo da análise de variância do experimento (QMR), em que $\delta_{di}^2 = (QMD_i - QMR/r)$.

$$\hat{\sigma}_{di}^2 = \frac{\left[\sum_j Y_{ij}^2 - \left(\sum_j Y_{ij} \right)^2 / a \right] - \left(\sum_j Y_{ij} I_j \right)^2 / \sum_j I_j^2}{a - 2}$$

A estabilidade refere-se à capacidade de os genótipos mostrarem uma resposta altamente previsível em função do estímulo do ambiente. São considerados estáveis ou previsibilidade alta os genótipos com desvios de regressão não significativos e instáveis ou previsibilidade baixa aqueles com desvios significativos. Para testar a hipótese $H_0: \delta_{di}^2 = 0$, utiliza-se a estatística $F = QMD_i / QMR$.

Assim, de acordo com esse método, os melhores genótipos são aqueles que apresentam alta produtividade média (β_{0i}), coeficientes de regressão linear (β_{1i}) não significativos e desvios da regressão (δ_{di}^2) também não significativos.

3.2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Análise individual

Os valores de quadrados médios de resíduo (QMR) obtidos das análises de variância individuais (por ambiente) de produção de matéria seca (PMS), em $t\ ha^{-1}\ corte^{-1}$ Tabela 2, resultaram em uma relação entre o maior e menor valor de QMR igual a 9,32, o que indica um elevado grau de heterogeneidade das variâncias nos ambientes avaliados. 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 se considera aceitável a proporção entre o maior e o menor valor de quadrado médio residual (Pimentel - Gomes, 2009).

Tabela 2. Resultado das análises de variância individuais da produção de matéria seca (PMS) em $t\ ha^{-1}\ corte^{-1}$, referente à avaliação de 80 genótipos de capim-elefante, em cinco cortes (ambientes). Campos dos Goytacazes- RJ, 2012/2013.

Ambiente	QMBloco	QMTratamento	QMResíduo	F
1	85,8852	13,2078	7,8083	1,6915
2	2,2860	2,6048	1,7869	1,4577
3	2,8445	1,3077	0,8376	1,5611
4	1,4927	5,3127	3,1372	1,6934
5	87,1537	8,5453	5,7207	1,4938
G.L	1	79	79	

A interação significativa entre genótipos e cortes evidencia que a resposta dos genótipos não é consistente nos cortes sucessivos, ou seja, há diferenças entre suas médias ou na classificação de seus desempenhos, nos cinco cortes. Por se tratar de uma cultura perene, o capim-elefante deve ser produtivo por todo o cultivo, sendo assim, embora tenha sido verificada interação significativa entre genótipos x cortes, o que interessa para o produtor é que os genótipos tenham desempenho mais elevado ao longo dos diferentes cortes (Souza Sobrinho et al., 2005).

2. Análise de variância conjunta

A fonte de variação genótipo foi significativa em nível de 5 % de probabilidade pelo teste F, enquanto a fonte de variação corte e genótipo x corte foi, significativa pelo teste F, em nível de 1% de probabilidade, conforme Tabela 3. Sendo assim, a significância da interação sugere estudo da adaptabilidade e da

estabilidade, visando à indicação de genótipos com resposta previsível e que apresentem bom rendimento.

Tabela 3. Resumo da análise de variância conjunta da produção de matéria seca (PMS) em $t\ ha^{-1}\ corte^{-1}$, referente à avaliação de 80 genótipos de capim-elefante, em cinco cortes (ambientes). Campos dos Goytacazes- RJ, 2012/2013.

F.V	G.L	S.Q.	Q.M.	F
Bloco	1	0,836332	0,836332	
Genótipos	79	727,032708	9,202946	1,176519*
Erro a	79	422,038222	5,342256	
Corte	4	3409,258682	852,314671	17,064744**
Erro b	4	178,825718	44,705429	
G x C	316	1720,258311	5,443855	1,561134**
Erro c	316	1101,928895	3,487117	
Resíduo	320	1280,754612	4,002358	
Total	799	7560,178868		

*; ** : Significativo a 5; 1% e não significativo pelo teste F, respectivamente.

3. Análise da produtividade de matéria seca (PMS) em $t\ ha^{-1}\ corte^{-1}$

A variação da produção forrageira entre os genótipos avaliados foi considerada de destaque para os genótipos Gramafante, com $13,97\ t\ ha^{-1}\ corte^{-1}$ no ambiente 1, com a maior PMS, e para o Vruckwona, com $0,37\ t\ ha^{-1}\ corte^{-1}$ no ambiente 3, com a menor PMS, durante os cinco cortes (ambientes) Tabela 4. Lima (2007), avaliou 12 genótipos de capim-elefante no Norte Fluminense e observou variação entre $7,30$ e $14,50\ t\ ha^{-1}\ corte^{-1}$ e Lista (2008), que ao avaliar o potencial de 10 genótipos e duas cultivares de capim-elefante sob irrigação, na região de Campos dos Goytacazes-RJ, encontrou aproximadamente $15,00\ t\ ha^{-1}\ corte^{-1}$ valores superiores aos encontrados neste trabalho.

Silva (2011), ao trabalhar com 16 combinações híbridas e oito genitores de capim-elefante em Campos, constatou que os híbridos H10 e H7 obtiveram produção de $5,32$ e $5,16\ t\ ha^{-1}\ corte^{-1}$, respectivamente.

A análise conjunta foi aplicada à variável produção de matéria seca. Uma vez observadas diferenças significativas para efeito de genótipos, corte e

interação genótipo corte, foi empregado o método fundamentado na análise de regressão, segundo a metodologia de Eberhart e Russel (1966).

Tabela 4. Produção de matéria seca (PMS) em t ha⁻¹ corte⁻¹, referente à avaliação de 80 genótipos de capim-elefante em cinco cortes (ambientes). Campos dos Goytacazes- RJ, 2012/2013.

