

AVALIAÇÃO UNI E MULTIVARIADA DE CARACTERÍSTICAS
MORFOAGRONÔMICAS PARA FINS ENERGÉTICOS E ESTUDO
DA DIVERSIDADE GENÉTICA DO CAPIM-ELEFANTE COM BASE
EM CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS E MULTICATEGÓRICAS

MARIA LORRAINE FONSECA OLIVEIRA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY
RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO-2014

**AVALIAÇÃO UNI E MULTIVARIADA DE CARACTERÍSTICAS
MORFOAGRONÔMICAS PARA FINS ENERGÉTICOS E ESTUDO
DA DIVERSIDADE GENÉTICA DO CAPIM-ELEFANTE COM BASE
EM CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS E MULTICATEGÓRICAS**

MARIA LORRAINE FONSECA OLIVEIRA

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

Orientador: Prof. Dr. Rogério Figueiredo Daher

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO-2014

AVALIAÇÃO AGRONÔMICA E DA QUALIDADE DA BIOMASSA E O
ESTUDO DA DIVERSIDADE GENÉTICA DO CAPIM-ELEFANTE EM
CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ.

MARIA LORRAINE FONSECA OLIVEIRA

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

Aprovado em 21 de fevereiro de 2014.

Comissão Examinadora

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

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

Prof. Aldo Shimoya (D. Sc. Genética e Melhoramento)- UCAM

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

Dedico esta conquista aos meus pais e a minha irmã, maiores torcedores da minha vitória e motivadores de todas as minhas batalhas.

AGRADECIMENTO

À Deus;

A minha mãe, Shandra, que sempre confiou em mim, fez de todos os meus sonhos os dela e sempre fez tudo para torna-los possível. Obrigada por estar ao meu lado em todos os momentos, por ser minhas asas quando eu perco o chão, por sempre me motivar e por nunca me deixar desistir.

Ao meu pai, Alvane, pelo orgulho, carinho e preocupação que sente por mim. Obrigada por me ajudar a realizar esse sonho e pela motivação nas horas difíceis. A minha irmã, Lorenza, pelo amor, carinho, por sempre acreditar em mim e sempre me motivar a continuar. Obrigada naninha, por sempre tentar me mostrar que eu sou uma pessoa melhor do que penso, por sempre me fazer ver o lado bom. A toda minha família (avós, tios, padrastos e primos), que torceram pela minha vitória.

Ao meu namorado, Douglas, pela paciência, amor, dedicação e confiança. Obrigada por me motivar e acreditar em mim sempre que eu me achava incapaz. Obrigada por estar ao meu lado sempre que eu precisei de você e por me ouvir

todas as vezes que eu precisei desabafar. Obrigada por fazer do meu pranto, sorrisos e por me fazer querer ser sempre uma pessoa melhor. Obrigada pela paz, pelo abraço e pela palavra dita na hora certa.

À minha prima, irmã, alma gêmea Alline por sempre se fazer presente, mesmo ausente, por acreditar em mim e sempre torcer pelas minhas conquistas.

Aos meus amigos, Natiele, Daniele, Wlaysia, Priscila, Jayme e Pedro, por sempre me ouvirem, me darem apoio. Obrigada por me adotarem desde o primeiro momento, pelas conversas jogadas foras, pelos almoços, pela companhia e pela amizade. Sem vocês, minha adaptação em Campos, não seria a mesma, vocês fizeram toda diferença nesses dois anos.

Ao grupo do capim mais unido do mundo, os companheiros e amigos da salinha 104-D (Erina, Verônica, Bruna, Avelino, Liliane e Larissa), pela atenção e paciência. Obrigada por irem comigo para o sol e me fazerem rir disso, por me ajudar em todas as etapas do meu experimento, pela boa vontade e disposição sempre demonstrada. Obrigada por tornarem melhor, os piores momentos.

Ao meu orientador, Rogério Daher, pela orientação, atenção, incentivo e confiança no meu trabalho.

Ao pessoal do campo, Dorian, Julio, Romildo e Fernando, por toda a ajuda, pelos momentos de descontração e dedicação a este trabalho, sem a ajuda de vocês, não seria possível a realização deste trabalho.

A Universidade Estadual do Norte Fluminense e a FAPERJ, pela oportunidade para fazer o mestrado e pela bolsa de estudo e por financiar este trabalho.

Ao Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal (LZNA/UENF), por ceder suas instalações para uma parte das análises.

A Embrapa Gado de Leite, por ceder os genótipos para montar o experimento.

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	2
1- INTRODUÇÃO	5
2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
2.1 Aspectos gerais do Capim-elefante.....	8
2.1.1 Taxonomia e Descrição Morfológica do Capim-elefante.....	10
2.2 Forragem	11
2.3 Energia	13
2.4 Principais diferenças entre <i>Pennisetum Purpureum</i> Schum. voltado para produção de energia e para produção de forragem	16
2.5 Caracterização morfoagronômica de acessos de <i>Pennisetum Purpureum</i> Schum.....	17
2.5.1 Florescimento	18
2.6 Rendimento e avaliação agrônômica de capim-elefante para fins energéticos.....	20

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22
TRABALHOS	31
AVALIAÇÃO UNI E MULTIVARIADA DE CARACTERÍSTICAS MORFOAGRONÔMICAS PARA FINS ENERGÉTICOS.....	31
RESUMO.....	31
ABSTRACT	32
1- INTRODUÇÃO.....	33
2- MATERIAL E MÉTODOS.....	34
2.1 Instalação e condução do experimento	34
2.2 Características avaliadas	36
2.2.1 Características morfoagronômicas	36
2.3 Análise estatística	37
3- RESULTADO E DISCUSSÃO	38
3.1 Análises univariadas	38
3.1.1 Análise da produtividade da matéria seca	38
3.1.2 Análise de variância das características morfoagronômicas	44
3.1.3 Análise e Agrupamento das médias.....	47
3.2 Análises multivariadas.....	55
3.2.1 Divergência Genética	55
4- CONCLUSÃO	64
REFERENCIAS.....	65
ESTUDO DA DIVERSIDADE GENÉTICA DO CAPIM-ELEFANTE COM BASE EM CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS E MULTICATEGÓRICAS.....	72
RESUMO.....	72
ABSTRACT.....	73
1- INTRODUÇÃO	73
2- MATERIAL E MÉTODOS	75
2.1 Localização e características climáticas da região	75
2.2 Condições experimentais.....	76
2.3 Características avaliadas	77
2.3.1 Características morfológicas quantitativas contínuas	77
2.3.2 Características morfológicas qualitativas discretas (multicategóricas).....	78
2.3.3 Características fenológicas	79

2.4 Análise estatística	80
3- RESULTADO E DISCUSSÃO	81
3.1 Análises de agrupamento baseado nos caracteres morfoagronômicos quantitativos	81
3.2 Análises de agrupamento baseado nos caracteres qualitativos discretos (multicategóricos).....	88
3.3 Correlação entre variáveis contínuas discretas e variáveis multicategóricas.....	95
4- CONCLUSÃO.....	97
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97

RESUMO

OLIVEIRA, MARIA LORRAINE FONSECA, Msc- Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Fevereiro de 2013, AVALIAÇÃO UNI E MULTIVARIADA DE CARACTERÍSTICAS MORFOAGRONÔMICAS PARA FINS ENERGÉTICOS E ESTUDO DA DIVERSIDADE GENÉTICA DO CAPIM-ELEFANTE COM BASE EM CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS E MULTICATEGÓRICAS, Orientador: Prof, Rogério Figueiredo Daher,

A produção de energia pelo uso da biomassa vegetal representa um grande desafio para pesquisa, uma vez que a queima desmedida de petróleo contribui com as mudanças climáticas, ameaçando o equilíbrio da Terra. Este fato desperta o interesse dos pesquisadores para descobrir novos genótipos como fontes de energia, dentre eles, o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) ganha destaque. Sendo assim, existe a importância de manter bancos de germoplasma com essa espécie e é necessário o conhecimento da diversidade genética entre os acessos, para fins de conservação de recursos genéticos e uso em programas de melhoramento genético. Sendo assim, objetivou-se avaliar as características morfoagronômicas de 85 acessos de capim-elefante a fim de identificar os melhores acessos que podem ser utilizados futuramente em cruzamentos em programas de melhoramento genético e sua diversidade genética por meio de descritores quantitativos e qualitativos. 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 trabalho, avaliou-se porcentagem e produção de matéria seca, número de perfilho por metro linear, altura da planta, diâmetro do colmo, largura de lâmina e comprimento de lâmina, Foram verificadas diferenças significativas, pelo teste F ($P < 0,01$), entre os genótipos para todas as características morfoagronômicas avaliadas. Os genótipos que se posicionaram no grupo "a", denominado grupo elite de produtividade, foram: Rico 534-B, Taiwan A-144, Napier S,E,A., Mole de Volta Grande, Teresópolis, Taiwan A-46, Duro de Volta Grande, Turrialba, Taiwan A-146, Cameroon- Piracicaba, Taiwan A-121,

P241 Piracicaba, Elefante Cachoeira Itapemirim, Guaco/I,Z,2, Cameroon, IJ 7126 cv EMPASC 310, IJ 7139, Australiano, 10 AD IRI e Pasto Panamá. No segundo trabalho avaliou-se a diversidade genética entre os 85 acessos de capim-elefante por meio de variáveis quantitativas (número de perfilhos por metro linear, altura da planta, diâmetro do colmo e largura e comprimento da lâmina foliar) e qualitativas (formato da touceira, cor geral das plantas na parcela, intensidade de pelos na bainha da folha e angulação das folhas), além de características fenológicas, como número de dias para a aparição de 10% de folha bandeira e porcentagem de florescimento no final do período reprodutivo. Pelos caracteres quantitativos, os 85 genótipos analisados, pertencem a 17 grupos de acordo com a otimização de Tocher, já pelo UPGMA, em 13 grupos, enquanto que para os caracteres qualitativos, os genótipos formaram 10 grupos, para ambos os métodos. Sendo assim, com a técnica multivariada foi possível evidenciar as divergências genéticas entre os genótipos, e formar grupos de similaridade pelo método da otimização de Tocher e pelo UPGMA, tanto para as características quantitativas, quanto para as qualitativas.

ABSTRACT

OLIVEIRA, MARIA LORRAINE FONSECA, Msc- Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Fevereiro de 2013, EVALUATION OF CHARACTERISTICS UNIVARIATE AND MULTIVARIATE MORPHOAGRONOMIC FOR ENERGY PRODUCTION AND STUDY OF GENETIC DIVERSITY OF ELEPHANTGRASS BASED IN QUANTITATIVE AND MULTICATEGORIC CHARACTERISTICS. Advisor: Prof, Rogério Figueiredo Daher,

The production of energy by the use of plant biomass represents a major challenge for research, since the excessive burning of oil contributes to climate change, threatening the balance of the Earth. This fact arouses the interest of researchers to discover new materials as sources of energy, including the elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) is emphasized. Thus, there is the importance of maintaining germplasm collections with this species and it is necessary to know the genetic diversity among accessions, for conservation of genetic resources and use in breeding programs. Therefore, we aimed to evaluate the agronomic characteristics of 85 accessions of elephant grass in order to

identify the best approaches that can be used in future crosses in breeding and genetic diversity through quantitative and qualitative descriptors programs. The experiment was conducted in randomized complete block design with two replications in the experimental field of the Centro Estadual de Pesquisa em Agroenergia e Aproveitamento de Resíduos, belonging to the Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro- Rio). In the first study, we assessed the percentage and dry matter yield, number of tillers per meter, plant height, stem diameter, blade width and blade length, Significant differences, the F test ($P < 0,01$) among genotypes for all agronomic characteristics were recorded, Genotypes were positioned in the group "a", called elite group productivity were: Rich B - 534, A- 144 Taiwan, Napier SEA, Mole Volta Grande, Teresopolis, Taiwan A- 46, Duro Volta Grande, Turrialba, Taiwan A- 146, Piracicaba, Cameroon, Taiwan A- 121, P241 Piracicaba, Elefante Cachoeira Itapemirim, Guaco/IZ2, Cameroon, IJ 7126 EMPASC 310 hP. IJ 7139 Australian 10 AD IRI and Pasto Panamá. In the second study evaluated the genetic diversity among 85 accessions of elephant grass by means of quantitative variables (number of tillers per meter , plant height , stem diameter and length and width of the leaf blade) and qualitative (type- clump. overall color of the plants in the plot, the intensity of the leaf sheath and angulation of the leaves), and phenological characteristics such as number of days to 10% emergence of the flag leaf and flowering percentage at the end of the reproductive period. By quantitative traits, the 85 genotypes analyzed, belonging to 17 groups according to Tocher optimization, since the UPGMA, in 13 groups, while for qualitative characters, the genotypes formed 10 groups, for both methods. Thus, with the multivariate technique was possible to demonstrate genetic differences among genotypes, and form similarity groups by the Tocher optimization method and the UPGMA, both for quantitative traits, as for the qualitative.

1. INTRODUÇÃO

A produção de energia pela utilização de formas alternativas, como a biomassa vegetal, é um estímulo para pesquisadores de todo o mundo, visto que a elevada emissão de gás carbônico pelo uso dos combustíveis fósseis e seus derivados vêm contribuindo para a mudança climática, ameaçando o equilíbrio do planeta e gerando consequências desastrosas, a qual, além de ser fonte finita de energia e possuir preços exorbitantes (Quesada et al., 2004; Morais et al., 2009).

Devido a isso, foi criado em 1997 o protocolo de Kyoto, o qual foi assinado por 170 países, visando diminuir as emissões de CO₂ (gás carbônico) para a atmosfera (Boddey et al., 2004). Com isso países com altos níveis de emissão de CO₂ podem comprar créditos de carbono de países que estão utilizando práticas de sequestro de carbono da atmosfera, países com Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) (Quesada et al., 2004; Boddey et al., 2004; Zanetti, 2010). Sendo assim, os países poluidores pagarão para que outros países sequestram carbono (Boddey et al., 2004).

A queima da biomassa se destaca como uma boa alternativa a longo prazo para contornar a crise ambiental e a dependência do petróleo para

produção de energia, pois ela apenas recicla o CO₂ que foi retirado da atmosfera pela fotossíntese (Quesada et al., 2003).

O capim-elefante ganhou muito destaque para esse fim, devido ao fato de ser uma planta C₄ e por isso, ser altamente eficiente na fixação de CO₂ atmosférico durante o processo de fotossíntese, possuindo grande capacidade de acumulação de matéria seca, além de possuir resistência às condições climáticas desfavoráveis (Queiroz Filho et al., 2000; Boddey et al., 2004; Zanetti, 2010).

Com isso, as pesquisas com capim-elefante vêm traçando novos rumos, não sendo somente uma planta voltada para alimentação animal, rica em proteína, como tem sido seu uso tradicional (Quesada et al., 2003; Flores, 2009), mas também produzir biomassa com altos teores de fibra, lignina e celulose, com alta produção de matéria seca e baixo consumo de fertilizantes nitrogenados, para uma biomassa de qualidade visando fins energéticos (Quesada et al., 2004; Mazzarella, 2008; Morais et al., 2009; Zanetti, 2010).

O perfil energético da indústria brasileira é baseado em setores que exigem grandes consumos de energia com boa qualidade. Dentre eles, encontra-se o cerâmico, que é um grande consumidor de energia térmica, e hoje utiliza a combustão de lenha, óleo, combustível e gás natural (Zanetti, 2010). No Balanço Energético Nacional (BEN, 2009), foi verificado que 45% da oferta de energia advém de energias renováveis, em que 32% vêm do uso da biomassa vegetal (Zanetti, 2010).

Sabendo da importância da utilização de energia renováveis, inclusive da biomassa vegetal, deve-se investir mais em pesquisas que visam o melhoramento genético do capim-elefante, sendo a base do melhoramento, a caracterização da variabilidade genética (Franco et al., 2001; Vieira et al., 2007), visto que, os recursos genéticos caracterizados permitem ganhos genéticos mais promissores no melhoramento (Coelho et al., 2007). Desta forma, o conhecimento da diversidade genética entre germoplasma, fornecem parâmetros para escolha de genitores, que cruzados, possibilitam o maior efeito heterótico na progênie, ou seja, aumentam as chances de obtenção de genótipos superiores em gerações segregantes (Franco et al., 2001; Cruz et al., 2003; Vieira et al., 2007).

Sendo assim, são necessários estudos mais aprofundados sobre a identificação de genótipos de capim-elefante com elevado potencial para produção de biomassa com qualidade para fins energéticos, para selecionar

genótipos com perfil adequado aos programas de melhoramentos genéticos, para que no futuro se torne uma fonte de energia limpa.

Com isso, o presente estudo tem como objetivos:

- Avaliação de 85 variedades da espécie *Pennisetum purpureum* Schum. nas condições edafoclimáticas de Campos dos Goytacazes, RJ por dois anos para produção de biomassa no regime de corte anual;
- Estimar a diversidade genética entre 85 genótipos de capim-elefante por meio de caracteres morfológicos quantitativos e multivariados;
- Estimas uma correlação entre as variáveis contínuas discretas e multicategóricas através da correlação de Mantel.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais do Capim-elefante

As plantas forrageiras são aquelas que constituem as pastagens, sendo consumidas por animais, geralmente ruminantes, contribuindo com seu desenvolvimento e reprodução (Valle et al., 2009). As melhores forrageiras são as mais adaptadas às diversas condições edafoclimáticas e tornam-se recorde absoluto de distribuição geográfica, sendo encontrados em diferentes altitudes e latitudes (Lopes, 2004; Valle et al., 2009), desta forma, as forrageiras que mais se destacam para formação de pastagens no mundo tropical são as dos gêneros *Panicum*, *Brachiaria* e *Pennisetum* (Valle et al., 2009).