Genótipos	Cortes (Ambientes)				
	1	2	3	4	5
Elefante da Colômbia	8,5864 a	3,2086 a	3,2957 a	11,1075 a	5,2049 B
Mercker	6,9729 b	1,9601 a	1,6707 a	5,9883 a	3,5997 B
Três Rios	9,9166 a	2,3688 a	1,1405 a	4,3776 a	4,2390 B
Napier Volta Grande	6,2085 b	2,0131 a	0,8922 a	4,2049 a	2,8991 B
Mercker Santa Rita	4,2643 b	3,0429 a	1,6746 a	6,7780 a	9,0101 A
Pusa Napier N 2	4,2654 b	2,3133 a	0,9026 a	4,5734 a	3,5286 B
Gigante de Pinda	11,8217 a	3,1133 a	1,7670 a	7,7602 a	2,8544 B
Napier N 2	4,8512 b	1,3663 a	1,3743 a	6,7852 a	4,7926 B
Mercker S. E. A	5,5474 b	2,4620 a	1,5896 a	4,4883 a	7,3515 A
Taiwan A-148	6,2072 b	2,4057 a	1,5678 a	8,2753 a	7,6915 A
Porto Rico 534-B	5,4983 b	3,0900 a	1,6074 a	2,5441 a	3,6517 B
Taiwan A-25	7,6414 b	3,6397 a	1,8000 a	6,3568 a	6,5732 A
Albano	4,1211 b	6,7542 a	3,8522 a	4,7917 a	6,2663 B
Hib. Gigante Colômbia	7,9534 b	3,2337 a	1,9192 a	8,1343 a	7,1292 A
Pusa Gigante Napier	7,2732 b	2,4136 a	1,5540 a	6,8509 a	3,9706 B
Elefante Híbrido 534-A	6,1213 b	3,5282 a	3,2753 a	3,8197 a	4,7667 B
Costa Rica	4,7479 b	2,8016 a	2,2408 a	4,6978 a	5,4337 b
Cubano Pinda	4,0442 b	1,9656 a	0,9796 a	3,5036 a	2,0223 b
Mercker Pinda	3,9702 b	1,9329 a	0,9595 a	7,2210 a	3,6544 b
Mercker Pinda México	4,5437 b	1,0364 a	0,9028 a	4,2226 a	5,4172 b
Mercker 86 México	6,5788 b	2,0823 a	1,8155 a	7,9413 a	4,1810 b
Taiwan A-144	9,5886 a	2,1842 a	2,3547 a	5,2509 a	6,0218 b
Napier S.E.A.	4,6384 b	1,7151 a	1,4301 a	6,1259 a	8,8912 a
Pusa Napier N 1	7,8208 b	1,4727 a	1,6922 a	4,8570 a	5,8027 b
Elefante de Pinda	11,8641 a	3,0850 a	1,7886 a	5,0284 a	9,1874 a
Mole de Volta Grande	8,0481 a	4,2303 a	1,9996 a	5,9568 a	4,2556 b
Napier	6,7304 b	4,2269 a	2,1458 a	3,8259 a	4,0991 b
Mercker Comum	7,9438 b	3,4602 a	1,9956 a	3,3777 a	3,6935 b
Teresópolis	5,9020 b	2,7606 a	2,5734 a	4,4274 a	8,7402 a
Taiwan A-46	6,3559 b	2,1062 a	1,7211 a	5,8377 a	2,7744 b
Duro de Volta Grande	7,7119 b	5,4625 a	2,1276 a	6,9406 a	4,8074 b
Turrialba	8,6079 a	1,9901 a	5,4605 a	4,6308 a	4,2891 b
Taiwan A-146	8,1443 a	4,7529 a	1,6656 a	6,6843 a	3,2091 b

Cont. Tabela 4

Genótipos	Cortes (Ambientes)				
	1	2	3	4	5
Cameroon - Piracicaba	4,5000 b	4,2658 a	1,6158 a	4,7594 a	3,9278 B
Taiwan A-121	9,7246 a	2,0624 a	1,7045 a	7,9847 a	5,0206 b
Vruckwona	4,8657 b	2,6902 a	0,3741 a	3,2660 a	4,2038 b
P241 Piracicaba	9,3738 a	3,4066 a	3,2381 a	7,6907 a	6,9909 a
IAC-Campinas	10,3856 a	2,9586 a	2,6342 a	6,2627 a	3,8067 b
Elefante C. Itapemirim	9,6843 a	3,6488 a	1,8242 a	7,3357 a	4,0865 b
Capim Cana D'África	7,6355 b	1,9500 a	1,2136 a	5,7522 a	3,6682 b
Gramafante	13,9756 a	2,9126 a	2,1850 a	4,9257 a	5,1536 b
Roxo	8,6708 a	2,8643 a	4,0712 a	2,2105 a	2,2436 b
Guaçu/I.Z.2	13,2279 a	1,4306 a	2,2930 a	5,5052 a	11,2536 a
Cuba-115	11,5817 a	3,6233 a	2,1848 a	4,9433 a	4,3949 b
Cuba-116	8,2283 a	2,6294 a	1,3278 a	5,0490 a	4,3836 b
Cuba-169	10,6287 a	2,0003 a	2,2782 a	4,5782 a	4,5798 b
King Grass	8,4336 a	3,3714 a	2,5570 a	4,2083 a	7,2073 a
Roxo Botucatu	6,5403 b	1,4211 a	2,8556 a	3,8484 a	4,2002 b
Mineirão IPEACO	9,0901 a	2,9570 a	1,3766 a	6,7292 a	4,6816 b
Vruckwona Africano	6,9502 b	2,9576 a	1,7253 a	6,2701 a	9,7667 a
Cameroon	6,9713 b	2,4151 a	1,6103 a	5,6383 a	2,6249 b
CPAC	8,8327 a	3,7010 a	3,1734 a	8,2211 a	3,5375 b
Guaçu	9,5264 a	2,1542 a	2,2507 a	4,1785 a	4,1763 b
Napierzinho	9,0446 a	2,1901 a	1,3227 a	3,9035 a	5,1408 b
IJ 7125 cv EMPASC 308	8,4301 a	3,1744 a	1,7702 a	5,7315 a	6,5265 a
IJ 7126 cv EMPASC 310	5,2927 b	2,7691 a	1,7911 a	8,1580 a	5,2049 b
IJ 7127 cv EMPASC 309	10,7921 a	4,1617 a	3,3899 a	7,4766 a	5,5777 b
IJ 7136 cv EMPASC 307	12,2041 a	4,4326 a	2,8193 a	7,6705 a	8,1797 a
IJ 7139	8,5890 a	4,3601 a	2,7796 a	6,2413 a	2,5935 b
IJ 7141 cv EMPASC 306	5,7725 b	3,6387 a	2,7449 a	5,5108 a	2,6764 b
Goiano	8,7951 a	2,8405 a	1,5612 a	5,7661 a	5,7175 b
CAC-262	10,2173 a	3,5975 a	1,7441 a	6,3191 a	5,5478 b
Ibitinema	6,6123 b	3,0410 a	1,4814 a	7,7711 a	4,6465 b
903-77 ou Australiano	10,6944 a	4,1994 a	2,1599 a	7,0159 a	5,4092 b
13 AD	10,0504 a	2,4987 a	1,5725 a	7,3550 a	3,7084 b
10 AD IRI	7,6473 b	2,3770 a	2,5938 a	5,1566 a	5,0909 b
07 AD IRI	8,4477 a	3,7414 a	2,0788 a	4,7688 a	4,1730 b
Pasto Panamá	12,9195 a	7,1351 a	2,4418 a	10,3836 a	9,3156 a

Cont. Tabela 4

Genótipos	Cortes (Ambientes)				
	1	2	3	4	5
BAG – 92	10,0769 a	3,9576 a	1,7545 a	4,4446 a	4,4722 B
09 AD IRI	10,2228 a	3,5296 a	2,5781 a	7,2090 a	3,6863 b
11 AD IRI	6,6312 b	4,7876 a	2,4960 a	5,6559 a	3,9355 b
06 AD IRI	2,9181 b	2,9287 a	2,2454 a	5,8428 a	5,0241 b
01 AD IRI	7,2860 b	4,7525 a	1,5164 a	4,9250 a	3,2526 b
04 AD IRI	8,7151 a	3,3451 a	3,8106 a	5,6538 a	3,2896 b
13 AD IRI	6,8798 b	1,8302 a	2,2561 a	5,6012 a	5,1669 b
03 AD IRI	5,4958 b	2,2781 a	1,5419 a	4,5028 a	12,8406 a
02 AD IRI	12,8360 a	2,8474 a	2,5336 a	6,1516 a	4,6853 b
08 AD IRI	13,5846 a	1,4449 a	1,6333 a	6,8528 a	3,9002 b
BAG UENF 79	4,5763 b	3,2627 a	2,1361 a	4,5315 a	4,6437 b
BAG UENF 80	4,7909 b	5,1883 a	1,8764 a	5,0192 a	5,5651 b

4. Estimativa dos parâmetros de Adaptabilidade e Estabilidade

Com relação à adaptabilidade dos genótipos estudados Tabela 5, o Albano (- 0,1147), o 06 AD IRI (0,2552), o BAG UENF 80 (0, 3632), o Cameroon – Piracicaba (0,3908), o BAG UENF 79 (0,4179), o Elefante Híbrido 534-A (0,4461) e o IJ 7141 cv EMPASC 306 apresentaram coeficiente de regressão (β_{1i}) abaixo da média populacional ($\beta_{0i} = 1$), indicando terem esses genótipos grande capacidade de explorar os estímulos em ambientes desfavoráveis.

Tabela 5. Estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, segundo Eberhart e Russel (1966), na ordem de produtividade em $t\ ha^{-1}\ corte^{-1}$ dos 80 genótipos de capim-elefante em cinco cortes (ambientes). Campos dos Goytacazes- RJ, 2012.

Genótipos	β_{0i}		β_{1i}	δ^2_{di}
Pasto Panamá	8,4391	a	1,6349 *	0,0360 ^{ns}
IJ 7136 cv EMPASC 307	7,0612	a	1,5571 *	-1,3059 ^{ns}
Guaçu/I.Z.2	6,7421	a	1,9669 **	8,0959 **
Elefante da Colômbia	6,2806	a	1,1783 ^{ns}	4,4353 *
IJ 7127 cv EMPASC 309	6,2796	a	1,2486 ^{ns}	-1,1091 ^{ns}
Elefante de Pinda	6,1907	a	1,6415 *	2,967 0 *
P241 Piracicaba	6,1400	a	1,1540 ^{ns}	-1,3753 ^{ns}
903-77 ou Australiano	5,8957	a	1,3643 ^{ns}	-1,1791 ^{ns}
Gramafante	5,8305	a	1,8456 **	3,8708 *
02 AD IRI	5,8108	a	1,6890 *	1,4152 ^{ns}
Hib. Gigante Colômbia	5,6739	a	1,1512 ^{ns}	-0,0160 ^{ns}
Vruckwona Africano	5,5340	a	1,0062 ^{ns}	4,9344 *
CPAC	5,4931	a	1,0287 ^{ns}	1,0779 ^{ns}
CAC-262	5,4851	a	1,3661 ^{ns}	-1,4491 ^{ns}
08 AD IRI	5,4831	a	2,0484 **	2,1703 ^{ns}
Gigante de Pinda	5,4633	a	1,6625 *	2,5256 ^{ns}
09 AD IRI	5,4451	a	1,2778 ^{ns}	0,2995 ^{ns}
Duro de Volta Grande	5,4100	a	0,8149 ^{ns}	-0,1995 ^{ns}
Cuba-115	5,3456	a	1,4253 ^{ns}	1,4648 ^{ns}
03 AD IRI	5,3318	a	0,8381 ^{ns}	20,1963 **
Elefante C. Itapemirim	5,3159	a	1,2977 ^{ns}	-0,4903 ^{ns}
Taiwan A-121	5,2993	a	1,4933 ^{ns}	-0,8253 ^{ns}
Taiwan A-148	5,2295	a	1,0229 ^{ns}	3,3836 *
IAC-Campinas	5,2096	a	1,2988 ^{ns}	0,1318 ^{ns}
Taiwan A-25	5,2022	a	0,9957 ^{ns}	-1,0596 ^{ns}
Albano	5,1571	a	-0,1147**	0,3933 ^{ns}
King Grass	5,1555	a	0,9469 ^{ns}	0,4850 ^{ns}
IJ 7125 cv EMPASC 308	5,1265	a	1,1232 ^{ns}	-1,2661 ^{ns}
Taiwan A-144	5,0800	a	1,2687 ^{ns}	-0,8230 ^{ns}
13 AD	5,0370	a	1,4722 ^{ns}	-0,2314 ^{ns}