Dentro do gênero *Pennisetum*, está presente uma das mais difundidas espécies forrageiras tropicais, o Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) (Xavier et al., 1995; Reis et al., 2008).

P. purpureum é uma *Poaceae* perene nativa da África tropical, comum nos vales férteis, entre as latitudes de 10º norte e 10º sul, com precipitação anual superior a 1,000 mm. Foi descoberta pelo Coronel Napier em 1905 e propagou-se

por toda a África, posteriormente, em 1920, foi introduzida no Brasil, vindo de Cuba (Carvalho et al., 1995; Deresz, 1999; Rodrigues et al., 2001; Pereira et al., 2008; Lima et al., 2010). Essa forrageira foi bem disseminada em todo o país por apresentar boa adaptação ao ambiente tropical, crescendo bem desde o nível do mar até altitudes de 2,200 m, entre temperaturas de 18 °C a 30 °C e precipitação de 800 a 4,000 mm (Pereira et al., 2008; Lima et al., 2010).

É uma forrageira classificada como estacional, visto que 70-80% de sua produção ocorre no período das águas, possuindo baixa tolerância à seca, atravessando este período com baixa produção. Adapta-se a diversos tipos de solo, excedendo solos mal drenados, e deve ser cultivado em solos com declive de até 25%, por não possuírem controle da erosão do solo (Deresz, 1999; Vitor, 2006).

O Capim-elefante foi utilizado inicialmente no Brasil apenas como alimento para o gado, devido ao seu elevado potencial de produção e boa qualidade forrageira (Pereira et al., 2001), tendo alta versatilidade de utilização e boas condições de adaptabilidade ao clima e solo de praticamente todo o Brasil (Deresz, 1999; Pereira et al., 2001; Pereira et al., 2008), atualmente é também empregado para produção de biomassa.

A elevada produção de biomassa pelo capim-elefante deve-se ao fato de ser uma espécie com metabolismo C₄, com alta eficiência na fixação de CO₂ e no processo fotossintético, resultando em uma elevada produção de matéria seca por área (Lopes, 2004; Quesada et al., 2004; Vitor, 2006). Além disso, o *P. purpureum* apresenta crescimento rápido (permitindo até 4 cortes anuais), é economicamente viável, pode ser plantado em menores áreas de terra e apresenta um percentual de fibra elevado, demonstrando vantagens em relação a outras espécies (Quesada et al., 2004).

A produtividade do capim-elefante, aliado à qualidade do material e a fixação biológica de nitrogênio, demonstram que essa espécie possui características morfológicas e químicas relevantes para ser utilizado na produção de energia renovável, podendo ultrapassar outras espécies utilizadas com essa finalidade (Quesada et al., 2003; Morais et al., 2009).

Vale ressaltar, que para sua excelente produtividade, cada genótipo tem suas adaptações e tolerâncias, e se adéquam melhor a cada condição climática em particular (Lopes, 2004). No Brasil, o principal fator climático que é

responsável pela estacionalidade da produção da forrageira é a queda de temperaturas durante o inverno (Vitor, 2006). Entretanto, vários fatores climáticos ocorrem conjuntamente influenciando o crescimento das plantas, como, umidade relativa do ar, vento, nebulosidade, precipitação pluvial, temperatura e radiação solar, sendo os três últimos de maior relevância para produção de biomassa (Vitor, 2006).

2.1.1 Taxonomia e Descrição Morfológica do Capim-elefante

A descrição original do Capim-elefante é de 1827, contudo sofreu mudanças ao longo do tempo, Atualmente a espécie *Pennisetum purpureum* pertence a família *Poaceae*, sub-família *Panicoideae*, tribo *Paniceae*, gênero *Pennisetum* L, Rich (Xavier et al., 1995).

A espécie é descrita como vigorosa, perene, atingindo de 3 a 5 metros de altura com colmo ereto, dispostos em touceiras abertas ou não, preenchido com parênquima suculento. Possuem rizomas curtos, folhas compridas, com inserções alternadas, de coloração verde clara ou escura, pubescentes ou não, alcançando de 30 cm a 110 cm de comprimento e de 3 a 10 cm de largura. Apresentam inflorescência paniculada sedosa e contraída, sozinha ou em conjunto no mesmo colmo; cilíndricas com média de 15 cm de comprimento, com espiguetas agrupadas (2 a 5) ou solitárias, envolvidas por um tufo de cerdas desiguais e de coloração amarelada ou púrpura (Alcântara e Bufarah, 1983; Moreira et al., 2006), Existem diversas variedades e genótipos que se diferenciam por caracteres agrônômicos (Alcântara e Bufarah, 1983).

Muitos acessos são utilizados como pastagem e para silagem, entretanto deve ser cortado antes que fique muito fibroso (Alcântara e Bufarah, 1983; Lopes, 2004; Xavier et al., 1995; Deresz, 1999; Queiroz Filho et al., 2000; Santos *et al.*, 2001; Shimoya et al., 2001; Lima, 2010). Outros genótipos, por possuir a habilidade de produzir acima de 40 toneladas anuais de biomassa seca por hectare, são empregados em programas de agroenergia baseados no uso da biomassa vegetal (Marafon et al., 2012).

2.2 Forragem

O Brasil tem dimensões continentais, com clima adequado para o desenvolvimento das plantas forrageiras sendo necessário para o sustento de grandes rebanhos, permitindo, dessa forma, o desenvolvimento da pecuária com menores custos se comparados com outros países produtores mundiais de carne, visto que de vários fatores envolvidos na produção animal, a alimentação é um dos mais importantes e detém um gasto elevado (Coser et al., 2000).

As formas mais econômicas de alimentação do gado são as pastagens e as forragens, as quais podem contribuir 100% na dieta do rebanho, assim, os produtores estão recorrendo a capineira de maior destaque neste sentido, o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) (Meirelles, 1997; Coser et al., 2000; Santos et al., 2001; Viana et al., 2009).

O *P. purpureum* tem sido apontado como a solução para a melhoria da dieta animal e para o aumento da produtividade (Lima, 2010), por possuir características como alta produção de biomassa, boa adaptação aos diversos tipos de solo, boa aceitação pelos animais por ser palatável, alta capacidade de suporte, bom valor nutritivo, resposta a adubação nitrogenada, boa adaptação climática, apresentando boa resistência a seca e a doenças (Xavier et al., 1995; Soares et al., 1999; Coser et al., 2000; Santos et al., 2001; Deresz et al., 2006; Lima, 2010).

Esta espécie é utilizada sob diversas formas de alimentação como capineira, pastejo, silagem e feno, sendo o segundo, utilizado mais recentemente (Xavier et al., 1995; Coser et al., 2000; Santos et al., 2001; Shimoya et al., 2001; Lima, 2010).

O capim-elefante utilizado como capineira é amplamente empregado na forma de alimentação de rebanhos, é cortado e fornecido como forragem verde picada no cocho (Xavier, 1995; Deresz, 1999; Coser et al., 2000; Santos et al., 2001; Lima, 2010), mais comumente complementando pastagens na estação chuvosa ou como parte na estação seca do ano (Deresz, 1999).

No início da década de 1980, a EMBRAPA Gado de Leite deu início aos trabalhos com capim-elefante sob pastejo, para a maior produção animal (Coser et al., 2000). No Brasil, a adoção desse sistema ainda é incipiente pela dificuldade de manejo, elevado custo de manutenção e exigência em fertilidade do solo

(Viana et al., 2009), entretanto, este sistema de alimentação possibilita alta produção de leite e/ou carne por hectare por ano (Xavier et al., 1995).

Como no Brasil apresenta duas estações climáticas, a chuvosa, em que propicia o crescimento vegetativo do capim devido a umidade, temperatura e luminosidade, e a da seca em que esses fatores são limitantes (Coser et al., 2008).

Uma forma de contornar o problema da época de seca é a conservação do excesso da forragem produzida no período das chuvas, sob a forma de feno ou silagem, embora seja muito recomendado, ainda é pouco utilizada (Costa e Gonçalves, 1988; Coser et al., 2000).

Para o aproveitamento do excesso de forragem, existe a produção de feno. O capim é capaz de produzir feno de boa qualidade, desde que cortado com idade inferior a 60 dias, contudo essa prática é pouca empregada devido ao alto custo (Costa et al., 1998).

A qualidade nutritiva da forragem está relacionada com sua digestibilidade, com sua composição química, com seu consumo pelo animal e com a relação colmo/folha, o último pelo fato de as folhas apresentarem maior qualidade quando comparadas com o colmo (Shimoya et al., 2001). Esta relação quando alta apresenta forragem de maior teor de proteína, digestibilidade e consumo, atendendo as exigências nutricionais dos animais (Queiroz Filho et al., 2000).

Tanto a composição química, quanto a digestibilidade do campim-elefante, reduzem drasticamente com a maturação da planta, ou seja, com o avanço da idade ocorre a elevação dos teores de matéria seca, fibra, lignina, celulose, hemicelulose e sílica, o que, conseqüentemente, ocasiona a diminuição da digestibilidade, da palatabilidade, do consumo e do valor nutritivo da forragem (Deresz, 1999; Queiroz Filho et al., 2000; Italiano, 2004, Lima, 2010).

Com o envelhecimento da forragem também ocorre a diminuição da proporção de folhas e o aumento da fração colmo, além de reduzir os teores de proteína bruta (Costa, 1990; Costa et al., 1998; Queiroz Filho et al., 2000). Desta forma, a idade da planta é ferramenta importante no auxílio de tomadas de decisões sobre as condições nutritivas do acesso que será usada na alimentação animal (Lima, 2010).

Devido a alta produtividade de biomassa, além da utilização na alimentação animal, o capim-elefante tem potencial como cultura energética, na produção de “carvão verde” e bio-óleo.

2.3 Energia

A produção de energia em forma alternativa, como por meio da biomassa vegetal, representa hoje um grande desafio para a ciência, devido ao fato de os combustíveis fósseis e seus derivados ocasionarem consequências desastrosas para o planeta, além de serem fontes finitas de energia e acelerarem o efeito estufa, o qual vem ameaçando o equilíbrio climático do planeta (Quesada et al., 2003; Quesada et al., 2004).

Devido a esse problema, entrou em vigor no ano de 2005 o Protocolo de Quioto, que traçou metas e alternativas para conciliar o desenvolvimento econômico com a diminuição da emissão de gases que propiciam o efeito estufa (Nascimento, 2009).

Neste protocolo foram propostos mecanismos de mercado, fontes alternativas de energia baseado em recursos renováveis e propostas de reflorestamento, e também criou o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo- MDL, que permite a comercialização de créditos de Carbono por meio da implementação de projetos de emissão e sequestro de carbono (Nascimento, 2009), tendo este último, despertado grande interesse das indústrias, pois o uso do carvão mineral gera uma queima de aproximadamente 600 mil toneladas de CO₂ (gás carbônico), enquanto a biomassa vegetal absorve o CO₂ da atmosfera durante o seu crescimento, tornando-se então, uma alternativa energética mais segura (Quesada et al., 2003).

Desta forma, as energias alternativas devem diminuir a utilização das energias convencionais, como o petróleo, o carvão mineral e o gás natural, e então, contribuir para minimizar o efeito das emissões nocivas na atmosfera, e tornando-se o principal caminho para uma geração de energia limpa e renovável (Couto et al., 2004).

A energia que advém da biomassa pode-se considerar ilimitada, devido ao fato de o CO₂ atmosférico ser a fonte de C (carbono) para o crescimento das

plantas através do processo fotossintético, sendo assim, a acumulação de biomassa pelas plantas dependerá apenas de outros fatores que afetam o crescimento do vegetal, como, disponibilidade de nutrientes, condições físicas e químicas do solo, disponibilidade de água e adequada temperatura (Boddey et al., 2004; Flores, 2009).

Como o Brasil possui uma elevada taxa de incidência solar, excelente condições edafo-climáticas e uma grande disponibilidade de áreas apropriadas para a agricultura ou silvicultura, apresenta todos os fatores necessários para o processo de bioconversão para a produção de biomassa, a qual se faz muito importante, surgindo como uma fonte alternativa para suprimentos energéticos para um país em desenvolvimento (Couto et al., 2004).

Independente da forma que a biomassa é utilizada para produzir energia, ela tem se mostrado um dos mais determinantes fatores de desenvolvimento econômico e social dos países industrializados e tem se tornado igualmente determinante em muitos aspectos da vida econômica e social (Couto et al., 2004).

Programas de produção de energia através da biomassa vegetal de espécies perenes não são atuais, mas se intensificaram a partir dos anos de 1980, onde, a finalidade energética consistiu na combustão direta em fornos (Flores, 2009). Atualmente sabe-se que a lignina demonstra ser uma variável de grande importância para seleção de genótipos visando essa finalidade, visto que é uma característica que apresenta diferenças significativas entre os genótipos (Oliveira, 2013).

Uma *Poaceae* que vem despertando o interesse de pesquisadores é o capim-elefante, deve-se isso ao fato de ser uma espécie de alto teor de lignina, rápido crescimento e alta produção de biomassa, além de apresentar um elevado potencial, não apenas para uso como fonte alternativa de energia, como também para obtenção de carvão vegetal (Boddey et al., 2004). O capim-elefante passou a ser visto como opção e solução para os programas de agroenergia baseados no uso da biomassa vegetal, por chegar a produzir acima de 40 toneladas anuais de biomassa seca por hectare (Flores, 2009; Marafon et al., 2012).

A elevada produção de biomassa do capim-elefante é resultado de sua baixa necessidade de nitrogênio, tendo melhor aproveitamento deste nutriente do que outras plantas e necessitando de metade da água para se desenvolver, contudo, o principal fator da maior produção de matéria seca é pelo fato da planta

ser do tipo C-4, possuindo alta eficiência na fixação de CO₂ atmosférico no processo de fotossíntese (Taiz e Zeiger, 2004; Quesada et al., 2003). Isso significa que quanto maior foi o crescimento da massa vegetal em um curto período de tempo, mais eficiente a planta aproveita a energia solar (Azevedo, 2003).

O *Pennisetum purpureum* é uma monocotiledônea, apresenta no colmo uma parte fibrosa, dura, que forma a casca e uma medula com feixes vasculares, assemelhando sua fisiologia ao bagaço de cana de açúcar, apresentando 65% de fibras e 35% de material não fibroso, o que o torna excelente para produção de carvão, visto que o teor de fibras é fundamental para isso (Azevedo, 2003; Flores, 2009).

Outra característica de extrema importância para produção de combustível é seu poder calorífero (Brito e Barrichelo, 1979). Ao comparar o poder calorífico do capim-elefante com o do eucalipto, nota-se que a energia produzida pelo capim em Kcal/Kg, é superior a energia produzida pelo eucalipto, a biomassa do capim chega a atingir 4,200 Kcal/Kg, enquanto a madeira do eucalipto atinge é 3,300 Kcal/Kg.

Essas excelentes características do capim-elefante, aliadas a rusticidade, fácil multiplicação, boa resistência à seca e ao frio, bom valor nutritivo e boa palatabilidade, justificam sua grande difusão em diversas regiões do país (Zanetti, 2010).

Considerando então a importância do capim-elefante para a pecuária brasileira, a Embrapa Gado de Leite criou um banco de germoplasma da espécie com as funções básicas, introdução, preservação, caracterização, e principalmente a documentação de combinações genéticas, distinção e preservação dos acessos, deixando também estes recursos disponíveis para pesquisadores poderem usar em programas de melhoramento.

2.4 Principais diferenças entre *Pennisetum Purpureum* Schum. voltado produção de energia e para produção de forragem

O melhoramento do capim-elefante sempre foi visado para finalidades de forrageiras, necessitando de altos teores de proteínas e baixos níveis de fibra

para ser selecionado como genótipo de boa qualidade para alimentação animal, outra vertente do melhoramento é a voltada para fontes bioenergéticas, com isso se faz necessário elevado teor de celulose, não importando o teor proteico (Quesada et al., 2003; Flores, 2009).

O manejo do *P. purpureum* visando fins energéticos também é diferente do visado para fins alimentícios. O capim-elefante utilizado para produção de energia deve ter intervalos de corte maiores, para que o teor de fibra, tanto em detergente neutro quanto em detergente ácido, e seus componentes sejam os mais elevados possíveis (Queiroz Filho et al., 2000). Além disso, com maiores intervalos de corte, ocorre um aumento na produção de matéria seca, o que é favorável para produção de energia, porém nota-se também, diminuição nos teores de proteína bruta, tornando o material de baixa qualidade para alimentação de bovinos (Queiroz Filho et al., 2000).

Isso ocorre devido ao alongamento do colmo, o que, conseqüentemente, aumenta o teor de fibra e diminui o de proteína em relação às folhas, justificando uma correlação negativa existente entre produtividade e valor nutritivo da forrageira (Lima et al., 2010).

Outra diferença no manejo dessa capineira é em relação ao custo das doses de nitrogênio químico e adubo, que para produção de leite e de carne bovina, representa 60% do custo total dos fertilizantes, para garantir que a biomassa possua maiores níveis de proteína, enquanto no caso da produção de energia, a Embrapa realiza pesquisa para selecionar uma variedade de capim-elefante que demande menos nitrogênio químico e com isso barateie a sua produção (Mazzarella, 2008). Em Campos dos Goytacazes, foi possível selecionar materiais com alto teor de lignina, para obter genótipos de elevado poder calorífico, sem a necessidade de adubação nitrogenada (Rossi, 2010).

O capim-elefante para produção de energia deve também ser rico em fibras e lignina, além de possuir alta relação C:N, visto que são essas características que conferem alto poder calorífico, por outro lado, o melhoramento do capim para alimentação dos ruminantes, busca apenas elevado teor de proteína para o ganho de peso mais rápido em bovinos (Quesada et al., 2004; Morais et al., 2009; Rossi, 2010).