Cont. Tabela 5

Genótipos	β_{0i}		β_{1i}	σ^2_{di}
Turrialba	4,9957	a	0,6871 ^{ns}	2,5470 ^{ns}
Mineirão IPEACO	4,9669	a	1,3053 ^{ns}	-1,4724 ^{ns}
04 AD IRI	4,9628	a	0,8352 ^{ns}	0,4027 ^{ns}
Mercker Santa Rita	4,9540	a	0,6234 ^{ns}	7,0499 ^{**}
BAG – 92	4,9411	a	1,2103 ^{ns}	0,5078 ^{ns}
Goiano	4,9360	a	1,2194 ^{ns}	-1,6477 ^{ns}
IJ 7139	4,9127	a	0,8821 ^{ns}	1,2341 ^{ns}
Mole de Volta Grande	4,8981	a	0,9262 ^{ns}	-1,0692 ^{ns}
Taiwan A-146	4,8912	a	0,9578 ^{ns}	0,7578 ^{ns}
Teresópolis	4,8807	a	0,6577 ^{ns}	3,8381 [*]
Cuba-169	4,8130	a	1,3917 ^{ns}	0,5901 ^{ns}
Ibitinema	4,7105	a	0,9696 ^{ns}	0,3128 ^{ns}
11 AD IRI	4,7012	b	0,5904 ^{ns}	-0,8549 ^{ns}
IJ 7126 cv EMPASC 310	4,6431	b	0,7855 ^{ns}	2,1194 ^{ns}
07 AD IRI	4,6419	b	0,9578 ^{ns}	-0,8924 ^{ns}
10 AD IRI	4,5731	b	0,9184 ^{ns}	-1,4675 ^{ns}
Napier S.E.A.	4,5601	b	0,7854 ^{ns}	6,9115 ^{**}
Mercker 86 México	4,5198	b	1,0006 ^{ns}	0,9164 ^{ns}
BAG UENF 80	4,4880	b	0,3632 ^{ns}	0,2680 ^{ns}
Guaçu	4,4572	b	1,1958 ^{ns}	0,1079 ^{ns}
Pusa Gigante Napier	4,4124	b	1,0547 ^{ns}	-0,8142 ^{ns}
Três Rios	4,4085	b	1,3878 ^{ns}	-0,3539 ^{ns}
13 AD IRI	4,3468	b	0,9155 ^{ns}	-1,2407 ^{ns}
01 AD IRI	4,3465	b	0,7695 ^{ns}	0,1658 ^{ns}
Pusa Napier N 1	4,3291	b	1,1301 ^{ns}	-0,8963 ^{ns}
Cuba-116	4,3236	b	1,1286 ^{ns}	-1,5836 ^{ns}
Napierzinho	4,3203	b	1,2434 ^{ns}	-0,4945 ^{ns}
Elefante Híbrido 534-A	4,3022	b	0,4461 ^{ns}	-1,3530 ^{ns}
Mercker S. E. A	4,2877	b	0,7365 ^{ns}	1,6123 ^{ns}
Napier	4,2056	b	0,6126 ^{ns}	-0,8175 ^{ns}
Mercker Comum	4,0941	b	0,8448 ^{ns}	-0,0466 ^{ns}

Cont. Tabela 5

Genótipos	β_{0i}		β_{1i}	δ^2_{di}
IJ 7141 cv EMPASC 306	4,0686	b	0,4994 ^{ns}	-0,5619 ^{ns}
Capim Cana D'África	4,0439	b	1,1330 ^{ns}	-1,4104 ^{ns}
Mercker	4,0383	b	0,9865 ^{ns}	-1,1455 ^{ns}
Roxo	4,0120	b	0,6571 ^{ns}	4,9885 ^{**}
Costa Rica	3,9843	b	0,4876 ^{ns}	-0,8884 ^{ns}
Cameroon	3,8520	b	0,9251 ^{ns}	-0,6497 ^{ns}
Napier N 2	3,8339	b	0,8177 ^{ns}	1,1083 ^{ns}
BAG UENF 79	3,8300	b	0,4179 [*]	-1,3500 ^{ns}
Cameroon - Piracicaba	3,8137	b	0,3908 [*]	-0,6904 ^{ns}
06 AD IRI	3,7918	b	0,2552 ^{**}	1,0022 ^{ns}
Roxo Botucatu	3,7731	b	0,7252 ^{ns}	-0,7386 ^{ns}
Taiwan A-46	3,7590	b	0,8575 ^{ns}	-0,6597 ^{ns}
Mercker Pinda	3,5476	b	0,6975 ^{ns}	2,4635 ^{ns}
Porto Rico 534-B	3,2783	b	0,5263 ^{ns}	-0,8994 ^{ns}
Napier Volta Grande	3,2435	b	0,8752 ^{ns}	-1,5581 ^{ns}
Mercker Pinda México	3,2245	b	0,7500 ^{ns}	0,1682 ^{ns}
Pusa Napier N 2	3,1166	b	0,5916 ^{ns}	-1,1761 ^{ns}
Vruckwona	3,0799	b	0,6662 ^{ns}	-0,9090 ^{ns}
Cubano Pinda	2,5030	b	0,5037 ^{ns}	0,2680 ^{ns}

Valores seguidos pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo agrupamento de Scott-Knott a 5 % de probabilidade; *, **, ns: Significativos ao nível de 5%, 1%, pelo teste t e não significativo

Oliveira (2007), avaliando a adaptabilidade de 16 genótipos de *Pennisetum* sp., constatou que cinco genótipos obtiveram coeficiente de regressão (β_{1i}) abaixo da média geral, assim como Oliveira et al. (2011), que, trabalhando com genótipos de capim-elefante sob pastejo, verificaram também coeficientes de regressão abaixo da média (β_{1i}).