2.5 Caracterização Morfoagronômica para acessos de *Pennisetum Purpureum* Schum.

Profissionais envolvidos na conservação e melhoramento de plantas tem uma grande preocupação com o desenvolvimento de bancos de germoplasma, devido a erosão genética ou perda de alelos, que diminui a variabilidade genética disponível, tornando o processo de seleção menos eficaz (Sigrist, 2009); deste modo, o uso de recursos promovidos por atividades de coleta, caracterização e conservação de germoplasma para posterior utilização em programas de melhoramento, tem tido um papel fundamental na expansão da agricultura brasileira e mundial (Sigrist, 2009).

Apesar de os recursos genéticos serem a base para o melhoramento, sua variabilidade genética presente nos acessos preservados em bancos de germoplasma permanece pouco explorada, demonstrando a importância de atividades relacionadas à caracterização do germoplasma, sobretudo, no sentido de incentivar a utilização dos recursos em programas de melhoramento genético de plantas (Sigrist, 2009).

Desta forma, a caracterização dos acessos possibilita a quantificação e utilização da variabilidade genética de modo eficiente. E a caracterização aliada a avaliação, mostram a diversidade genética disponível nos bancos, sendo de extrema importância no auxílio na seleção de parentais para cruzamento e ampliação da base genética nos programas de melhoramento, além de identificarem acessos duplicados nas coleções (Sigrist, 2009).

Apesar do grande número de genótipos em um banco de germoplasma, muitos deles são apenas duplicatas com nomes diferentes, não constituindo de fato, uma variação genética dentro do germoplasma. Entretanto, existe falta de trabalhos detalhados de caracterização morfológica e agrônômica, o que gera uma dificuldade na sua identificação, devido ao fato de existir um alto grau de similaridade entre muitos genótipos (Xavier et al., 1995).

Devido a estes fatos, o conhecimento do grau de divergência genética é de grande importância em programas de melhoramento que envolvem hibridações, por fornecer aos pesquisadores, caracteres que permitem identificar genitores, que quando cruzados, resultam em maior efeito heterótico e maior

probabilidade de recuperar genótipos superiores nas gerações segregantes (Santos et al., 1994; Carvalho et al., 1995; Shimoya et al., 2002).

Como o capim-elefante é uma das mais importantes forrageiras tropicais por apresentar ampla versatilidade de formas de utilização tanto como forrageira para corte, pastejo, ensilagem e feno como também possui um grande potencial como cultura energética na produção de carvão verde e bio-óleo, a Embrapa Gado de Leite possui um programa de melhoramento de capim-elefante com um extenso banco de germoplasma (Gomide et al., 2011), no qual realiza trabalhos de caracterização, visando a localização de genótipos superiores e o gerenciamento eletrônico do germoplasma.

No melhoramento do capim-elefante buscando fins energéticos, se faz necessária a caracterização morfoagronômica para selecionar acessos mais promissores para cruzamentos a fim de gerar híbridos com porte elevado, alto perfilhamento e colmos grossos (Oliveira et al., 2012), além de possuir um florescimento tardio, aplicando mais energia no crescimento da biomassa, e menos na reprodução.

2.5.1 Florescimento

Os mecanismos que determinam o florescimento em plantas forrageiras tropicais, ainda não são bem conhecidos, mas sabe-se que pode estar relacionado a fatores climáticos, como hidroperíodo, com isso plantas irrigadas podem apresentar diferentes respostas de florescimento (Balsalobre et al., 2003).

Outra característica que acredita poder estar ligada ao florescimento, é a altura do pasto, visto que a densidade de perfilhos basilares reprodutivos, ou seja, perfilhos contendo inflorescência aumentaram com a elevação da altura do pasto (Canto et al., 2002).

O sombreamento também pode afetar o florescimento, retardando o início do aparecimento das inflorescências, isso resulta em um crescimento vegetativo mais prolongado, excelente característica para produção de energia, entretanto ocorre também uma diminuição na produção de matéria seca, o que não é visado em forrageiras voltadas para produção de biomassa (Carvalho et al., 2002). Além dessas características, outros fatores também são influenciados pela retardo do

florescimento, como o aspecto do valor nutritivo da forragem, a produção de sementes, a digestibilidade, composição mineral, concentrações de proteínas, lipídios, lignina e carboidrato (Carvalho et al., 2002; Campos et al., 2002; Balsalobre et al., 2003).

As folhas também são influenciadas pelo florescimento, a porcentagem de hastes tende a aumentar antes do florescimento, ocorrendo uma redução da densidade de lâminas de folhas verdes após o florescimento (Canto et al., 2002; Abreu et al., 2004). Observa-se uma tendência de aumento de lâmina foliar a medida que ocorre menos inflorescência (Ferolla et al., 2007),

Todas essas mudanças causadas pelo florescimento se devem ao fato da planta exportar a maioria dos assimilados para o desenvolvimento da inflorescência, diminuindo os assimilados em outras partes das plantas, causando várias modificações citadas anteriormente e reduzindo a alongação foliar (Gonçalves e Quadros, 2003), resultando uma menor produção de biomassa após o florescimento. Devido a isso, para produção de energia, é muito importante selecionar plantas com florescimento tardio.

Com o conhecimento da época de florescimento das plantas, elas podem ser classificadas como de ciclo precoce, semi-precoce e tardio em relação à emissão de inflorescências (Ferolla et al., 2007).

2.6 Rendimento e avaliação agrônômica de capim-elefante para fins energéticos

O declínio dos recursos petrolíferos tem levado pesquisadores a buscarem novas formas de gerar energia, principalmente pelo fato do petróleo liberar grande quantidade de óxidos de enxofre e CO₂, principal responsável pela mudança climática no planeta (Rocha et al., 2009). Desta forma, tem se utilizado a biomassa como fonte de combustível e energia alternativa, em caldeiras e fornos, como o bagaço da cana, casca de arroz e de coco babaçu e restos de madeira, entretanto, devido ao capim-elefante ter alta eficiência fotossintética, e um grande acúmulo de matéria seca, ele possui maior capacidade calorífica, além de gerar créditos de carbono (Quesada et al., 2003; Rocha et al., 2009).

Isso torna viável a produção da biomassa do capim-elefante para fins energéticos, pois sua produtividade é pelo menos quatro vezes maior que a da madeira de eucalipto (Mazzarela, 2008). Além disso, seu ciclo de produção pode ser de seis meses, enquanto que o primeiro corte da madeira de eucalipto se faz apenas a partir do sexto ano, e ainda possui menor custo para produção de biomassa e menor necessidade de áreas (Mazzarela, 2008). Além de tudo isso, o capim-elefante possui elevadas taxas de celulose, lignina, hemicelulose e principalmente lignina, importantes compostos na qualidade da biomassa para fins energéticos (Seyer et al., 2003).

A rentabilidade da produção de matéria seca pelo capim-elefante com um ano de crescimento, e sem a aplicação de N-fertilizante, mostra vários genótipos com boa produtividade, como, Gramafante, Cameroon- Piracicaba, Mineiro, Piracicaba P241, Sem Pelo, Capim Cana D'Africa, Gramafante e Guaçucu, produziram de 41,7 t há⁻¹ à 80 t há⁻¹ (Quesada et al., 2003).

Também com um corte ao ano, ou seja, com doze meses de estudo, os genótipos de capim-elefante Cameroon e F06-3 apresentaram elevados valores para produção de matéria seca, variando de 36,5 Mg MS ha⁻¹ e 36,2 Mg MS ha⁻¹ respectivamente, podendo ser indicado para produção em escala comercial, visando produção de biomassa com fins energéticos (Morais, 2008).

Com a utilização de N-fertilizantes, com apenas 9 meses de crescimento, alguns genótipos, como Cameroon Piracicaba e Graçu I/Z2, apresentam produção máxima de matéria seca de 60,97 toneladas e 44,10 toneladas, respectivamente (Oliveira, 2012).

Vale ressaltar, que os teores de matéria seca, fibra, celulose, hemicelulose, lignina, nitrogênio e relação C:N, são incrementados à matéria seca à medida que a idade fisiológica da planta avança, ou seja, quanto maior tempo de crescimento da planta, mais elevados são os teores destas variáveis (Barbé, 2012), e sabe-se que esses caracteres são de elevada importância para produção de energia (Morais, 2008; Morais, 2009).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcântara, P.B., Bufarah, G. (1983) Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas, 3, São Paulo, 150P.

Abreu, J.B. de., Cóser, A.C., Deminicis, B.B., Brum, R.P., Sant'Ana, N.F. de., Teixeira, M.C., Santos, A.M. (2004) Avaliação da produção de matéria seca, relação folha/colmo e composição químico-bromatológica de *Brachiaria humidicola* (Rendle), submetida a diferentes idades de rebrota e doses de nitrogênio e potássio. *Revista Universitária Rural*, 24 (1): 135-141.

Azevedo, P.B.M. (2003) Aspectos econômicos da produção agrícola do capim-elefante. *Encontro de Energia no Meio Rural*, 3.

Balsalobre, M.A.A., Corsi, M., Santos, P.M., Vieira, I., Cárdenas, R.R. (2003) Composição química e fracionamento do nitrogênio e dos carboidratos do

Capim-Tanzânia irrigado sob três níveis de resíduo pós-pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32 (3): 519-528.

Barbé, T.C. da. (2012) Variação de caracteres morfoagronômicos, fisiológicos e da qualidade da biomassa energética de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) em função da idade da planta, (Doutorado em Produção Vegetal)- Campos dos Goytacazes-RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense- UENF, 140P.

Boddey, R.M., Alves, B.J.R., Urquiaga, S.S. (2004) Redução das emissões do gás carbônico através da produção de bioenergia utilizando capim elefante. *Embrapa Agrobiologia*, Seropédica- RJ.

Brito, J.O., Barrichelo, L.E.G. (1979) Usos diretos e prioridade da madeira para geração de energia. *Circular Técnica*, 52: 1-7.

Campos, F.P. de., Lanna, D.P.D., Bose, M.L.V., Boin, C., Sarmiento, P. (2002) Degradabilidade do capim-elefante em diferentes estágios de maturidade avaliada pelo método de *in vitro*/gás. *Scientia Agricola*, 59 (2): 217-225.

Canto, M.W. do., Jobim, C.C., Cecato, U., Castro, C.R.C. de., Hoeschl, A.R., Galbeiro, S., Cneglian, S.M., Peres, R.S.M., Moreira, H.L.M. (2002) Acumulo de forragem e perfilhamento em capim Tanzânia, *Panicum maximum* Jacq., deferido após pastejo em diferentes alturas. *Acta Scientiarum*, 24 (4): 1087-1092.

Carvalho, L.P. de, Cruz, C.D., Morais, C.F, de. (1995) Genetic divergence in brazilian cotton, *Gossypium hirsutum* var. *latifolium* Hutch. *Brazilian Journal of Genetics*, 18 (3): 439-443.

Carvalho, M.M., Freitas, V.P. de., Xavier, D.F. (2002) Início de florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento natural. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35 (5): 717-722.

Coelho, C.M.M., Coimbra, J.L.M., Souza, C.A., Bogo, A., Guidolin, A.F, (2007) Diversidade genética em acessos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciência Rural*, 37 (5): 1241-1247.

Coser, A.C., Martins, C.E., Deresz, F. (2000) Capim-Elefante: formas de uso na alimentação animal. *Circular Técnica*, 57: 1-30.

Coser, A.C., Martins, C.E., Deresz, F., Freitas, A.F. de., Paciullo, D.S.C., Alencar, C.A.B de., Vítor, C.M.T. (2008) Produção de forragem e valor nutritivo do capim-elefante, irrigado durante a época seca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43 (11): 1625-1631.

Costa, L.N. de. (1990) Avaliação agronômica de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cvs, Cameroon e Anã) sob três frequências de corte. *Comunicado Técnico- Embrapa*, Porto Velho- RO, 1-4.

Costa, L.N. de., Oliveira, J.B.C. da., Townsend, C.R. (1998) Efeito do diferimento sobre a produção e composição química do capim-elefante CV. Mott. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 33 (4): 497-500.

Costa, N.L. de., Gonçalves, C.A. (1988) Épocas de vedação e utilização de capineiras de capim elefante em Porto Velho- RO. *Pasturas Tropicais*, 10 (2): 34-37.

Couto, L.C., Couto, L., Watzlawick, L.F., Câmara, D. (2004) Vias de valorização energética da biomassa. *Biomassa & Energia*, 1 (1): 71-92.

Cruz C.D., Carneiro, P.C.S., Regazzi, A.J. (2003) *Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético*, Viçosa: UFV, 2, 585P.

Deresz, F. (1999) Utilização do capim-elefante sob pastejo rotativo para produção de leite e carne. *Circular Técnica*, Juiz de Fora- MG, 54.

Deresz, F., Cóser, A.C., Martins, A.E. (2006) Formação e utilização de pastagem de capim-elefante, *Instrução Técnica para o Produtor de Leite-Embrapa Gado de Leite*, Juiz de Fora- MG, 17.

Ferolla, F.S., Vásquez, H.M., Silva, J.F.C. da., Viana, A.P., Domingues, F.N., Aguiar, S.R. da. (2007) Produção de matéria seca, composição da massa de forragem e relação lâmina foliar/caule + bainha de aveia preta e tritcale nos sistemas de corte e de pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36 (5): 1512-1517.

Flores, A.R. (2009) *Produção de capim-elefante (Pennisetum purpureum Schum.) para fins energéticos no Cerrado: resposta a ação nitrogenada e idade de corte*, Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Seropédica- RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro- UFRRJ, 42P.

Franco, M.C., Cassini, S.T.A., Oliveira, V.R., Tsai, S.M. (2001) Caracterização da diversidade genética em feijão por meio de marcadores RAPD. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36 (2): 381-385.

Gomide, C.A.M., Paciullo, D.S.C., Castro, C.R.T. de., Lédo, F.J.S. da., Morenz, M.J.S. da. (2011) Produção de Forragem e valor nutritivo de clones de capim-elefante anão sob estratégias de desfolha intermitente. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, Juiz de Fora-MG, 31.

Gonçalves, E.N., Quadros, F.L.F. de. (2003) Morfogênese de milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) em pastejo com terneiras recebendo ou não suplementação. *Ciência Rural*, 33 (6): 1123-1128.

Italiano, E.C. (2004) Recomendação para o cultivo e utilização do capim-elefante. *Embrapa, Documentos*, 98.

Lima, E.S., Silva, J.F.C., Vásquez, H.M., Andrade, E.N., Deminicis, B.B., Morais, J.P.G., Costa, D.P.B., Araújo, S.A.C. (2010) Características agrônômicas

e nutritivas das principais cultivares de capim-elefante do Brasil. *Veterinária e Zootecnia*, 17 (3): 324-334.

Lopes, B.A. (2004) *O capim-elefante*, Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Visoça- MG, Universidade Federal de Viçosa- UFV, 56P.

Marafon, A.C., Câmara, T.M.M., Santiago, A. D., Rangel, J.H.A. de. (2012) Cenário energético brasileiro e o potencial do capim-elefante como fonte de matéria-prima para produção de energia renovável. *Embrapa Tabuleiros Costeiros*, Aracaju- SE.

Mazzarella, V. (2011) Capim-elefante é aposta como alternativa de energia renovável, *Jornal da Cana*, São Paulo-SP. Entrevista concedida a Octaviana Carolina.

Meirelles, P.R.L. de., Pereira, A.V., Mochiutti, S. (1997) Avaliação e seleção de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) no cerrado do Amapá. *Anais da XXXIV Reunião da SBZ*, Juiz de Fora- MG, P. 97-98.

Ministerio de Minas e Energia (2009) *Balanço Energético Nacional- BEN-Brasil*.

Morais, F.R., Soares, R.H.B., Jantalia, C.P., Alves, B.J.R., Boddey, R.M., Urquiaga, S. (2009) Potencial produtivo e eficiência da fixação biológica de nitrogênio em diferentes genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach) para uso como fonte alternativa de energia. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, Seropédica, 41.

Morais, R.F. de. (2008) Potencial produtivo e eficiência da fixação biológica de nitrogênio de cinco genótipos de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), para uso como fonte alternativa de energia. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Seropédica- RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, 87P.

Moreira, L.M., Fonseca, D.M. da., Martucello, J.A., Nóbrega, E.B. da. (2006) Absorção e níveis críticos de fósforo na parte aérea para manutenção da produtividade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* CV, Napier). *Ciência Agrotecnica*, 30 (6): 1170-1176.

Nascimento, A.G. do. (2009) Efeitos das mudanças climáticas nas plantas. *Seminário em Genética e Melhoramento de Planta*, Piracicaba-SP.

Oliveira, A.V. de., (2013) Avaliação do desenvolvimento e de características morfoagronômicas e qualidade de biomassa energética de 73 genótipos de capim elefante em Campos dos Goytacazes-RJ. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)- Campos dos Goytacazes- RJ. Universidade Estadual do Norte Fluminense- UENF, 76P.

Oliveira, E.S. da. (2012) Variação de caracteres morfoagronômicos e da qualidade da biomassa em seis genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) em função de diferentes doses de nitrogênio e análise da viabilidade econômica em Campos dos Goytacazes-RJ. Tese (Doutorado em Produção Vegetal)- Campos dos Goytacazes-RJ. Universidade Estadual do Norte Fluminense- UENF, 131P.

Oliveira, M.L.F., Daher, R.F., Silva, V.B. da., Menezes, B.R.S. da., Oliveira, A.V. de. (2012) Análise da diversidade morfológica entre acessos de capim-elefante do banco ativo de germoplasma do CCTA/UENF, em Campos dos Goytacazes-RJ. *I Encontro de Genética e Melhoramento de Plantas do Estado do Rio de Janeiro*. Campos dos Goytacazes-RJ, CD-ROOM.

Pereira, A.V., Machado, M.A., Azevedo, A.L.S., Nascimento, C.S., Campos, A.L., Léo, F.J.S. (2008) Diversidade genética entre acessos de capim-elefante obtida por marcadores moleculares. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 1216-1221.