Os genótipos 08 AD IRI (2,0484), Guaçu/I.Z.2 (1,9669), Gramafante (1,8456), 02 AD IRI (1,6890), Gigante de Pinda (1,6625), Elefante de Pinda (1,6415) e Pasto Panamá (1,6349) apresentaram coeficiente de regressão acima da média geral Tabela 5, respondendo melhor em ambientes favoráveis. Dall'agnol et al. (2005), estudando 12 cultivares de capim-elefante observaram que apenas as cultivares Porto Rico e Turrialba apresentaram coeficiente de regressão (β_{1i}) abaixo da média populacional, bem como Cunha (2008), que avaliando 8 clones de *Pennisetum* sp., observou que somente o clone HV-241 apresentou $\beta_{1i} > 1$,

mostrando-se mais adaptado a ambientes favoráveis. Martins et al. (2010), testando 26 genótipos de capim-elefante e quatro níveis de alumínio, obtiveram $\beta_{1i} > 1$ para peso seco da parte aérea para os genótipos Mercker de Pinda, Taiwan A 121, Sem Pêlo, IJ 7127, Australiano, 13 AD e 12 AD.

Os desvios de regressão (δ_{di}^2) permitem analisar a estabilidade dos genótipos. Os genótipos com menor estabilidade, ou seja, mais instáveis são o 03 AD IRI (20,1963), o Guaçu/I.Z.2 (8,0959), o Mercker Santa Rita (7,0499), o Napier S.E.A (6,9115), o Roxo (4,9885), o Vruckwona Africano (4,9344) e o Elefante da Colômbia (4,4353). Martins et al. (2010), verificaram que apenas o genótipo Gigante de Pinda apresentou a resposta imprevisível, ou seja, pouco estável, e Oliveira et al. (2011), observaram que, entre os genótipos estudados, o híbrido HV-241 e o Pioneiro foram os que apresentaram desvios da regressão significativos pelo teste F ($p < 0,05$), sugerindo instabilidade e imprevisibilidade às alterações ambientais.

Observou-se que a maioria dos genótipos estudados apresentou boa estabilidade, com destaque para, Goiano (-1,6477), Cuba – 116 (-1,5836), Napier Volta Grande (-1,5581), Cubano Pinda (-1,4731), Mineirão IPEACO (-1,4724), 10 AD IRI (-1,4679) e 13 AD (-1,4675). Esse resultado é similar ao observado por Daher et al. (2003), que verificaram que o clone CNPGL 91 F11-2 e a cultivar Pioneiro foram superiores em produtividade e estabilidade em relação aos demais genótipos, podendo ser considerados promissores para as condições do município de Campos dos Goytacazes, RJ. Dall'agnol et al. (2005) e Oliveira et al. (2011), também observaram boa estabilidade para a maioria das cultivares avaliadas.

Constatou-se que entre os genótipos elencados em termos de altos valores absolutos de média de produtividade (β_{0i}), os que se destacaram foram: IJ 7127 cv EMPASC 309, P241 Piracicaba, 903-77 ou Australiano, Hib. Gigante Colômbia, CPAC, CAC-262, 09 AD IRI, Duro de Volta Grande, Cuba-115, Elefante Cachoeiro de Itapemirim, Taiwan A-121, IAC-Campinas, Taiwan A-25, King Grass, IJ 7125 cv EMPASC 308, Taiwan A-144, 13 AD, Turrialba, Mineirão IPEACO, 04 AD IRI, BAG – 92, Goiano, IJ 7139, Mole de Volta Grande, Taiwan A-146 e Cuba - 169 por apresentarem alta produtividade média (β_{0i}), coeficiente de regressão linear (β_{1i}) não significativo e desvio da regressão (δ_{di}^2) também não significativo, por meio da metodologia de adaptabilidade e estabilidade de

Eberhart e Russel. Assim sendo, esses resultados concordam com os obtidos por Cunha (2008) e Oliveira et al. (2011), que também averiguaram genótipos considerados superiores, porém discordaram dos encontrados por Xavier et al. (1998), uma vez que as cultivares com maior produção foram justamente as que apresentaram baixa estabilidade.

Observou-se que, dos 41 genótipos que compõem o grupo elite de produtividade pelo agrupamento de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, somente 14 genótipos não foram considerados de alta produtividade média (β_{0i}), coeficiente de regressão linear (β_{1i}) não significativo e desvio da regressão (δ^2_{di}) também não significativo, pelo método empregado neste trabalho.

Sendo assim, considerando o conjunto de dados obtidos, o potencial produtivo e a variabilidade entre os genótipos de capim-elefante evidenciados para as condições de Campos dos Goytacazes-RJ verifica-se a importância da continuidade dos estudos envolvendo a adaptabilidade e a estabilidade da forrageira.

3.2.5. CONCLUSÕES

A avaliação dos genótipos por meio da metodologia de adaptabilidade e estabilidade da produção forrageira permitiu melhor caracterização do desempenho produtivo e forneceu maior segurança na identificação de genótipos superiores.

Entre os 80 genótipos estudados, 26 genótipos apresentaram alta produtividade média (β_{0i}), coeficiente de regressão linear (β_{1i}) não significativo e desvio da regressão (δ^2_{di}) também não significativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, J.G., Cortes, N. de A. (1995) Competição de cultivares e capim-elefante no médio-norte de Mato Grosso. In: Reunião Especial da Sociedade Brasileira para progresso das Ciências, v.2, Cuiabá. Anais Cuiabá, SBPC, 26 p.
- Alcântara, P.B., Bufarah, G. (1983) Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas.
- Alcantara, P.B., Alcantara, V.B.G., Almeida, J.E. (1980) Estudo de vinte e cinco prováveis variedades de capim-elefante (*Pennisetum purpureum shum.*). Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa, v.37, n.2, p.279–302.
- Alves, L. B., Belderrain, M. C. N., Scarpel, R. A (2007) Tratamento multivariado de dados por análise de correspondência e análise de agrupamento. In: Anais do 13º Encontro de Iniciação Científica e Pós-Graduação do ITA – XIII ENCITA / Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, SP, Brasil.
- Alves, R. N., Menezes, R. S. C., Salcedo, I. H., Pereira, W. E (2011) Estudo de vinte e cinco prováveis variedades de capim-elefante (*Pennisetum purpureum shum.*). Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, n.11, p.1107–1114.