Pereira, A.V., Valle, C.B., Ferreira, R.P., Miles, J.W, (2001) Melhoramento de forrageiras tropicais. *Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas*, 549-602.

Pereira, V.A., Machado, M.A., Azevedo, A.L.S., Nascimento, C.S., Campos, A.L., Ledo, F.J.S. (2008) Diversidade genética entre acessos de capim-elefante obtida com marcadores moleculares. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37 (7): 1216-1221.

Queiroz Filho, J.L. de. Silva, D.S. da., Nascimento, I.S. do. (2000) Produção de matéria seca e qualidade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar roxo em diferentes idades de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29 (1): 69-74.

Quesada, D.M., Frade, C., Resende, A., Polidoro J.C., Reis, V.M., Boddey, R., Alves, B.J.R., Urquiaga, S., Xavier, D. (2003) A fixação biológica de nitrogênio como suporte para produção de energia renovável. *Encontro de Energia e Meio Rural*, 2000, Campinas, v,3.

Quesada, D.M., Frade, C., Resende, A., Polidoro J.C., Reis, V.M., Boddey, R., Alves, B.J.R., Urquiaga, S., Xavier, D. (2003) A fixação biológica de nitrogênio como suporte para produção de energia renovável. *Encontro de Energia e Meio Rural*, 2000, Campinas, v,3.

Quesada, M.D., Boddey, R.M., Reis, V.M., Urquiaga, S. (2004) Parâmetros qualitativos de genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) estudados para produção de energia através da biomassa. *Circular Técnica*, Seropédica, 8.

Reis, M.C., Sabrinho, S.F., Ramalho, M.A.P., Ferreira, D.F., Ledo, F.J.S., Pereira, A.V., (2008) Allohexaploid pearl millet x elephantgrass population potential for a recurrent selection program. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43 (2): 195-199.

Rocha, E.P.A., Souza, D.F., Damasceno, S.M. (2009) Estudo da viabilidade da utilização de briquete de capim como fonte alternativa de energia para queima

em alto-forno. *VIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica*, Uberlândia-MG.

Rodrigues, L.R.A., Monteiro, F.A., Rodrigues, T.J.D. (2001) Capim Elefante. *Simpósio Sobre Manejo de Pastagens*, 17, Piracicaba, 203-224.

Rossi, D.A. (2010) Avaliação morfoagronômica e da qualidade da biomassa de acessos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) para fins energéticos no norte fluminense. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)- Campos dos Goytacazes- RJ. Universidade Estadual do Norte Fluminense- UENF, 66P.

Santos, C.A.F., Meneses, E.A., Araujo, F.P. de. (1994) Divergência genética em acessos de Guandu. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 29 (11): 1723-1726.

Santos, E.A., Silva, D.S. da., Queiroz Filho, J.S. de. (2001), Perfilamento e algumas características morfológicas do capim-elefante cv, roxo sob quatro alturas de corte em duas épocas do ano. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30 (1): 24-30.

Seye, O., Cortez, L.A.B., Gómez, E.O. (2003) Estudo cinético da biomassa a partir de resultados termogravimétricos. *Encontro de Energia no Meio Rural*, Campinas-SP.

Shimoya, A., Cruz, C.D., Ferreira, R.P. de., Pereira, V.A., Carneiro, P.C.S. (2002) Divergência genética entre acessos de um banco de germoplasma de capim-elefante. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37 (7): 971-980.

Shimoya, A., Ferreira, R.P. de., Cruz, C.D., Carneiro, P.C.S. (2001) Comportamento morfo- agrônômico de genótipos de capim-elefante. *Revista Ceres*, 48 (276): 141-158.

Sigrist, M.S. (2009) Divergência genética em *Curcuma longa* L. utilizando marcadores microssatélites e agromorfológicos. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical)- Campinas-SP. Instituto Agronômico, 95

Silva, D. J., Queiroz, A. C. de. (2002) *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*, 3, Viçosa, 235P.

Soares, J.P.G., Aroeira, L.J.M., Pereira, O.G., Martins, C.E., Valadares Filho, S.C. de., Lopes, F.C.F., Verneque, R.S. da. (1999) Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), sob duas doses de nitrogênio. Consumo e produção de leite. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 28 (4): 889-897.

Taiz, L., Zeiger, E. (2004) *Fisiologia Vegetal*, 3, ed, Porto Alegre: Artmed, 722P.

Valle, C.B., Janl, L., Resende, L.M.S. (2009) O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. *Revista Ceres*, 56 (4): 460-472.

Viana, B.L., Mello, A.C.L. de., Lira, M.A. de., Dubeux Junior, J.C.B., Santos, M.V.F. dos., Cunha, M.V. da., Ferreira, G.D.G. (2009) Repetibilidade e respostas de características morfofisiológicas e reprodutivas de capim-elefante de porte baixo sob pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44 (12): 1731-1738

Vieira, E.A., Fialho, J.F., Silva, M.S., Faleiro, F.G. (2007) Variabilidade genética do banco ativo de germoplasma de mandioca no Cerrado acessada por meio de descritores morfológicos. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento-Embrapa*, Planaltina- DF, 28.

Vitor, C.M.T. (2006) *Adubação nitrogenada e lamina de água no crescimento do capim-elefante*. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Viçosa-MG, Universidade Federal de Viçosa- UFV, 90P.

Xavier, D.F., Botrel, M.A., Daher, R.F., Gomes, F.T., Pereira, A.V. (1995) Caracterização morfológica e agrônômica de algumas cultivares de capim-elefante. *EMBRAPA*, Coronel Pacheco-MG, 60.

Zanetti, J.B. (2010) *Identificação de genótipos de capim-elefante (Pennisetum purpureum Schumach.) de alta produção de biomassa com qualidade para fins energéticos*. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)- Seropédica- RJ. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro- UFRRJ, 84P.

TRABALHO

AVALIAÇÃO UNI E MULTIVARIADA DE CARACTERÍSTICAS
MORFOAGRONÔMICAS PARA FINS ENERGÉTICOSEVALUATION OF CHARACTERISTICS UNIVARIATE AND MULTIVARIATE
MORPHOAGRONOMIC FOR ENERGY PRODUCTION

Maria Lorraine Fonseca Oliveira e Rogério Figueiredo Daher

Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA), Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), Avenida Alberto Lamego, 2000, CEP: 28013-602, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil, Telefone: (22) 2739-7193

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar as características morfoagronômicas de 85 acessos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) do banco de germoplasma situado no Campo experimental do Centro Estadual de Pesquisa em Agroenergia e Aproveitamento de Resíduos. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com duas repetições em regime de corte anual, Foram avaliados porcentagem e produção de matéria seca (%MS e PMS,

respectivamente) número de perfilhos por metro linear (NP), altura das plantas (ALT), diâmetro do colmo (DC), largura de lâmina (LL) e comprimento de lâmina (CL), Utilizou-se as análises de variância de cada corte e cada variável, e também Scott-Knott ($p < 0,05$). Nas multivariadas foi realizado a otimização de Tocher, distância generalizada de Mahalanobis, variáveis canônicas e importância dos caracteres nas variáveis canônicas. Pelo Scott-Knott à 5%, foram identificados os genótipos elite: Rico 534-B, Taiwan A-144, Napier S,E,A., Mole de Volta Grande, Teresópolis, Taiwan A-46, Duro de Volta Grande, Turrialba, Taiwan A-146, Cameroon- Piracicaba, Taiwan A-121, P241 Piracicaba, Elefante Cachoeira Itapemirim, Guaco/I,Z,2, Cameroon, IJ 7126 cv EMPASC 310, IJ 7139, Australiano, 10 AD IRI e Pasto Panamá. Pela análise das variáveis canônicas, as duas primeiras acumularam 64,6457% de variância. Quanto a importância relativa das características avaliadas, a largura de lâmina no corte 2 foi a mais importante. Pela otimização de Tocher, os 85 acessos foram divididos em 25 grupos, indicando alta variabilidade do banco de germoplasma.

Palavras chave: *Pennisetum purpureum*, otimização de Tocher, distância generalizada de Mahalanobis, capim-elefante.

ABSTRACT

The objective of this work was to study the agronomic characteristics of 85 accessions of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) of the germplasm bank located in the experimental field of the Centro Estadual de Pesquisa em Agroenergia e Aproveitamento de Resíduos. The experimental design was a randomized block design with two replications under the annual harvest. Percentage and dry matter yield (% MS and PMS, respectively) number of tillers per meter (NP), plant height (ALT), stem diameter (DC), blade width (LL) and blade length were evaluated (CL). We used the variance analysis of each variable and each cut, and also the Scott- Knott 5 %. In multivariate was performed optimization Tocher, generalized Mahalanobis distance, canonical variables and importance of character in canonical variables. By Scott - Knott ($p < 0,05$), the elite genotypes were identified, those with "a" in the evaluated characteristics: Rich B - 534, A- 144 Taiwan, Napier SEA, Mole Volta Grande, Teresopolis, Taiwan A- 46, Duro Volta Grande, Turrialba, Taiwan a- 146, Piracicaba, Cameroon, Taiwan a-

121, P241 Piracicaba, Elephant Waterfall Itapemirim, Guaco/IZ2, Cameroon, IJ 7126 EMPASC 310 hP. IJ 7139 Australian 10 AD IRI and Pasture Panama. The analysis of canonical variables, the first two accumulated 64,6457 %. As the relative importance of the characteristics evaluated, the width of the cutting blade 2 was the most important. By Tocher optimization, the 85 accessions were divided into 25 groups, indicating high variability of the genebank.

Keywords: *Pennisetum purpureum*, optimization Toche, generalized Mahalanobis distance, elephantgrass.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a busca de alternativas para diminuir o uso de combustíveis fósseis para produção de energia está aumentando globalmente, devido ao elevado preço internacional do petróleo e seus derivados e, principalmente, preocupações com o meio ambiente e as mudanças climáticas (Morais *et al.*, 2009). Uma alternativa de destaque atualmente é o uso da biomassa vegetal como fonte de energia, visto que sua queima somente recicla o CO₂ que foi retirado da atmosfera pela fotossíntese (Quesada *et al.*, 2003).

O *Pennisetum purpureum* Schum., popularmente conhecido como capim-elefante, está entre as espécies de alta eficiência fotossintética, o que resulta em uma grande capacidade de acumulação de matéria seca (Queiroz Filho *et al.*, 2000; Quesada *et al.*, 2003; Boddey *et al.*, 2004), por isso, nos últimos anos tem despertado grande interesse dos pesquisadores que visam a produção de energia através da biomassa vegetal (Quesada *et al.*, 2004).

Se fazendo necessários então, estudos mais aprofundados sobre a identificação de genótipos de capim-elefante, principalmente para revelar acessos com caracteres ideais para produção de biomassa visando fins energéticos (Cavalcante e Lira, 2010; Zanetti, 2010), os quais poderão ser utilizados em programas de melhoramento genético.

Sendo assim, é de extrema importância o estabelecimento e manutenção dessa espécie em banco de germoplasma, para armazenar e disponibilizar acessos, conservar a variabilidade genética para o futuro, prover informações a respeito dos acessos, e identificar características de interesse para programas de melhoramento genético (Nass e Paterniani, 2000). Entretanto, sabe-se, que existe uma baixa utilização dos recursos genéticos vegetais nos bancos de

germoplasma, devido à falta de documentação, de descrição e de avaliação adequada nas coleções (Nass e Paternani, 2000).

A divergência genética pode ser feita baseada em caracteres morfológicos, os quais irão orientar os cruzamentos direcionados, visando maximizar o vigor híbrido (Schneider, 2013). A partir disso, este trabalho objetiva estimar a diversidade genética entre 85 acessos de capim-elefante por meio de caracteres morfológicos e considerando a produtividade anual dos acessos, a fim de identificar os genótipos elite, embasando as atividades de pré-melhoramento, para o direcionamento de cruzamentos planejados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Instalação e condução do experimento

O experimento foi conduzido na área de convenio do Centro Estadual de Pesquisas em Agroenergia e Aproveitamento de Resíduos, em Campos dos Goytacazes com a Universidade Estadual do Norte Fluminense- UENF, na região Norte Fluminense. Localizado a 21° 19' 23" de latitude sul e 41° 19' 40" de longitude oeste com altitude variando no município de 20 a 30 m. O clima da região Norte Fluminense é classificado como do tipo Aw de Köppen (1948), tropical quente e úmido, com período seco no inverno, chuvoso no verão e precipitação anual em torno de 1,152 mm.

O solo é classificado como Latossolo Amarelo, o qual apresenta as seguintes características: pH 5,5; fósforo (mg dm^{-3}) 18; potássio (mg dm^{-3}) 83; Ca (cmolc dm^{-3}) 4,6; Mg (cmolc dm^{-3}) 3,0; Al (cmolc dm^{-3}) 0,1; H + Al (cmolc dm^{-3}) 4,5 e C (%) 1,6.

Os materiais avaliados foram 85 acessos de capim-elefante (Tabela 1) provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de Capim-Elefante (BAG- CE) da Embrapa Gado de Leite, localizado em Coronel Pacheco- MG.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com duas repetições, e a parcela foi formada por uma linha de 5,5m com espaçamento de 2m, totalizando 11m^2 . A parcela utilizada foi uma amostragem retirada do centro da parcela.

A implementação do BAG- CE ocorreu nos dias 23 e 24 de fevereiro de 2011, utilizando colmos inteiros, distribuídos nos sulcos, dois em cada sulco, na forma de pé com ponta. Após a distribuição dos colmos nos sulcos, eles foram toletados em pedaços contendo duas ou três gemas.

Na adubação de plantio, foi distribuído em cada linha 60 g de superfosfato simples e 50 dias após o plantio foi realizada a adubação de cobertura utilizando 70 g de ureia e 40 g de KCl (cloreto de potássio) por linha, correspondendo a 28,6 Kg de N (nitrogênio) e 24 Kg de K₂O (óxido de potássio) por hectare.

Após a fase de estabelecimento, no dia 15 de dezembro de 2011, todos os tratamentos foram cortados rente ao solo (corte de uniformização), e juntamente foi realizado um replantio para minimizar as falhas nas linhas de plantio.

Após um ano de crescimento, no dia 27/11/2012, foi realizado o primeiro corte, e após mais um ano de crescimento, no dia 05/11/2013, foi realizado o segundo corte, totalizando um corte por ano durante dois anos.

Tabela 1 - Relação dos 85 genótipos presentes no Banco Ativo de Germoplasma de Capim-elefante (BAGCE) CCTA/UENF, 2012/2013.

N. Gen.	Genótipo	Origem	N. Gen.	Genótipo	Origem
1	Elefante da Colômbia	Colômbia	44	Capim Cana D'África	Brasil
2	Mercker	Brasil	45	Gramafante	Brasil
3	Três Rios	Brasil	46	Roxo	Brasil
4	Napier Volta Grande	Brasil	47	Guaco/I,Z,2	Brasil
5	Mercker Santa Rita	Brasil	48	Cuba-115	Cuba
6	Pusa Napier N 2	Índia	49	Cuba-116	Cuba
7	Gigante de Pinda	Brasil	50	Cuba-169	Cuba
8	Napier N 2	Brasil	51	King Grass	Cuba
9	Mercker S, E, A	Brasil	52	Roxo Botucatu	Brasil
10	Taiwan A-148	Brasil	53	Mineirão IPEACO	Brasil
11	Porto Rico 534-B	Brasil	54	Vruckwona Africano	Brasil
12	Taiwan A-25	Brasil	55	Cameroon	Brasil
13	Albano	Colômbia	56	CPAC	Brasil
14	Hib, Gigante Colômbia	Colômbia	57	Guacu	Brasil
15	Pusa Gigante Napier	Índia	58	Napierzinho	Brasil
16	Elefante Híbrido 534-A	Brasil	59	IJ 7125 cv EMPASC 308	Brasil
17	Costa Rica	Costa Rica	60	IJ 7126 cv EMPASC 310	Brasil
18	Cubano Pinda	Brasil	61	IJ 7127 cv EMPASC 309	Brasil
19	Mercker Pinda	Brasil	62	IJ 7136 cv EMPASC 307	Brasil
20	Mercker Pinda México	Brasil	63	IJ 7139	Brasil

Tab 1, Cont.