- Azevedo, A. L. S., Costa, P.P., Machado, J. C., Machado, M. A., Pereira, A.V., Léo, F. J. S. (2012) Cross Species Amplification of *Pennisetum glaucum* Microsatellite Markers in *Pennisetum purpureum* and Genetic Diversity of Napier Grass Accessions. *Crop Science*, v.52.
- Barbosa, C. L., Monks, P. L., Centeno, G. A. (1995) Produção e qualidade da forragem do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. vruckwona submetido a diferentes épocas de diferimento e cortes. *Rev. Ciênc. Rural*. 25:115-119.
- Barreto, G. P.; Lira, M. A.; Santos, M. V. F., Dubeux Júnior, J. C. B. (2001), Avaliação de Clones de Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e de um Híbrido com o Milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) Submetidos a Estresse Hídrico. 1. Parâmetros Morfológicos. *Rev. bras. zootec.*,v. 30,n. 1, p.1-6.
- Bastos, I. T., Barbosa, M. H. P., Resende, M. D. V., Peternelli, L. A., Silveira, L. C. I., Donda, L. R., Fortunato, A. A.; Costa, P. M. A., Figueiredo, I. C. R. (2007) Avaliação da interação genótipo x ambiente em cana-de-açúcar via modelos mistos. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 37, n. 4, p. 195-203.
- Bennet, H. W. (1976) Pasto Johnson, pasto alfombra y otras gramineas para El sur humedo de los Estados Unidos. In: Hugues, H.D.; Heath, M.E.; Metcalfe, D.S., eds. Forrajes. Mexico, C.E.C.S.A., Cap. 29. p.321-34.
- Borém, A. (2001) Melhoramento de plantas. Viçosa: UFV. 300p.
- Borém, A.; Miranda, G. V. (2009) *Melhoramento de Plantas*. 5. ed. Viçosa: Editora UFV, v. 1. 529 p.
- Bos, I.,Galigari, P. (1997) Selection methods in plant breeding. London: Chapman e Hall, 347p.

- Botrel, M.A., ALVIM, M.J., MARTINS, C.E. (1994) Avaliação e seleção de cultivares de capim-elefante (*Pennisetumpurpureum* Shucum.) para pastejo. *R. Soc. Bras. Zootec.*, v.23,n.5, p.754-762.
- 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). *American Journal of Botany*, New York, v. 64, n.2, p.161 – 176.
- Cavalcante, M.; Lira, M. A. (2010) Variabilidade genética em *Pennisetum purpureum* schumacher . *Revista Caatinga*, vol. 23, núm. 2, pp. 153-163.
- Cóser, A. C.; Martins, C. E.; Deresz, F.; Freitas, A. F.; Paciullo, D. S. C.; Alencar, C. A. B.; Vítor, C. M. T. (2008) Produção de forragem e valor nutritivo do capim-elefante, irrigado durante a época seca. *Pesq. agropec. bras.* Brasília, v.43, n.11, p.1625-1631.
- Cruz, C. D. (2013) GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum.Agronomy* v. 35, n. 3, p. 271-276.
- Cruz, C. D.; Regazzi, A. J. (2001) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 2. Ed. Viçosa: UFV, 390p.
- Cruz, C. D.; Carneiro, P. C. S. (2006) *Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético*. Volume 2. Vicosa, MG: Editora UFV, v. 2., 585 p.
- Cunha, M.V (2008). Utilização de parâmetros genéticos na seleção de clones de *Pennisetum sp.*, Zona da Mata Seca de Pernambuco Tese. Doutorado em Zootecnia. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 90p.

- Cunha, R.C.V (2012). Análise de estabilidade da produção forrageira de genótipos de capim-elefante avaliados em Campos dos Goytacazes- RJ Dissertação. Mestrado em Produção Vegetal. Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF. 93p.
- Daher, R.F.; Moraes, C.F.; Cruz, C.D.; Pereira, A.V.; Xavier, D.F. (2000) Seleção de caracteres morfológicos discriminantes em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). *Rev. Bras. Zootec*, v.26, n.2, p.265-70.
- Daher, R. F.; Pereira, M. G.; Amaral Júnior, A. T.; Pereira, A. V.; Léo, F, J. S.; Daros. (2003) M. Estabilidade da produção forrageira em clones de Capim-elefante (*pennisetum purpureum* schum.)*Ciênc. agrotec.* v.27, n.4, p.788-797.
- Daher, R. F., Pereira, A. V., Pereira, M. G., Ledo, F. J. S., Amaral Júnior, A. T., Rocabo, J. M. A., Ferraeiar, C. F., Tardin, F. D. (2004) Análise de trilha de caracteres forrageiros do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* schum.). *Revista Ciência Rural.* , v.34.
- Dall'agnol, M.; Basso, S. M. S.; Nascimento, J. A. L.; Silveira, C. A. M.; Fischer, R. G. (2004) Produção de forragem de capim-elefante sob clima frio: curva de crescimento e valor nutritivo.*R. Bras. Zootec.*, v. 33, n. 5.
- Dall'agnol, M.; Basso, S. M. S.; Nascimento, J. A. L.; Silveira, C. A. M.; Fischer, R. G. (2005) Produção de Forragem de Capim-Elefante sob Clima Frio. 2. Produção e Seletividade Animal.*R. Bras. Zootec.*, v. 34,n.2, p.425-432.
- 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).
- Dujardin, M.; Hanna, W.W. (1985) Cytology and reproductive behavior of pearl millet-napiergrass hexaploides x *Pennisetum squamulatum* trispecific hybrids. *Journal of Heredity*, Oxford, v.76, n.5, 382-384.

- Eberhart, S.A.; Russell, W.A. (1966) Eberhart, S.A.; Russell, W.A. (1966) Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, v.6, p.36-40.
- Embrapa (a) Recursos Genéticos, *PA-8- Banco ativo de Germoplasma de Capim-elefante* citado 12/02/2013 visualizado em: <http://plataformarg.cenargen.embrapa.br/pnrg/rede-vegetal/projetos-componentes/pc5-bancos-ativos-de-germoplasma-de-forrageiras/planos-de-acao/pa8-banco-ativo-de-germoplasma-de-capim-elefante>
- Falconer, D. S. (1989) *Introduction to quantitative genetics*. 3. Ed. Harlow: Longman, 438p.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAOSTAT data base, 2010. Acesso em: 27 de Janeiro 2010.
- Fan, X., Kang, M.S., Chen, H., Zhang, Y., Tan, J. and Xu, C. (2007). Yield stability of maize hybrids evaluated in multi-environment trials in Yunnan, China. *Agron. J.* 99: 220-228.
- Fávero, L. P., Belfiore, P., Silva, F. L., Chan, B. L. (2009) *Análise de dados – Modelagem multivariada para tomada de decisões*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Fonseca, J.S. de; Martins, G. de A. (1996). *Curso de Estatística*. 6 ed. São Paulo: Atlas, 320p.
- Freitas, N. S. A.; Falcão, T. M. M. A.; Burity, H. A.; Tabosa J. N.; Silva, M. V. (2000) Caracterização e diversidade genética do capim-elefante e seus híbridos com milho mediante padrões isoenzimáticos *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.35, n.6, p.1125-1133.
- Gomide, J. A. (1994) Formação e utilização de capineira de capim-elefante. *Capim-elefante produção e utilização*, 2:79-112.