N. Gen.	Genótipo	Origem	N. Gen.	Genótipo	Origem
21	Mercker 86 México	Colômbia	64	IJ 7141 cv EMPASC 306	Brasil
22	Taiwan A-144	Brasil	65	Goiano	Brasil
23	Napier S,E,A,	Brasil	66	CAC-262	Brasil
24	Taiwan A-143	Brasil	67	Ibitinema	Brasil
25	Pusa Napier N 1	Índia	68	903-77 ou Australiano	Brasil
26	Elefante de Pinda	Colômbia	69	13 AD	Brasil
27	Mineiro	Brasil	70	10 AD IRI	Brasil
28	Mole de Volta Grande	Brasil	71	07 AD IRI	Brasil
29	Porto Rico	Brasil	72	Pasto Panamá	Panamá
30	Napier	Brasil	73	BAG – 92	Brasil
31	Mercker Comum	Brasil	74	09 AD IRI	Brasil
32	Teresópolis	Brasil	75	11 AD IRI	Brasil
33	Taiwan A-46	Brasil	76	05 AD IRI	Brasil
34	Duro de Volta Grande	Brasil	77	06 AD IRI	Brasil
35	Mercker Comum Pinda	Brasil	78	01 AD IIRI	Brasil
36	Turrialba	Brasil	79	04 AD IRI	Brasil
37	Taiwan A-146	Brasil	80	13 AD IRI	Brasil
38	Cameroon – Piracicaba	Brasil	81	03 AD IRI	Brasil
39	Taiwan A-121	Brasil	82	02 AD IRI	Brasil
40	Vrukwona	Brasil	83	08 AD IRI	Brasil
41	P241 Piracicaba	Brasil	84	União	Brasil
42	IAC-Campinas	Brasil	85	Pesagro Bord	Brasil
43	Elefante Cachoeira Itapemirim	Brasil			

2.2 Características avaliadas

No decorrer do experimento, foram avaliadas características morfoagronômicas, as quais foram aferidas após cada ano de crescimento contínuo, sendo avaliadas em todos os acesso amostras de plantas inteiras, maiores detalhes são descritos a seguir:

2.2.1 Características morfoagronômicas

a) Produção de matéria seca da planta integral, em Kg,ha^{-1} (PMS):

A biomassa de cada parcela (1 m) foi pesada fresca, integral, em seguida foi retirado subamostras, as quais foram picadas e acondicionadas em sacos de papel para secagem em estufa a 65°C . Após 72h as amostras foram novamente pesadas para obtenção do resultado as amostras secas ao ar (ASA).

b) Porcentagem de matéria seca da planta integral (%MS):

Posteriormente, 2 g das amostras da ASA foram moídas em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm, e foram levadas à estufa de secagem por 16h à 105°C para obtenção da amostra seca em estufa (ASE). A %MSI foi estimada através do resultado das amostras secas ao ar (ASA) e das amostras secas em estufa (ASE).

c) Número de perfilhos (NP): Em 1 metro linear de cada parcela foi feita a contagem do número de perfilhos.

d) Altura das plantas, em m (ALT): Foi medida a altura das plantas com régua graduada e tomada uma medida por acesso.

e) Diâmetro médio do colmo na base da planta, em cm (DC): Foi feito a média das medidas de diâmetro de 3 colmos de cada acesso, medido a 10 cm do nível do solo com o auxílio do paquímetro digital.

f) Largura e comprimento da lâmina foliar, em cm (LL e CL, respectivamente): Foi realizado com régua graduada em 3 amostras de cada genótipo, sendo medida na 3ª folha inteira do meristema apical do caule para o meristema basal da raiz, tanto na medida de largura quanto de comprimento, sendo a medida da largura foi retirada na maior largura da lâmina. Posteriormente foi retirado a média de cada parâmetro separadamente.

2.3 Análise estatística

Para as análises univariadas, procedeu-se à análise de variância (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_{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 utilizadas as variáveis canônicas, importância relativa dos caracteres nas variáveis canônicas, distância generalizada de Mahalanobis (D2) e método de agrupamento de Tocher, por meio do Programa computacional (GENES) (Cruz, 2013).

No presente trabalho, foi abordado o agrupamento pelo método de otimização de Tocher por meio da distância de Mahalanobis (D2), que adota o critério de que a média das medidas de dissimilaridade, dentro de cada grupo, deve ser menor que as distâncias entre quaisquer grupos. Por meio da matriz de dissimilaridade, identifica-se o par de acessos mais similar, esses acessos formarão o grupo inicial, em que será avaliada a possibilidade de inclusão de novos acessos (Cruz e Regazzi, 2001).

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 Análises univariadas

3.1.1 Análise da produtividade da matéria seca

A análise de variância é importante, pois avalia a magnitude dos efeitos gênicos que regem uma característica na população segregante, e avalia a importância da variabilidade gênica que compõem a média das populações estudadas (Cruz e Regazzi, 2001).

Os valores dos quadrados médios obtidos na análise de variância e dos coeficientes de variação experimental da produção de matéria seca, do corte no ano de 2012 (corte 1), no ano de 2013 (corte 2) e o total (corte 1 + corte 2) estão apresentados na Tabela 2.

Os resultados demonstram que houve diferenças significativas, pelo teste F em 1% de probabilidade, para a produtividade de matéria seca (PMS) em t há⁻¹ corte⁻¹ no corte 1 (ano de 2012) e no total, entretanto, no corte 2 foi significativo em 5% de probabilidade (ano de 2013). No entanto, a porcentagem de matéria seca (%MS) de ambos os cortes apresentaram significância a 5% de probabilidade pelo teste F.

Em um trabalho realizado por Italiano et al. (2006) com 10 genótipos de *P. purpureum*, mostra que mesmo com 60 dias de idade, a PMS também se mostrou significativa para 1% de probabilidade.

As diferenças significativas observadas entre as médias dos acessos de *P. purpureum*, na %MS e na PMS, indica que existe variabilidade genética no banco de germoplasma, sendo possível efetuar uma seleção dos melhores genótipos (Araujo et al., 2008).

O coeficiente de variação experimental (CV) da PMS do corte 1, corte 2 e total, apresentaram valores próximos, entretanto, o menor CV da PMS foi apresentado pelo total (31,93%), enquanto o maior foi encontrado no corte 2 (38,98%). Entretanto, para %MS, o CV se revelou menor que o da PMS, apresentando valores de 18,43% no corte 1, e 10,33% no corte 2.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância em blocos ao acaso das características percentual de matéria seca (%MS) e produtividade de matéria seca (PMS) em t há⁻¹ corte⁻¹ avaliada em 85 genótipos de capim-elefante em Campos dos Goytacazes – RJ, 2012/2013

FV	GL	Quadrados Médios				
		Corte 1		Corte 2		Total
		%MS	PMS	%MS	PMS	PMS
Blocos	1	15,72	60,57	1,24	152,91	20,99
Tratamentos	84	63,03*	336,90**	21,38*	388,20*	1141,69**
Resíduo	84	43,27	167,36	14,38	259,48	593,98
Média		35,67	35,01	36,73	41,32	76,33
CV (%)		18,43	36,95	10,33	38,98	31,93

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

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% (Fonseca e Martins, 1996), sendo assim, os coeficientes de variação para os dois valores de %MS se mostraram médios, enquanto os três para PMS foram considerados muito altos, de acordo com esta classificação. Entretanto, vale ressaltar, que embora o CV tenha sido muito alto

na variável PMS, ele pode ser justificado, pelo fato de que para estimar esse caractere, três variáveis distintas são relacionadas: peso verde da parcela, ASA (amostra seca a 65°) e ASE (amostra seca a 105°C).

Outros trabalhos realizados com capim-elefante apresentaram CV considerados altos ou muito altos para PMS (Daher et al., 2004; Oliveira et al., 2012; Oliveira, 2013). Entretanto %MS exibiu um CV menor, indo de baixo a médio (Oliveira et al., 2012; Oliveira, 2013), assim como neste trabalho.

De acordo com os dados da análise de variância (tabela 2) é possível perceber que a média da produção de matéria seca foi semelhante no ano de 2012 (35,01 t há⁻¹ corte⁻¹) e no ano de 2013 (41,32 t há⁻¹ corte⁻¹), este fato ocorreu, provavelmente porque não houve grande variação da pluviosidade no ano de 2012 (781,1 mm ano⁻¹) para o ano de 2013 (907,8 mm ano⁻¹) (tabela 3). Vários trabalhos já demonstraram que a quantidade de água disponível interfere na produtividade da planta, quanto mais disponibilidade de água, melhor o seu desenvolvimento (Daher et al., 2000; Ribeiro et al., 2009; Vitor et al., 2009).

Tabela 3 - Dados pluviométricos (mm) organizados em meses coletados nas proximidades da área experimental durante a execução do trabalho

2012		2013	
Mês	Precipitação (mm)	Mês	Precipitação (mm)
Janeiro	216,5	Janeiro	125,7
Fevereiro	11,7	Fevereiro	44,3
Março	73,6	Março	230,2
Abril	14,2	Abril	103,2
Maio	147,2	Maio	41,6
Junho	74,0	Junho	8,7
Julho	5,9	Julho	67,1
Agosto	59,8	Agosto	57,0
Setembro	21,6	Setembro	45,2
Outubro	12,5	Outubro	26,4
Novembro	133,7	Novembro	158,4
Dezembro	10,4	Dezembro	-
Total	781,1	Total	907,8

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

Os valores médios da produção de matéria seca e porcentagem de matéria seca por genótipo e o agrupamento de Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade são exibidos na tabela 4.

Tabela 4 - Valores médios da porcentagem de matéria seca do corte 1 (2012) e do corte 2 (2013), e da produção de matéria seca do corte 1, do corte 2 e do total (corte 1 + corte 2) dos 85 genótipos avaliados de capim-elefante em Campos dos Goytacazes, RJ, 2012

Genótipo	Corte 1		Corte 2		Total
	%MS	PMS	%MS	PMS	PMS
Elefante da Colômbia	40,92 a	28,67 b	36,66 a	27,48 b	56,15 b
Mercker	27,70 a	32,57 b	34,14 a	55,93 a	88,504 a
Três Rios	31,60 a	35,97 b	32,49 a	49,68 a	85,66 a
Napier Volta Grande	20,48 a	13,96 b	31,88 a	27,36 b	41,39 b
Mercker Santa Rita	33,00 a	30,09 b	39,04 a	32,41 b	62,51 b
Pusa Napier N 2	42,97 a	18,25 b	40,31 a	36,88 b	55,13 b
Gigante de Pinda	38,35 a	33,43 b	39,22 a	56,01 a	89,44 a
Napier N 2	44,20 a	17,23 b	40,38 a	22,17 b	39,40 b
Mercker S, E, A	49,95 a	26,87 b	39,93 a	31,70 b	58,56 b
Taiwan A-148	32,40 a	27,05 b	39,72 a	37,31 b	64,37 b
Porto Rico 534-B	38,99 a	41,02 a	36,96 a	60,50 a	101,52 a
Taiwan A-25	28,82 a	16,52 b	37,53 a	33,80 b	50,32 b
Albano	31,78 a	19,65 b	39,41 a	33,28 b	52,93 b
Gigante Colômbia	36,81 a	24,56 b	35,53 a	35,87 b	60,42 b
Elefante Híbrido 534-A	26,86 a	19,13 b	32,57 a	40,72 b	59,84 b
Costa Rica	32,66 a	28,02 b	33,85 a	36,48 b	64,50 b
Cubano Pinda	33,80 a	27,51 b	35,80 a	41,38 b	68,88 b
Mercker Pinda	42,86 a	27,28 b	37,47 a	41,57 b	68,85 b
Mercker Pinda México	34,56 a	20,78 b	39,28 a	40,15 b	60,93 b
Mercker 86 México	32,82 a	24,03 b	33,69 a	42,75 b	66,78 b
Taiwan A-144	39,28 a	47,54 a	37,16 a	58,75 a	106,29 a
Napier S,E,A,	41,32 a	48,87 a	40,46 a	54,87 a	103,74 a
Taiwan A-143	27,78 a	23,77 b	31,95 a	25,39 b	49,17 b
Pusa Napier N 1	31,85 a	29,04 b	32,34 a	58,38 a	87,42 a
Elefante de Pinda	31,06 a	24,86 b	35,76 a	35,35 b	60,21 b
Mineiro	31,99 a	41,14 a	31,29 a	34,74 b	75,88 b
Mole de Volta Grande	37,25 a	56,96 a	38,63 a	47,28 a	104,24 a
Porto Rico	36,11 a	36,93 b	42,20 a	59,68 a	96,61 a
Napier	33,98 a	36,32 b	41,40 a	60,83 a	97,16 a
Mercker Comum	37,69 a	23,34 b	37,53 a	31,44 b	54,78 b
Teresópolis	39,33 a	44,41 a	36,58 a	50,03 a	94,44 a
Taiwan A-46	34,93 a	63,96 a	38,12 a	58,56 a	122,51 a

Tab 4, Cont.

Genótipo	Corte 1		Corte 2		Total
	%MS	PMS	%MS	PMS	PMS
Duro de Volta Grande	40,20 a	50,93 a	36,07 a	47,11 a	98,04 a
Mercker Comum Pinda	42,72 a	46,90 a	39,82 a	38,33 b	85,23 a
Turrialba	31,49 a	40,91 a	33,73 a	57,96 a	98,87 a
Taiwan A-146	31,37 a	39,13 a	31,22 a	49,33 a	88,46 a
Cameroon - Piracicaba	36,31 a	65,05 a	35,78 a	59,56 a	124,61 a
Taiwan A-121	41,17 a	69,58 a	38,96 a	57,53 a	127,11 a
Vrukwna	32,09 a	39,32 a	34,60 a	35,14 b	74,45 b
P241 Piracicaba	41,62 a	64,81 a	36,73 a	63,72 a	128,53 a
IAC-Campinas	32,65 a	43,73 a	36,39 a	38,00 b	81,73 a
Elefante Cachoeira Itapemirim	36,86 a	64,14 a	38,69 a	69,32 a	133,47 a
Capim Cana D'África	37,52 a	41,82 a	36,40 a	25,64 b	67,47 b
Gramafante	32,15 a	35,41 b	42,26 a	56,23 a	91,64 a
Roxo	34,24 a	31,26 b	34,14 a	26,00 b	57,26 b
Guaco/I,Z,2	31,51 a	48,19 a	38,30 a	62,04 a	110,24 a
Cuba-115	35,02 a	31,01 b	32,91 a	21,42 b	52,43 b
Cuba-116	35,39 a	53,45 a	37,07 a	41,66 b	95,11 a
Cuba-169	28,00 a	21,98 b	35,38 a	44,42 a	66,41 b
King Grass	36,16 a	53,94 a	29,02 a	29,70 b	83,64 a
Roxo Botucatu	44,11 a	28,86 b	29,96 a	27,08 b	55,94 b
Mineirão IPEACO	31,78 a	34,08 b	37,53 a	51,77 a	85,85 a
Vruckwna Africano	39,25 a	36,83 b	35,19 a	43,71 b	84,03 a
Cameroon	36,23 a	47,70 a	36,58 a	47,20 a	87,74 a
CPAC	37,61 a	36,65 b	33,55 a	40,04 b	64,11 b
Guacu	26,45 a	24,63 b	37,70 a	27,46 b	64,49 b
Napierzinho	50,945 a	32,4015 b	34,155 a	39,852 b	47,8945 b
IJ 7125 cv EMPASC 308	37,56 a	39,05 a	37,82 a	15,49 b	106,71 a
IJ 7126 cv EMPASC 310	38,95 a	50,92 a	37,77 a	67,66 a	88,56 a
IJ 7127 cv EMPASC 309	30,88 a	49,66 a	35,45 a	37,63 b	98,09 a
IJ 7136 cv EMPASC 307	31,83 a	20,06 b	35,43 a	48,43 a	71,87 b
IJ 7139	36,75 a	46,23 a	36,62 a	51,81 a	89,94 a
IJ 7141 cv EMPASC 306	28,26 a	22,27 b	35,59 a	30,55 b	52,82 b
Goiano	31,02 a	26,14 b	29,90 a	34,58 b	60,72 b
CAC-262	34,87 a	45,60 a	35,83 a	40,32 b	85,92 a
Ibitinema	34,11 a	37,71 b	41,87 a	49,36 a	87,06 a
903-77 ou Australiano	34,83 a	55,76 a	44,99 a	78,01 a	133,77 a
13 AD	40,54 a	32,03 b	36,75 a	28,75 b	60,78 b
10 AD IRI	36,99 a	40,35 a	39,59 a	52,07 a	92,42 a
07 AD IRI	35,99 a	20,97 b	38,31 a	11,48 b	32,45 b
Pasto Panamá	34,13 a	44,01 a	31,63 a	50,34 a	94,35 a
BAG – 92	37,87 a	19,09 b	36,62 a	13,01 b	32,10 b
09 AD IRI	44,83 a	31,40 b	39,51 a	30,66 b	62,06 b

Tab 4, Cont

Genótipo	Corte 1		Corte 2		Total
	%MS	PMS	%MS	PMS	PMS
11 AD IRI	42,15 a	27,04 b	39,26 a	31,34 b	58,39 b
05 AD IRI	34,78 a	29,06 b	39,99 a	39,72 b	68,78 b
06 AD IRI	35,48 a	28,95 b	37,13 a	41,93 b	70,88 b
01 AD iIRI	27,31 a	21,14 b	41,90 a	38,34 b	59,48 b
04 AD IRI	37,33 a	14,90 b	42,40 a	28,60 b	43,50 b
13 AD IRI	47,31 a	30,62 b	41,85 a	19,82 b	50,44 b
02 AD IRI	29,64 a	33,32 b	35,90 a	39,19 b	72,51 b
08 AD IRI	49,85 a	17,69 b	33,35 a	18,88 b	36,57 b
União	38,33 a	27,38 b	39,32 a	29,54 b	56,92 b
Pesagro Bord	33,13 a	28,96 b	33,97 a	19,20 b	48,16 b

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si segundo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Embora na análise de variância da %MS apresente diferença significativa ($P < 0,05$) em ambos os cortes (tabela 2), verificou-se para esta variável, tanto no corte 1, quanto no corte 2, não ocorreu diferença significativa entre os genótipos pelo teste de Scott-Knott a 5%, sendo assim, não foi formado grupos (tabela 2), Embora não tenha ocorrido diferença significativa, no corte 1, a %MS variou de 50,94 a 20,48% nos genótipos Napierzinho e Napier Volta Grande, respectivamente, Entretanto no corte 2, o maior valor da %MS foi atingido pelo genótipo Australiano, com 44,99%, e o menor, 29,02%, pelo King Grass. Corroborando com este resultado, em uma avaliação com capim-elefante de 51 dias de crescimento, foi verificado que a %MS teve diferença significativa na análise de variância ($P < 0,05\%$), entretanto não demonstrou essa significância no teste de Scott-Knott a 5% (Oliveira et al., 2012). Resultado semelhante foi apresentado com 73 genótipos de *P. purpureum* com 6 meses de idade (Oliveira, 2013).

Ainda que alguns trabalhos não apresentem formação de grupos no teste de Scott-Knott a 5% (Oliveira et al., 2012; Oliveira, 2013), a análise do percentual de matéria seca de cada genótipo (%MS), se faz muito importante, visto que 90% das células vegetais podem ser constituídas de água (Oliveira, 2013).

Para a variável PMS, no corte 1, a média da produção, variou entre 69,58 e 13,96 t ha⁻¹ corte⁻¹, nos genótipos Taiwan A-121 e Napier Volta Grande, respectivamente. O agrupamento Skott-Knott a 5% de probabilidade gerou dois

grupos, onde no grupo “a” podem ser encontrados 30 genótipos e no grupo “b” os outros 55.

No corte 2, a média encontrada para a PMS ficou entre os valores de 78,01 t ha⁻¹ corte⁻¹, no genótipo Australiano, e 11,48 t ha⁻¹ corte⁻¹, no genótipo 07 AD IRI. Foram formado dois grupos, no grupo “a” estão presentes 33 genótipos dos 85 analisados.

Na média Total, assim como no corte 2, o valor mais elevado foi obtido no genótipo Australiano, atingindo o valor de 133,78 t ha⁻¹ corte⁻¹, e o genótipo BAG-92, revelou a menor média, de 32,11 t ha⁻¹ corte⁻¹. No Total, os grupos formados também foram dois, entretanto o grupo “a” teve 39 genótipos fazendo parte da sua composição.

Sendo assim, foram considerados genótipos elite, acessos que compuseram o grupo “a” no corte 1, corte 2 e no total, como Porto Rico 534-B, Taiwan A-144, Napier S,E,A., Mole de Volta Grande, Teresópolis, Taiwan A-46, Duro de Volta Grande, Turrialba, Taiwan A-146, Cameroon- Piracicaba, Taiwan A-121, P241 Piracicaba, Elefante Cachoeira Itapemirim, Guaco/I,Z,2, Cameroon, IJ 7126 cv EMPASC 310, IJ 7139, Australiano, 10 AD IRI e Pasto Panamá. A partir disso, estes genótipos podem ser indicados futuramente para possíveis cruzamentos a fim de aumentar o ganho genético para esta importante característica.

Anteriormente, foi realizado trabalho semelhante (Oliveira, 2013), com 73 genótipos de capim-elefante iguais ao deste trabalho, e na variável PMS, os genótipos que foram considerados elite e que corroboraram com este trabalho foram Taiwan A-46, Duro de Volta Grande, Guaco/I,Z,2 e Pasto Panamá, entretanto, 10 genótipos que foram apresentados com boa produtividade, não foi considerado acesso elite no atual trabalho.

Assim como neste trabalho, o Cameroon tem destaque devido a sua produtividade, e quando comparado com outros dois genótipos de capim-elefante foi eleito como o de maior produção de matéria seca, visando fins energéticos (Quesada et al., 2004). Este mesmo resultado concorda com uma análise realizada com outros 5 genótipos de capim-elefante, o qual também concluiu que Cameroon possui um dos maiores rendimentos de biomassa seca, em um regime de corte de 9 meses (Morais et al., 2009). Diferente destes resultados, em 10

meses de crescimento, o genótipo Mercker 86-Mexico ganhou destaque por produzir $56,56 \text{ t ha}^{-1}$ (Rossi, 2010).

Para selecionar os genótipos elites, é importante lembrar, que por se tratar de uma cultura perene, normalmente implantada para utilização por alguns anos, os acessos de capim-elefante devem ser produtivos por todo cultivo, sendo assim, é mais interessante para o produtor que os genótipos tenham desempenho estável durante os diferentes cortes (Souza Sobrinho et al., 2005).

3.1.2 Análise de variância das características morfoagronômicas

Os resultados da análise de variância, as estimativas de média e o coeficiente de variação experimental para as características morfoagronômicas avaliadas nos dois cortes (ambiente) no regime anual são representadas na tabela 5. Todas as características morfoagronômicas avaliadas apresentaram diferenças significativas, pelo teste F ($P < 0,01$), mostrando que existe variabilidade genética no banco ativo de germoplasma, provando também que os descritores utilizados entre os acessos demonstraram diferentes graus de discernimento destes (Araujo et al., 2008).

O maior coeficiente de variação foi apresentado pelo número de perfilhos, sendo considerados muito alto, chegando a 30,39% no ano de 2012 e 38,48% no de 2013, por outro lado, a ALT demonstrou baixos valores de CV em ambos os anos, sendo 6,85% e 7,88%, em 2012 e 2013 respectivamente. O DC apresentou o coeficiente de variação muito próximo nos dois anos, 10,59% (2012) e 10,52% (2013), considerados médios. Para LL, o CV foi alto em 2012 (23,92%) e médio em 2013 (18,65%). A variável CL teve o CV médio, variando entre 15,59% (2012) e 18,53% (2013).

Corroborando com este trabalho, outras pesquisas com capim-elefante demonstraram que, a variável número de perfilhos, se comparada com ALT e DC, também foi a que apresentou maior coeficiente de variação (Daher et al., 2004-b; Rossi et al., 2010; Xia et al., 2010; Oliveira, 2013), e a altura apresentou o menor valor de CV (Daher et al., 2004-b; Rossi et al., 2010).

Tabela 5- Resumo da análise de variância para os caracteres NP, ALT, DC, LL e CL referente à avaliação de 85 genótipos de capim-elefante, Campos dos Goytacazes - RJ, 2012/2013

FV	GL	Quadrados Médios									
		NP		ALT(cm)		DC (mm)		LL(cm)		CL (cm)	
		Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2
Blocos	1	217,45	1,609,25	0,13	15,63	87,96	308,77	0,67	0,00	1,353,34	268,89
Tratamentos	84	1046,31**	1703,89**	0,39**	0,15**	8,64**	11,89**	0,82**	0,52**	167,05**	183,58**
Resíduos	84	3,352,70	7,705,03	0,06	0,08	21,03	19,58	0,22	0,09	544,87	653,40
Média		60,26	72,14	3,55	3,57	13.,70	13,30	1,97	1,65	47,34	43,62
CV (%)		30,39	38,48	6,85	7,88	10,59	10,52	23,92	18,65	15,59	18,53

ALT = altura da planta (cm); NP = número de perfilhos por metro linear; DC = diâmetro do colmo (mm); LL = largura da lâmina; CL = comprimento da lâmina; ** = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; CV(%) = Coeficiente de variação

3.1.3 Análise e Agrupamento das médias

Os valores médios e os agrupamentos obtidos em número de perfilho por metro linear (NP), altura das plantas (ALT), diâmetro do colmo (DC), largura da lâmina foliar (LL) e comprimento da lâmina foliar (CL) no corte 1 e no corte 2 são representados na tabela 6.

O número de perfilhos por metro linear no corte 1 variou de 137,00 no genótipo Elefante Cachoeira Itapemirim, à 27,00 no Albano, gerando uma média de 60,26 perfilhos por metro linear. No corte 2, o genótipo que se destacou com maior produção de perfilhos foi o Australiano, com 168,50 perfilhos, em contrapartida, o genótipo com menor perfilhamento foi novamente o Albano, com 31,50. A média do número de perfilhos do corte 2 foi de 72,14.

Vale ressaltar, que ambos os cortes geraram dois grupos distintos de acordo com o agrupamento de Scott-Knott à 5% de probabilidade.

Com 10 meses de idade, Rossi (2010) analisou 52 genótipos de capim-elefante, e encontrou uma média de 44,5 perfilhos por metro, número muito inferior a média que foi encontrada no atual trabalho. Oliveira (2013), também encontrou a média muito inferior, de 37,18 perfilhos por metro, ao avaliar 73 genótipos de *P. purpureum*, por 6 meses.

Diversos trabalhos também demonstraram grande amplitude quanto ao número de perfilhos por metro linear. No trabalho de Oliveira (2013), a amplitude foi de 73 a 13 e de Rossi (2010), foi de 102 a 17, 2.

É importante a análise da variável número de perfilhos, visto que esta característica possui relação diretamente proporcional com o potencial de produtividade do genótipo (Daher et al., 2004; Ribeiro et al., 2009). Entretanto, vale salientar, que nem sempre o elevado número de perfilhos se traduz em alta produtividade, visto que um trabalho realizado com 17 acessos de capim-elefante e 1 híbrido com milheto, Xia et al (2010) concluíram que o grupo com maior produtividade exibiu poucos perfilhos.

O perfilhamento basal também é importante por proporcionar maior cobertura do solo e conseqüentemente, menor surgimento de plantas invasoras (Silva et al., 2009).

Para a variável altura de planta, no corte 1, observa-se um valor médio de 3,55 m, em que o genótipo mais alto foi Cubano Pinda (4,56 m) e o mais

baixo BAG- 92 (2,62 m), O agrupamento de Scott-Knott ($p < 0,05$) gerou 3 grupos no corte 1, entretanto, no corte 2, foi gerado 4 grupos, em que o maior genótipo atingiu 4,40 m (Elefante da Colombia), e o menor chegou a 2,35 m (04 AD IRI), estabelecendo uma média de 3,57 m.

Média semelhante ao corte 1 e 2, foi encontrada no trabalho de Oliveira (2013), 3,36 m, em 73 genótipos com 6 meses de idade. Nesse mesmo trabalho, o genótipo que atingiu a maior altura foi Roxo Botucatu (3,75 m) e a menor foi 13 AD RI (2,78 m). Corroborando com o atual trabalho, Oliveira et al. (2012), concluíram que o genótipo com melhor desempenho de altura foi o Cubano Pinda, quando comparado com outros 6 genótipos com 7 meses de crescimento, Kannika et al. (2011), também verificaram que com 12 meses de idade, o capim-elefante pode atingir até 5 m, valor semelhante ao que foi encontrado neste trabalho.

A importância da variável altura das plantas de capim elefante, se encontra na correlação positiva que ela tem com a produção de matéria seca (Daher et al., 2004; Xia et al., 2010). Os resultados encontrados por De Mello et al. (2002) concordam com essa afirmação, pois eles verificaram que independente da estação do ano, a seleção de plantas de capim-elefante deve ser baseada na produção de matéria seca, a qual esta relacionada à plantas de porte mais alto.

O diâmetro médio do colmo das plantas no corte 1 teve média de 13,70 mm (18,58 a 9,80 mm), com destaque para os genótipos IJ 7139 e IJ 7127 cv EMPASC 309; contudo, no corte 2, os valores variaram entre 19,29 a 7,85 mm (média de 13,30 mm), para os genótipos Mercker Pinda México e 13 AD, respectivamente.

No agrupamento de média de Scott-Knott ($P < 0,05$) para o diâmetro do colmo, o corte 1 apresentou 3 grupos, enquanto 4 grupos representaram o corte 2. Valores semelhantes às médias dos cortes 1 e 2, foi encontrado por Oliveira (2013), 12,32 mm, na época da seca, ao avaliar 73 genótipos de 6 meses, Oliveira et al. (2012), encontraram o maior diâmetro, 21,30 mm, em Camerron- Piracicaba de 7 meses, enquanto Oliveira (2013) destaca BAG- 86 como o genótipo com 6 meses de maior diâmetro, 22mm. Ambos trabalhos encontraram valores de diâmetro superiores ao compararem com o encontrado no presente trabalho.

Alguns trabalhos (De Mello et al., 2002; Daher et al., 2004-b; Xia et al., 2010) demonstram que o diâmetro do colmo tem correlação positiva com a produtividade, entretanto é relatado que o diâmetro de colmo tem correlação negativa com número de perfilhos, ou seja, quanto mais grosso o colmo, menor é o número de perfilhos (Italiano et al., 2006).

Quanto à característica largura da lâmina foliar, no corte 1 o genótipo Pesagro Bord apresentou o maior valor, de 3,63 cm, em contrapartida, o 13 AD IRI mostrou o menor valor, 0,96 cm, gerando uma média de 1,97 cm. Para o corte 2, a média foi de 1,65 cm, onde o genótipo Cuba- 116 demonstrou o valor mais elevado, 3,57 cm, e o Teresópolis, o valor mais baixo, 0,95 cm. Nessa característica, tanto o corte 1, quanto o corte 2, no agrupamento de média de Scott-Knott à 5%, apresentaram 3 grupos distintos.

Em genótipos de idades inferiores ao analisado neste trabalho, foi encontrado a média da largura da lâmina foliar, tanto na época chuvosa, quanto na seca, superior a descrita no presente trabalho (De Mello et al., 2002; Schneider, 2013).

É importante salientar, que a característica largura de lâmina é de extrema importância na caracterização morfoagronômica do capim-elefante, pois possui elevada herdabilidade, 98%, em melhoramentos utilizando clones de capim-elefante, e, além disso, é pouco influenciada pelas variações ambientais (Silva et al., 2009).

A característica comprimento da lâmina, no corte 1, pelo agrupamento de média Scott-Knott ($P < 0,05$), gerou 3 grupos distintos, aonde o maior valor foi apresentado pelo Guacu (78,24 cm), e o menor pelo Mercker Comum (27,11 cm), a média foi de 47,34 cm. O agrupamento de média Scott-Knott à 5%, dividiu o corte 2 em 2 grupos, nos quais o valor variou de 74,00 a 21,90 cm (média de 43,62 cm), nos genótipos Guaco/I,Z,2 e Teresópolis, nessa ordem.

Assim como para largura de lamina, no comprimento de lamina, genótipos avaliados com idade inferior (2 meses) ao do presente trabalho, revelaram médias superiores, de 78,2 e 71,4, respectivamente para as épocas de chuva e seca, tendo se destacado os genótipos Napier SEA e Elefante da Colombia na estação chuvosa e o Elefante de Pinda na seca (De Mello et al., 2002). O comprimento de lâmina apresenta uma relação positiva com a produção de matéria seca, demonstrando a importância do CL como critério de

seleção nos programas de melhoramento (De Mello et al., 2002; Shimoya et al., 2002).

Desta forma, foi possível verificar diferenças significativas entre os genótipos que apresentaram menor e maior medida nos dois períodos avaliados durante os dois anos de experimento. A formação de grupos em todas as variáveis, no agrupamento de Scott-Knott à 5%, demonstra que há uma elevada diferenciação dos genótipos quanto às características estudadas (Oliveira, 2013).

Existem outros métodos para avaliar a diversidade entre os genótipos, como a análise isoenzimática. Por meio dessa análise, Daher et al. (1997) e Freitas et al. (2000), conseguiram demonstrar a divergência genética entre os acessos avaliados de capim-elefante por marcadores isoenzimáticos. Entretanto vale ressaltar, que este tipo de análise tem custos mais elevados, por isso, em pesquisas com pouco capital disponível, é mais vantajoso fazer a diversidade genética por meio de caracteres morfológicos, e, além disso, é mais prática e demandar menor tempo. Porém cada método tem sua própria importância, sendo preferível que uma coleção de germoplasma seja o mais amplamente estudado e caracterizado possível, para dar um maior suporte às pesquisas e ao banco de dados da coleção (Sudré et al., 2006).

Tabela 6: Valores médios de cinco características morfológicas, avaliadas em 85 genótipos de capim-elefante, em Campos dos Goytacazes - RJ, 2012/2013

Genótipos	NP		ALT (m)		DC (mm)		LL (cm)		CL (cm)	
	Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2
Elefante da Colômbia	55,00 b	47,00 b	3,70 b	4,40 a	13,41 c	13,56 c	2,17 c	1,48 c	42,30 c	37,92 b
Mercker	53,00 b	80,00 b	4,35 a	3,80 a	14,20 b	15,50 b	3,01 a	1,58 c	47,40 c	45,41 b
Três Rios	70,50 a	114,00 a	4,20 a	3,75 a	14,14 b	14,01 b	2,76 b	1,65 c	49,20 c	42,50 b
Napier Volta Grande	41,50 b	55,00 b	3,22 c	3,80 a	14,16 b	12,80 c	3,11 a	1,63 c	44,47 c	43,50 b
Mercker Santa Rita	73,00 a	70,50 b	3,25 c	3,70 a	11,88 c	13,38 c	2,64 b	1,48 c	37,50 c	42,17 b
Pusa Napier N 2	49,00 b	54,00 b	3,10 c	3,50 b	12,95 c	13,12 c	2,35 b	1,40 c	37,72 c	34,67 b
Gigante de Pinda	82,50 a	104,50 a	3,15 c	3,02 c	13,02 c	11,79 c	2,54 b	1,33 c	40,54 c	37,50 b
Napier N 2	42,50 b	60,00 b	3,17 c	3,27 b	11,14 c	12,06 c	2,55 b	1,48 c	41,65 c	40,66 b
Mercker S, E, A	48,00 b	59,00 b	3,27 c	3,40 b	10,84 c	11,37 d	2,23 b	1,71 c	35,95 c	40,33 b
Taiwan A-148	71,50 a	56,40 b	3,70 b	3,90 a	15,10 b	11,62 d	1,48 c	1,43 c	37,27 c	43,35 b
Porto Rico 534-B	52,00 b	87,50 a	3,80 b	4,05 a	11,89 c	13,41 c	1,40 c	1,55 c	43,25 c	46,91 b
Taiwan A-25	53,00 b	41,50 b	3,70 b	3,75 a	14,08 b	11,25 d	1,25 c	1,31 c	46,52 c	43,66 b
Albano	27,00 b	31,50 b	4,15 a	4,10 a	17,19 a	16,65 a	1,63 c	1,52 c	46,63 c	42,03 b
Hib, Gigante Colômbia	49,50 b	43,50 b	3,65 b	3,62 a	12,59 c	15,86 b	1,36 c	1,18 c	41,22 c	37,45 b
Pusa Gigante Napier	66,00 a	89,00 a	3,84 b	4,15 a	14,43 b	14,90 b	2,05 c	1,37 c	64,11 b	34,91 b
Elefante Híbrido 534-A	31,00 b	45,00 b	3,50 c	3,50 b	15,91 a	17,85 a	1,90 c	1,67 c	57,06 b	47,00 b
Costa Rica	30,00 b	45,50 b	3,97 b	4,05 a	16,06 a	17,07 a	2,01 c	1,57 c	48,98 c	44,58 b
Cubano Pinda	41,00 b	40,50 b	4,56 a	3,90 a	15,70 a	18,74 a	2,81 a	1,68 c	61,17 b	45,83 b
Mercker Pinda	42,00 b	35,00 b	3,31 c	3,65 a	13,26 c	18,09 a	2,21 b	1,26 c	44,43 c	40,08 b
Mercker Pinda México	36,50 b	36,50 b	3,32 c	3,75 a	15,36 b	19,29 a	1,50 c	1,25 c	44,96 c	37,66 b
Mercker 86 México	43,00 b	43,00 b	3,97 b	4,22 a	14,21 b	18,83 a	1,11 c	1,11 c	31,46 c	29,28 b

Tab 6, Cont.