- 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.
- Hanna, W.W. (1999) Melhoramento do capim-elefante. In: Passos, L.P. et al. (Ed.). A.V., eds. *Biologia e Manejo do Capim-Elefante*. Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL. p.19-27.
- Härdle, W.; Simar, L. (2007) *Applied multivariate statistical analysis*. 2. ed. Berlin: Springer.
- Hair Júnior, J. F.; Anderson, R. E.; Tatham, R. L.; Black, W. C. (2005) *Análise multivariada de dados*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman.
- Holm, L., D. Plucknett, J. Pancho, and J. Herberger.(1977). *The World's Worst Weeds: Distribution and Biology*. University of Hawaii Press, Honolulu. 609p.
- Instituto Hórus de Conservação e desenvolvimento ambiental www.institutohorus.org.br. Disponível em 23 de Setembro de 2005- Acesso em: 20 de setembro de 2012.
- Italiano, E. C. (2004) *Recomendações para o Cultivo e Utilização do Capim-elefante*. Documentos EMBRAPA, Teresina, PI.
- Jacques, A. V. A. (1997) Caracteres morfofisiológicos e suas implicações no manejo. In: Carvalho, M. M.; Alvim, M. J.; Xavier, D. F. *Capim-elefante: produção e utilização*. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, p. 31 – 47.
- Jahuar, P.P. (1981) *Cytogenetics and breeding of pearl millet and related species*. New York: Alan R. Liss.
- Kang M.S.; Phan H.N..(1991). Simultaneous selection for high yielding and stable crop genotypes. *Agronomy Journal* 83: 161-165.

- Köppen, W. (1948) *In: Climatologia: con um estúdio de los climas de La Tierra*. México: Fondo de Cultura Economica, 478p, 1948.
- Leão ,F. F., Cancellier, L. L., Pereira, A. V., Ledo, F. J. S., Afférri , F. S. (2012) Produção forrageira e composição bromatológica de combinações genômicas de capim-elefante e milheto. *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, n. 2, p. 368-375.
- 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.
- Lima, R. S. N. (2010) Estimativa da diversidade genética entre clones de capim-elefante (*p. purpureum* schum) baseada em marcadores de DNA (RAPD e ISSR). Dissertação. Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas. Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF. 93p.
- Lin, C.S.; Binns, M.R. (1988) A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. *Canadian Journal of Plant Science*, v.68, p.193-198.
- Lista, F.N. (2008) Avaliação de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) para ruminantes na região Norte Fluminense. TeseDoutorado, Campos dos Goytacazes, p.95.
- Martins, C. E., Souza Sobrinho, F., Gomes, F. T., Rocha, W. S. D., Brighenti, A. M. (2010) Tolerância à toxidez por alumínio em capim-elefante. *Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia* (Online), 3:95-101.
- Mello, A. C. L.; Lira, M. A.; Dubeux Júnior, J. C. B.; Santos, M. V. F.; Ferreira, R. L.C.; Cunha, M. V. (2006) Degradação ruminal da matéria seca de clones de capim-elefante em função da relação folha/colmo. *Ver. Bras. Zootec*, v.35, n.4, p.1316-1322

- Melo, V.S.T.(2005). Utilização de descritores morfológicos em genótipos de *Pennisetum* sp. na fase de maturidade. Dissertação Mestrado em Zootecnia. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife. 43 pp.
- Mingoti, S. A. (2005) Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: Editora UFMG.
- Moss,D.N. (1964) Some aspects of microclimatology important in forage plant physiology. In: Forage plant physiology an soil relationships. ASA Special publications Madison-Winsconsin.
- Mota, V. J. G.;, Reis, S. T; Sales, E. C. J.; Rocha Júnior, V. R.; Oliveira, F. G.; Walker, S. F.; Martins, C. E.; Cóser, A. C. (2010) Lâminas de irrigação e doses de nitrogênio em pastagem de capim-elefante no período seco do ano no norte de Minas Gerais. *Rev.bras. zootec.*, 39:1191-1199.
- Mota, V. J. G.; Rocha Júnior, V. R.; Reis, S. T.; Sales, E. C. J.; Oliveira, F. G.; Gomes, V. M.; Martins, C. E.; Cóser, A. C. (2011) Lâminas de irrigação e doses de nitrogênio em pastagem de capim-elefante no período chuvoso no norte de Minas Gerais. *Rev. Bras. Saúde Prod. An.* 12:908-922.
- 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.
- Murakami, D.M., Cardoso, A.M., Cruz, C.D. e Bizão, N. (2004) Considerações sobre duas metodologias de análise de estabilidade. *Ciêñ. Rural*, v.34, 71-78.
- Nascimento, Inaldete S.; Monks, Pedro L.; Silva, João B. (2008) Efeito de cortes outonais e hibernais sobre o desempenho produtivo do capim elefante cv. Cameroon *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 3, n. 2, p. 191-196.