Genótipos	NP		ALT (m)		DC (mm)		LL (cm)		CL (cm)	
	Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2
Taiwan A-144	69,00 a	77,50 b	3,90 b	3,85 a	13,83 b	14,20 b	1,02 c	1,36 c	42,83 c	33,17 b
Napier S.E.A.	71,00 a	74,00 b	3,79 b	3,85 a	13,65 c	13,68 c	1,52 c	1,40 c	48,77 c	33,18 b
Taiwan A-143	50,00 b	50,00 b	4,05 a	3,75 a	14,54 b	12,67 c	1,35 c	1,20 c	47,08 c	32,38 b
Pusa Napier N 1	33,00 b	57,00 b	3,65 b	3,90 a	17,89 a	16,56 a	1,77 c	1,16 c	46,42 c	33,17 b
Elefante de Pinda	87,65 a	69,50 b	3,02 c	3,40 b	11,73 c	11,10 d	1,21 c	1,35 c	48,78 c	33,91 b
Mineiro	88,50 a	58,50 b	3,25 c	3,45 b	12,03 c	12,04 c	1,91 c	1,60 c	46,31 c	36,30 b
Mole de Volta Grande	112,50 a	119,00 a	3,42 c	3,45 b	13,06 c	9,88 d	1,76 c	1,30 c	49,16 c	38,08 b
Porto Rico	97,50 a	105,00 a	3,02 c	3,45 b	10,92 c	10,90 d	2,06 c	1,37 c	40,20 c	40,42 b
Napier	86,50 a	89,50 a	3,10 c	3,50 b	12,49 c	11,72 c	1,88 c	1,46 c	46,19 c	40,08 b
Mercker Comum	59,50 b	81,50 b	2,92 c	3,20 b	11,16 c	11,24 d	2,14 c	1,15 c	27,11 c	32,93 b
Teresópolis	80,00 a	91,50 a	3,73 b	3,80 a	11,70 c	12,57 c	1,28 c	0,95 c	31,90 c	21,90 b
Taiwan A-46	91,00 a	112,00 a	3,52 c	3,75 a	14,02 b	12,48 c	1,23 c	1,18 c	44,31 c	37,67 b
Duro de Volta Grande	68,00 a	92,50 a	3,75 b	3,70 a	12,65 c	11,96 c	1,74 c	1,43 c	46,00 c	43,05 b
Mercker Comum Pinda	89,00 a	71,00 b	3,10 c	3,40 b	12,80 c	11,14 d	1,73 c	1,06 c	33,01 c	32,33 b
Turrialba	56,00 b	72,50 b	3,77 b	3,60 a	15,74 a	15,42 b	1,25 c	1,66 c	49,02 c	42,36 b
Taiwan A-146	57,00 b	39,00 b	4,21 a	3,65 a	15,66 a	13,68 c	2,12 c	1,55 c	49,67 c	45,50 b
Cameroon – Piracicaba	61,50 b	89,00 a	4,01 a	3,75 a	16,40 a	15,90 b	1,85 c	1,93 c	55,74 b	56,87 a
Taiwan A-121	87,50 a	82,50 b	3,50 c	3,45 b	11,11 c	12,73 c	3,18 a	1,81 c	42,57 c	46,75 b
Vrukwna	41,00 b	101,00 a	4,15 a	3,70 a	17,63 a	13,38 c	1,47 c	3,17 a	54,46 b	59,92 a
P241 Piracicaba	50,20 b	98,00 a	3,42 c	3,85 a	13,67 c	13,14 c	3,46 a	1,60 c	57,60 b	56,03 a
IAC-Campinas	46,00 b	78,00 b	4,05 a	3,50 b	16,56 a	12,70 c	2,12 c	2,63 b	50,34 c	56,08 a
Elefante Cachoeira Itapemirim	137,00 a	54,50 b	3,30 c	3,65 a	12,25 c	12,94 c	3,30 a	1,28 c	49,34 c	28,71 b

Tab 6, cont.

Genótipos	NP		ALT (m)		DC (mm)		LL (cm)		CL (cm)	
	Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2
Capim Cana D'África	45,00 b	132,50 a	3,95 b	3,70 a	16,95 a	12,77 c	2,10 c	2,31 b	51,08 c	54,50 a
Gramafante	83,00 a	42,00 b	3,30 c	3,50 b	12,30 c	11,29 d	2,86 a	1,71 c	48,60 c	39,53 b
Roxo	40,50 b	103,50 a	3,98 b	3,95 a	13,56 c	14,59 b	1,88 c	2,06 b	55,53 b	50,30 a
Guaco/ I. Z. 2	64,00 b	78,50 b	4,05 a	3,80 a	13,99 b	14,87 b	2,30 b	2,71 b	58,92 b	74,00 a
Cuba-115	37,50 b	39,00 b	3,95 b	3,60 a	14,86 b	14,16 b	2,22 b	2,10 b	50,82 c	46,65 b
Cuba-116	80,00 a	61,50 b	4,15 a	3,85 a	16,08 a	13,79 c	2,30 b	3,57 a	47,29 c	73,55 a
Cuba-169	31,65 b	47,50 b	3,30 c	3,20 b	16,14 a	15,21 b	3,30 a	2,40 b	68,26 a	60,50 a
King Grass	64,50 b	72,50 b	3,73 b	4,15 a	14,59 b	13,27 c	1,67 c	1,78 c	53,81 b	55,58 a
Roxo Botucatu	32,00 b	37,50 b	3,80 b	4,22 a	14,83 b	17,57 a	1,79 c	1,96 c	49,13 c	50,78 a
Mineirão IPEACO	75,00 a	101,00 a	3,45 c	3,60 a	11,01 c	11,73 c	1,72 c	1,61 c	44,47 c	40,58 b
Vruckwona Africano	53,50 b	73,50 b	3,32 c	3,60 a	13,38 c	10,62 d	1,47 c	1,90 c	50,26 c	46,50 b
Cameroon	41,00 b	52,00 b	4,23 a	3,60 a	17,73 a	13,85 c	2,87 a	2,33 b	45,97 c	54,58 a
CPAC	34,50 b	44,50 b	3,90 b	3,40 b	15,05 b	13,02 c	2,66 b	3,53 a	60,98 b	67,51 a
Guacu	43,00 b	55,00 b	3,45 c	3,55 a	13,91 b	14,24 b	2,30 b	2,25 b	78,24 a	60,83 a
Napierzinho	68,00 a	44,00 b	3,10 c	3,10 b	12,22 c	9,12 d	1,33 c	1,53 c	52,67 b	37,08 b
IJ 7125 cv EMPASC 308	88,50 a	105,00 a	2,97 c	3,45 b	12,19 c	12,03 c	1,45 c	1,55 c	40,12 c	46,13 b
IJ 7126 cv EMPASC 310	37,00 b	46,50 b	3,50 c	3,90 a	16,47 a	17,44 a	1,28 c	1,33 c	39,28 c	38,24 b
IJ 7127 cv EMPASC 309	67,00 a	157,00 a	3,25 c	3,00 c	9,80 c	10,75 d	1,42 c	1,10 c	45,46 c	35,50 b
IJ 7136 cv EMPASC 307	30,00 b	118,00 a	3,05 c	2,70 c	13,36 c	12,89 c	1,60 c	1,50 c	50,64 c	38,00 b
IJ 7139	51,50 b	64,00 b	4,29 a	3,25 b	18,58 a	14,72 b	3,26 a	2,56 b	42,56 c	55,66 a
IJ 7141 cv EMPASC 306	35,35 b	44,00 b	3,40 c	3,55 a	14,98 b	15,08 b	2,33 b	1,52 c	60,88 b	38,08 b
Goiano	38,00 b	62,00 b	3,60 b	3,40 b	15,33 b	15,06 b	2,30 b	1,48 c	57,29 b	46,50 b

Tab 4, Cont.

Genótipos	NP		ALT (m)		DC (mm)		LL (cm)		CL (cm)	
	Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2
CAC-262	95,00 a	81,50 b	3,47 c	3,75 a	12,27 c	11,07 d	1,72 c	1,53 c	48,07 c	41,83 b
Ibitinema	95,00 a	119,00 a	3,05 c	3,20 b	10,66 c	10,90 d	1,14 c	1,46 c	41,82 c	42,08 b
903-77 ou Australiano	121,00 a	168,50 a	3,22 c	3,70 a	11,21 c	13,28 c	1,81 c	1,30 c	43,59 c	38,25 b
13 AD	96,00 a	132,00 a	2,95 c	2,50 d	10,07 c	7,85 d	1,19 c	1,41 c	40,54 c	39,16 b
10 AD IRI	92,00 a	100,00 a	3,30 c	3,00 c	12,34 c	9,59 d	1,39 c	1,40 c	41,48 c	40,80 b
07 AD IRI	61,00 b	45,50 b	3,35 c	3,50 b	14,07 b	12,12 c	1,32 c	1,43 c	39,19 c	45,58 b
Pasto Panamá	52,00 b	73,50 b	4,42 a	4,25 a	15,38 b	15,61 b	1,86 c	2,02 b	47,86 c	54,08 a
BAG – 92	68,50 a	58,00 b	2,62 c	2,90 c	10,99 c	8,69 d	1,11 c	1,13 c	30,11 c	36,33 b
09 AD IRI	51,50 b	71,00 b	3,10 c	3,52 b	11,90 c	12,36 c	1,70 c	1,58 c	47,45 c	44,78 b
11 AD IRI	53,00 b	62,00 b	3,30 c	3,40 b	10,91 c	11,57 d	1,67 c	1,46 c	40,04 c	39,91 b
05 AD IRI	72,00 a	77,50 b	3,17 c	3,50 b	11,78 c	10,73 d	1,58 c	1,47 c	49,36 c	442,78 b
06 AD IRI	64,00 b	120,35 a	3,12 c	3,15 b	14,45 b	10,61 d	1,92 c	1,51 c	39,76 c	41,33 b
01 AD IRI	79,15 a	70,00 b	2,92 c	3,30 b	11,50 c	14,41 b	2,26 b	1,47 c	46,75 c	29,17 b
04 AD IRI	40,00 b	76,25 b	3,05 c	2,35 d	12,45 c	11,34 d	1,54 c	1,23 c	38,62 c	37,75 b
13 AD IRI	57,50 b	50,00 b	2,75 c	2,35 d	9,97 c	9,20 d	0,96 c	1,16 c	43,37 c	36,91 b
03 AD IRI	51,50 b	54,50 b	4,12 a	4,00 a	16,35 a	15,64 b	2,15 c	1,67 c	50,41 c	48,91 a
02 AD IRI	39,50 b	54,50 b	4,31 a	4,25 a	15,07 b	15,23 b	1,93 c	1,28 c	55,69 b	42,33 b
08 AD IRI	43,50 b	59,00 b	2,85 c	3,40 b	11,28 c	9,94 d	1,72 c	1,60 c	35,31 c	44,43 b
União	36,50 b	41,00 b	3,61 b	3,45 b	16,73 a	13,50 c	3,30 a	2,53 b	73,95 a	58,58 a
Pesagro Bord	36,00 b	35,00 b	3,65 b	3,30 b	14,27 b	15,81 b	3,63 a	2,22 b	67,54 a	53,88 a

3.2 Análises multivariadas

Quando um conjunto de caracteres representa qualitativamente diferentes variáveis e não existe correlação entre elas, a análise de variância univariada é o melhor procedimento para ser aplicado, entretanto, quando um conjunto de dados exibe variáveis que são correlacionadas, deve-se pressupor multinormalidade e então realizar a análise multivariada da variância (Freitas et al., 2005).

Para as forrageiras, é indicado realizar a análise multivariada, além da univariada, visto que geralmente as características são correlacionadas entre si, uma vez que são medidas na mesma touceira. Além do fato, de serem expressas em diferentes escalas e unidades de medidas (Freitas et al., 2005).

3.2.1 Divergência Genética

Para fazer uma análise do poder discriminatório das variáveis, torna-se necessário avaliar a contribuição das mesmas de forma conjunta, pelo uso das análises multivariadas (Cruz et al., 2004). Sendo assim, ao considerar o número de genótipos, as variáveis avaliadas e a baixa discriminação entre os genótipos, é importante realizar a análise multivariada, utilizando variáveis canônicas e dissimilaridade (distância generalizada de Mahalanobis) (Schneider, 2013).

Os autovalores e respectivos autovetores obtidos pela análise de variáveis canônicas são apresentados na tabela 7. A variância acumulada das duas primeiras variáveis correspondeu a 64,6457% da variância total, pois grande parte dela ficou diluída até o 9º componente principal, correspondendo a 98,4957% de toda a variação disponível na coleção de germoplasma.

Segundo Cruz e Regazzi (2001), nas duas primeiras variáveis canônicas, a concentração de grande proporção da variância total, em geral referenciada como acima de 80%, é viável o estudo da diversidade genética por meio das distâncias geométricas entre genitores em gráfico de dispersão. Entretanto, Barros (1991) e Pereira et al. (1992), relatam que a distribuição da variância está associada à natureza e ao número de caracteres empregados na

análise, estando concentrada nos primeiros componentes, apenas quando se avaliam poucos caracteres de interesse agrônômico ou de um mesmo grupo.

Valores acumulados abaixo de 80%, nos dois primeiros componentes principais também foram encontrados por Daher et al. (1997), Shimoya et al. (2002) e de Oliveira et al. (2006), que obtiveram 43,94; 50,02 e 35,80%, respectivamente.

Tabela 7- Estimativas das variâncias (autovalores, λ_j), associadas às variáveis canônicas, e respectivos coeficientes de ponderação (autovetores) de dez variáveis avaliadas em 85 genótipos de capim-elefante em Campos dos Goytacazes - RJ, 2012/2013

λ_j	Variância Acumulada (%)	Variáveis									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10,8412	50,1484	-0,2064	-0,0644	0,4949	0,1747	0,2378	0,2652	0,3709	0,5326	0,2011	-0,2989
3,1341	64,6457	-0,1336	-0,0496	0,3166	0,4907	-0,0472	0,5054	-0,3689	-0,4082	0,1467	0,2384
1,9232	73,5417	-0,4322	-0,0529	-0,3017	-0,3863	0,3888	0,5290	0,0900	-0,1439	-0,3321	-0,0048
1,3600	79,8326	-0,1779	0,3975	-0,0083	-0,3353	-0,0912	0,0675	0,2008	0,0409	0,5952	0,5373
1,1515	85,1589	0,6071	0,2384	0,1639	-0,0200	0,0976	0,2430	0,5505	-0,3971	-0,1308	-0,0300
0,9528	89,5662	-0,2978	0,1788	0,5825	-0,1086	0,0131	-0,3471	0,0563	-0,0823	-0,5350	0,3340
0,7343	92,9630	0,1170	0,4681	0,2831	-0,4320	-0,1084	0,1713	-0,4941	0,0168	0,0301	-0,4626
0,6388	95,9180	0,1903	-0,1672	0,1527	-0,1289	0,8042	-0,2837	-0,2465	-0,1555	0,2794	0,0753
0,5573	98,4957	-0,3503	-0,3021	0,1575	-0,1975	-0,2183	-0,2187	0,2446	-0,5588	0,3010	-0,4051
0,3252	100,0000	-0,3020	0,6368	-0,2634	0,4611	0,2566	-0,2297	0,0835	-0,1619	0,0257	-0,2624

1= NP corte 1, 2= NP corte 2 por metro linear; 3= ALT corte 1, 4= ALT corte 2 em m; 5= DC corte 1, 6= DC corte 2 em mm; 7= LL corte 1, 8= LL corte 2 em cm; 9= CL corte 1, 10= CL corte 2 em cm,

Tabela 8- Importância relativa dos caracteres nas variáveis canônicas estabelecidas pela combinação linear de dez variáveis padronizadas em 85 genótipos de capim-elefante em Campos dos Goytacazes- RJ, 2012/2013

Variáveis Canônicas	Coeficiente de ponderação associado a:									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VC1	-0,1284	-0,3264	0,6958	0,0501	0,2806	0,2667	0,3462	0,9889	0,2496	-0,5296
VC2	-0,1282	0,1431	0,0590	0,4773	-0,0596	0,5150	-0,4359	-0,7770	0,1330	0,4224
VC3	-0,2010	-0,0598	-0,4534	-0,6814	0,5451	0,5681	0,1818	-0,1364	-0,3586	-0,0086
VC4	-0,5006	0,7014	0,1226	-0,2487	-0,2618	0,0179	0,0560	-0,7585	0,5858	0,9521
VC5	0,6658	0,1942	0,1516	-0,2515	0,1971	0,2694	0,6090	-0,3657	-0,1382	-0,0532
VC6	-0,4771	0,1896	0,4577	-0,1403	0,0476	-0,3458	0,2044	-0,5673	-0,6144	0,5917
VC7	-0,2073	0,5478	0,3100	-0,3576	-0,0728	0,1941	-0,5330	0,6974	0,0824	-0,8197
VC8	0,3616	-0,2236	0,0184	-0,1593	0,7543	-0,3079	-0,3385	-0,2770	0,2941	0,1333
VC9	-0,1343	-0,3729	0,3105	-0,1380	-0,2398	-0,2115	0,1635	0,0106	0,3691	-0,7178
VC10	-0,4720	0,5395	-0,3002	0,4301	0,2831	-0,2246	0,0763	0,2174	0,0561	-0,4648

1= NP corte 1, 2= NP corte 2 por metro linear; 3= ALT corte 1, 4= ALT corte 2 em m; 5= DC corte 1, 6= DC corte 2 em mm; 7= LL corte 1, 8= LL corte 2 em cm; 9= CL corte 1, 10= CL corte 2 em cm,

Pela análise da importância relativa dos caracteres nas variáveis canônicas (tabela 8), verificou-se que os caracteres de menor importância, ou seja, os caracteres de descarte foram NP2, com maior coeficiente de ponderação em CV10 (0,5395), o CL2, com maior coeficiente de ponderação em VC9 (-0,7178), e em seguida o DC1, tendo o maior coeficiente de ponderação em CV8 (0,7543). Já o LL2 se mostrou como o caractere de maior importância, apresentando o maior coeficiente de ponderação em VC1 e VC2 (0,9889 e -0,7770, respectivamente), seguido pelo ALT2, com o maior coeficiente de ponderação em VC3 (-0,6814).