- Oliveira, T. N (2007) Estimativa de parâmetros genéticos na avaliação de clones de *Pennisetum* SP sob pastejo. Tese. Em Zootecnia. Universidade Federal de Pernambuco, Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal do Ceará . 99 p.
- Oliveira, T.N., Santos, M.V.F., Lira, M.A., Mello, A.C.L., Cunha, M.V., Freitas, E.V., e Ferreira, R.L.C (2011) Estabilidade e Adaptabilidade de clones de *Pennisetum* SP. Sob Pastejo. Mancha Ocular. Rev.Zootec. v. 60, n. 231, p. 725-732.
- Olivo, C. J.; Charão, P. S.; Pereira, L. E. T.; Ziech, M. F.; Meinerz, G.; Tyska, D. (2007) Produtividade e valor nutritivo de pasto de capim-elefante manejado sob princípios agroecológicos. R. Bras. Zootec., Viçosa, v. 36, n. 6.
- Pereira, A.V. (1999) Escolha de variedades de capim elefante. In: Peixoto, A.M.; Moura, J.C.; Faria, V.P. (ed.). *Anais do Simpósio sobre manejo de pastagem*, 10, Piracicaba, p. 45-62.
- 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., Daher, R. F., Pereira, M. G., Léo, F. J. S., Souza Sobrinho, F., Amaral Junior, A. T., Freitas, V. P., Pereira, T. N. S., Ferreira, C. F (2006) Análise de cruzamentos dialélicos entre capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). 1. Características morfoagronômicas. Acta Sci. Agron. Maringá, v. 28, n. 2, p. 267-275.
- Pereira, A. V. (2008) 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.

- Pimentel-Gomes, F. (2009) *Curso de estatística experimental*. 15ª Ed. Piracicaba: FEALQ, 451p.
- Plaisted, R.L.; Peterson, L.C. (1959) A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations and seasons. *American Potato Journal*, v.36, p.381-385.
- Queiroz Filho, J. L.; Silva, D. S.; Nascimento, I. S. (2000) Produção de Matéria Seca e Qualidade do Capim-elefante *Pennisetum purpureum* Schum.) Cultivar Roxo em Diferentes Idades de Corte. *Rev. bras. zootec.*, 29(1):69-74.
- Raven, P. H.; Evert, R. F.; Eichhorn, S. E. (2001) In: *Biologia Vegetal* Sexta edição, p. 142.
- Rezende, C. P.; Pereira, J. M.; Pinto, J. C.; Muniz, J. A.; Borges, A. M. F.; Andrade, I. F.; Evangelista, A. R (2008) Dinâmica de perfilhamento e fluxo de biomassa em capim-cameroon sob lotação rotativa. *R. Bras. Zootec.*, v.37, n.10, p.1750-1757.
- Ribeiro, F. S. A. (2008) Aplicação de Análise Multivariada na Predição de Perfis Faltantes de Poços no Campo de Namorado. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- 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, L. R. A., Rodrigues, T. J. D. (1975) Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: Castro, P. R. C., Ferreira, S. O., Yamanda, T. (Ed.) *Ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba:POTAFÓS, p.203-230.

- 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.
- Shimoya, A.; Cruz, C. D.; Ferreira, R. P.; Pereira, A. V.; Carneiro, P. C. S. (2001) Divergência genética entre acessos de um banco de germoplasma *Pesq. Agrop. Brasília*, V 37, N.7 P 971 980.
- Silva, S. H. B., Santos, M. V. F., Lira, M. A., Dubeux Junior, J. C. B., Freitas, E. V., Ferreira, R. L. C. (2009) Uso de descritores morfológicos e herdabilidade de caracteres em clones de capim-elefante de porte baixo. *R. Bras. Zootec.*, v.38, n.8, p.1451-1459.
- Silva, A. C., Nascimento, C. A. W., Santos, R. (2010) Utilização de ferramentas estatísticas em artigos sobre Contabilidade Financeira – um estudo quantitativo em três congressos realizados no país. I SSN 1807-1821, UFSC, Florianópolis, ano 07, v.1, nº14, p. 11-28.
- Silva, A. L. C.; Santos, M. V. F.; Dubeux Júnior, J. C. B.; Lira, M.A.; Ferreira, R. L. C.; Freitas, E. V.; Cunha, M. V.; Silva, M. C. (2010) Variabilidade e herdabilidade de caracteres morfológicos em clones de capim elefante na Zona da Mata de Pernambuco. *Revis. Bras. Zootec.* v.39, n.10, p.2132-2140.
- Silva, V. Q. R. (2011) Tese (Doutorado em Produção Vegetal) Dialelo parcial em capim-elefante: Capacidade combinatória em caracteres morfoagronômicos e bromatológicos em Campos dos Goytacazes, RJ. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF. Campos dos Goytacazes. 110p.
- Souza Sobrinho, F.; Pereira, A. V.; LEDO, F. J. S. et al. (2005) Avaliação agrônômica de híbridos interespecíficos entre capim-elefante e milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 40, n. 9, p. 873-880.

- 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. 2ª ed., revisada. Brasília:Embrapa SPI e Juiz de Fora:Embrapa-Gado de Leite, p.1- 30.
- Valle, C. B; Jank , L; Resende, R. M.S. (2009) O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil.Rev Ceres, v.56, n.4, p. 460-472.
- Vasconcelos, E. S., Cruz, C. D., Bhering, L. L., Resende Júnior, M. F. R. (2011)Método alternativo para análise de agrupamento.Pesq. agropec. bras., Brasília, v.42, n.10, p.1421-1428.
- 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.
- Vencovsky, R.; Barriga, P. Genética Biométrica no Fitomelhoramento. Ribeirão Preto: SBG, 1992. 496p.
- Verma, M. M., Chahal, G. S., Murty, B.R. (1978) Limitations of conventional regression analysis: a proposed modification. Theoretical and Applied Genetics, v.53, n.2, p.89-91.
- Vitor, C. M. T.; Fonseca, D. M; Cóser, A. C.; Martins, C. E.; Nascimento Júnior, D.; Ribeiro Júnior. J. I. (2009) Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada *R. Bras. Zootec.*, v.38, n.3, p.435-442.
- Xavier, D.F.; Botrel, M.A.; Verneque, R.S.; Freitas, V.P.; Boddey, R.M. (1998) Estabilidade da produção de forragem de cultivares de capim-elefante em solos com baixa disponibilidade de nitrogênio. Pasturas tropicalis, Vol. 20, nº 2. Cali, v. 20, n. 2, p. 35-40.

Xia, Z., Hongru, G., Chenglong, D., Xiaoxian, Z., Jianli, Z., Nengxiang, X. (2010) Path coefficient and cluster analyses of yield and morphological traits in *Pennisetum purpureum*. *Tropical Grasslands*, 44:95–102.

Zhang, X.; Gu, H.; Ding, C.; Zhong, X.; Zhang, J.; Xu, N. (2010) Path coefficient and cluster analyses of yield and morphological traits in *Pennisetum purpureum*. *Tropical Grasslands*, 44: 95-102