Nessa análise, são considerados caracteres de menor importância àqueles que são relativamente invariantes ou que apresentam redundância, ou seja, estão representados por outros caracteres, ou combinação de caracteres, em que a correlação é elevada (Cruz e Regazzi, 2001). Desta forma, o componente principal de maior importância é aquele que é a combinação das variáveis, explicando a maior proporção da variação total dos dados, já o segundo define a maior variação seguinte, e assim sucessivamente (Silva e Sbrissia, 2010).

Corroborando com este trabalho, Shimoya et al (2002) verificou que diâmetro de colmo e comprimento da folha mediana adulta, foram características de menor importância, Daher et al. (2000), também corrobora com o presente trabalho, ao descrever o número de perfilhos por metro linear como uma variável descartável.

Daher et al. (1997 e 2000), encontraram que dentre as características mais importantes para a determinação da divergência genética entre os acessos de capim-elefante, estão presentes a altura das plantas na época da seca e das águas e largura de lâmina na base da terceira folha, ambas estando de acordo com a explicitada neste trabalho.

A técnica dos componentes principais tem a vantagem de avaliar a importância de cada caractere estudado sobre a variação total disponível entre os acessos avaliados, possibilitando o descarte dos caracteres menos importantes, redundantes, por já estarem correlacionados com outras variáveis ou pela sua invariância, desta forma, isso contribui para a redução da mão de obra, do tempo e do custo despendidos na experimentação (Daher et al., 1997; Cruz e Regazzi, 2001; Guedes et al., 2013).

Na análise das variáveis canônicas, a divergência genética foi evidenciada por meio do gráfico de dispersão bidimensional, que foi determinado por meio da estimativa dos escores obtidos a partir das duas variáveis canônicas de maior importância, sendo o eixo X representado pela primeira variável canônica, e o eixo Y, a segunda variável canônica (Figura 1). A distribuição dos genótipos no gráfico é resultado das médias com os respectivos coeficientes de ponderação estabelecidos em cada variação canônica.

A amplitude das distâncias genéticas aliado a média das distâncias médias dos 85 acessos, mostra que existe ampla variabilidade genética entre os acessos estudados (Pereira et al., 2008), essa divergência entre genótipos foi possível utilizando dados morfoagronômicos quantitativos e análise multivariada (Sudré et al., 2006).

Com base nesses resultados, se justifica utilizar a análise de variável canônica, por proporcionar uma simplificação da estrutura dos dados originais, de forma que a divergência, inicialmente, influenciada por um conjunto p-dimensional, passe a ser representado em um espaço bidimensional, com uma fácil interpretação geométrica (Ferreira et al., 2003). Essa dispersão bidimensional permitiu a separação dos acessos em grupos, podendo ser utilizado como estratégia para selecionar genótipos divergentes a serem utilizados em futuros cruzamentos artificiais, visando o melhoramento (Neitzke et al., 2010).

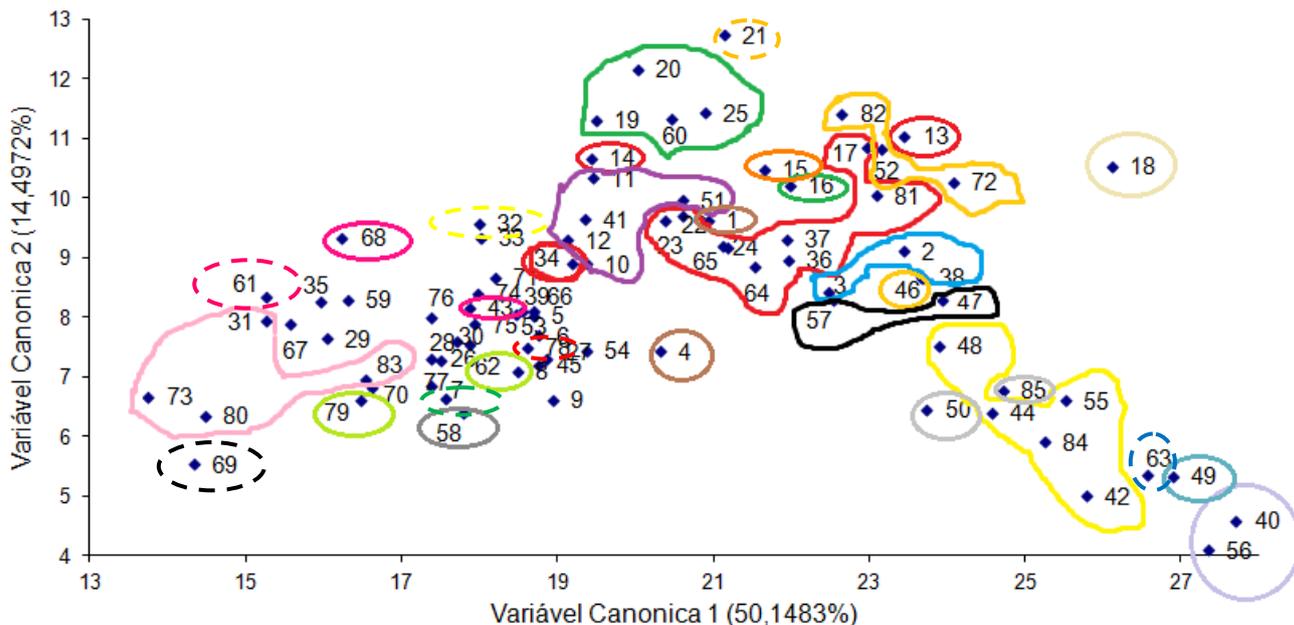


Figura 1 – Diagrama de dispersão de 85 genótipos de capim-elefante, obtidos pela análise da primeira e da segunda variáveis canônicas.

Legenda: G1= vermelho; G2= sem cor; G3= amarelo; G4= verde; G5= azul royal; G6= roxo; G7= cinza claro; G8= rosa claro; G9= laranja claro; G10= verde claro; G11= lilás; G12= rosa escuro; G13= marrom escuro; G14= preto; G15= laranja escuro; G16= bege; G17= azul petróleo; G18= cinza escuro; G19= vermelho pontilhado; G20= laranja pontilhado; G21= verde pontilhado; G22= amarelo pontilhado; G23= azul pontilhado; G24= rosa pontilhado; G25= preto pontilhado.

Pode-se notar que o método de otimização de Tocher, apresentado na tabela 9, teve concordância com a dispersão dos genótipos no gráfico bidimensional (figura 1), uma vez que os genótipos pertencentes ao mesmo grupo permaneceram próximos.

A análise de agrupamentos dos 85 genótipos de capim-elefante feita pelo método de otimização de Tocher com base na distância generalizada de Mahalanobs permitiu a formação de 25 grupos divergentes (tabela 9). A distância média dentro do grupo é a média das distâncias entre cada par de genótipos que o constitui, e essa distância é sempre menor que as distâncias médias intergrupos (Cruz e Regazzi, 2001).

Tab 7, Cont

Grupos	Subgrupos	Genótipos
22	-	32
23	-	63
24	-	61
25	-	69

Na análise, o grupo 2 foi composto pelo maior número de genótipos, 22, devido a isso, os acessos foram subdivididos em 9 subgrupos, Foram gerados 11 grupos com apenas 1 acesso em cada.

Os genótipos que compõem o grupo elite, descritos anteriormente (Porto Rico 534-B, Taiwan A-144, Napier S,E,A., Mole de Volta Grande, Teresópolis, Taiwan A-46, Duro de Volta Grande, Turrialba, Taiwan A-146, Cameroon- Piracicaba, Taiwan A-121, P241 Piracicaba, Elefante Cachoeira Itapemirim, Guaco/I,Z,2, Cameroon, IJ 7126 cv EMPASC 310, IJ 7139, Australiano, 10 AD IRI e Pasto Panamá), se encontram nos grupos 6, 1, 1, 2, 22, 2, 1, 1, 1, 5, 2, 6, 12, 14, 3, 4, 23, 12, 2 e 9, respectivamente, Isso indica que possíveis cruzamentos entre pares de genótipos pertencentes a diferentes grupos, resultam em maiores ganhos com a heterose, devido às suas dissimilaridades.

É importante ressaltar, que o objetivo de um programa de melhoramento é aumentar a produtividade, sendo assim, devem-se escolher, para cruzamentos, acessos de desempenho satisfatórios que foram mais divergentes entre si ou que complementem alguma característica de um dos genitores (Ferreira et al., 2003; Guedes et al., 2013).

Vale ressaltar, que possíveis cruzamentos entre genótipos de um mesmo grupo, diminuem a possibilidade de obter acessos com características divergentes (Guedes et al., 2013). Devido a isso, o não envolvimento de indivíduos de mesmo padrão de dissimilaridade nos cruzamentos é sugerido, de modo que não restrinja a variabilidade genética, e então, não ter reflexos negativos nos ganhos a serem obtidos para seleção (Cruz e Regazzi, 2001).

Trabalhos com diversidade genética de capim-elefante, utilizando a otimização de Tocher, demonstram que esse método tem sido bem utilizado e garantindo uma boa visualização da diversidade existente entre os acessos, proporcionando informações para futuros programas de melhoramento com base em hibridação (Daher et al., 2000; Daher et al., 2002; Shimoya et al., 2002; Pereira et al., 2008).

O número de grupos formados pelo método de Tocher demonstra a ampla variabilidade entre os acessos avaliados neste trabalho, mostrando a ampla diversidade genética entre os genótipos, o que possibilita a seleção de genitores divergentes para programas de melhoramento.

4. CONCLUSÃO

A análise de todas as técnicas utilizadas neste trabalho possibilitou validar a existência de variabilidade entre os acessos de *P. purpureum* avaliados, no banco ativo de germoplasma.

Para a característica produtividade de matéria seca, os genótipos que se destacaram foram Porto Rico 534-B, Taiwan A-144, Napier S,E,A., Mole de Volta Grande, Teresópolis, Taiwan A-46, Duro de Volta Grande, Turrialba, Taiwan A-146, Cameroon- Piracicaba, Taiwan A-121, P241 Piracicaba, Elefante Cachoeira Itapemirim, Guaco/I,Z,2, Cameroon, IJ 7126 cv EMPASC 310, IJ 7139, Australiano, 10 AD IRI e Pasto Panamá, compondo o grupo elite.

Com base nas características morfoagronômicas, número de perfilho por metro linear, os genótipos que se destacaram foram Elefante Cachoeira Itapemirim e Australiano. Para a característica altura, os destaques foram Cubano Pinda e Elefante da Colômbia. Na variável diâmetro de colmo, foram os genótipos IJ 7139 e Mercker Pinda México; os genótipos de ênfase na largura de lâmina foram Pesagro Borde e Cuba- 196. Por fim, para comprimento de lâmina, os genótipos com que ficaram em evidência foram Guaçu e Guaco/I,Z,2.

A conjugação das técnicas da distância generalizada de Mahalanobis, 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 10 grupos heteróticos, sendo que as variáveis largura de lâmina e altura (corte 2) foram as mais importantes para explicar a dispersão dos genótipos.

O método de otimização de Tocher utilizando a distância generalizada de Mahalanobis permitiu agrupar os 85 genótipos de capim-elefante pertencentes ao BAGCE, em 25 grupos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araujo, F. P., Silva, N., Queiroz, M. A. (2008) Divergência genética entre acessos de *Passiflora cincinnata* Mast com base em descritores morfoagronômicos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30 (3): 723-730.

Barros, L. M. (1991) *Caracterização morfológica e isoenzimática do cajueiro (Anacardium occidentale L.), tipos comum e anão precoce, por meio de técnicas multivariadas*. Tese (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 256 p.

Boddey, R. M., Alves, B. J. R., Urquiaga, S. S. (2004) Redução das emissões do gás carbônico através da produção de bioenergia utilizando capim elefante. *Embrapa Agrobiologia*, Seropédica- RJ.

Cavalcante, M., Lira, M. A. (2010) Variabilidade genética em *Pennisetum purpureum* Schumacher. *Revista Caatinga*, 23:153-163.

Cruz, C. D. (2013) GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum, Agronomy*, 35(3):271-276.

Cruz, C. D. e Regazzi, A. J. (2001) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*, 2, Ed, Viçosa: UFV, 390 p.

Cruz, C. D., Regazzi, J. A., Carneiro, P. C. S. (2004) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*, 1, Ed, Viçosa: UFV, 377-413.

Daher, F. R., Pereira, M. G., Pereira, A. V., Amaral Junior., A. T. (2002) Genetic divergence among elephantgrass cultivars assessed by RAPD markers in composit samples. *Scientia Agricola*, 59 (4): 623-627.

Daher, R. F., Maldonado, H., Pereira, A. V., Amaral Junior., A. T., Pereira, M. G., Ferreira, C. F., Ramos, R. S. S., Tardin, F. D., da Silva, M. P. (2004-b) Estimativas de parâmetros genéticos e de coeficiente de repetibilidade de caracteres forrageiros em clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). *Acta Scientiarum Agronomi*, 26 (4): 483-490.

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.*, 26(2): 265-70.

Daher, R. F., Moraes, C. F., Cruz, C. D., Pereira, A. V., Xavier, D. F. (1997) Seleção de caracteres morfológicos discriminantes em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 26 (2): 265-70.

Daher, R. F., Pereira, A. V., Pereira, M. G., Lédo, F. J. S., Amaral Junior, A. T., Rocabado, J. M. A., Ferreira, C. F., Tardin, F. D. (2004) Análise de trilha de caracteres forrageiros do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). *Ciência Rural*, 34:1531-1535.

Daher, R. F., Vázquez, H. M., Pereira, A. V., Fernandes, A. M. (2000) Introdução e avaliação de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) em Campos dos Goytacazes, RJ. *Rev. Bras. Zootec.* 29: 1296-1301.

De Mello, A. C. L., Lira, M. A., Dubeux Junior., J. C. B., Santos, M. V. F., Freitas, E. V. (2002) Caracterização e seleção de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) na Zona da Mata de Pernambuco. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31: 30-42.

De Oliveira, M. S. P., Ferreira, D. F., Santos, J. B. (2006) Seleção de descritores para caracterização de germoplasma de açaizeiro para produção de frutos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41 (7): 1133-1140.

Ferreira, C. A., Ferreira, R. L. C., Santos, C. D., Santos, M. V. F., Silva, J. A. A., Lira, M. A., Molica, S. G. (2003) Utilização de técnicas multivariadas na avaliação da divergência genética entre clones de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36 (6): 1560-1568.

Fonseca, J. S. de Martins, G. A. (1996) *Curso de Estatística*, 6 ed, São Paulo: Atlas, 320 p.

Freitas, A. R., Santos, P. M., Thorton, B. (2005) Análise multivariada da variância versus análise univariada: uma aplicação em forrageiras, 42º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Goiânia-GO.

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 seus híbridos com milho mediante padrões isoenzimáticos. *Pesq. Agropec. Bras.*, 35:1125-1133.

Guedes, J. M., Vilela, D. G. M., Rezende, J. C., Silva, F. L., Botelho, C. E., Carvalho, S. P. (2013) Diferença genética entre cafeeiros do germoplasma Maragogipe. *Melhoramento Genético Vegetal*, 72 (2): 127-132.

Italiano, E. C., Pereira, A. V., Ledo, F. J. S. (2006) Comportamento produtivo de genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) para corte na Região Meio-Norte no Brasil. *Rev. Cient. Prod. Anim.*, 8 (2): 47-55.

Kannika, R., Yasuyuki, I., Kunn, K., Pichit, P., Prapa, S., Vittaya P., Pilanee, V., Ganda, N., Sayan, T. (2011) Effects of inter-cutting interval on biomass yield, growth components and chemical composition of napiergrass

(*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivars as bioenergy crops in Thailand. *Grassland Science*, 57:135-141.

Köppen, W. (1948) *Climatologia: con um estúdio de los climas de La Tierra*, México: Fondo de Cultura Economica, 479 p.

Morais, R. F., Souza, B. J., Leite, J. M., Soares, L. H. B., Alves, B. J. R., Boddey, R. M., Urquiaga, S. (2009) Elephant grass genotypes for bioenergy production by direct biomass combustion. *Pesq. Agropec. Bras.*, 44:133-140.

Nass, L. L. e Paterniani, E. (2000) Pre-breeding: a link between genetic resources and maize breeding. *Scientia Agricola*, 57 (3): 581-587.

Neitzke, R. S., Barbieri, R. L., Rodrigues, W. F., Corrêa, I. V., Carvalho, F. I. F. (2010) Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental. *Horticultura Brasileira*, 28: 47-53.

Oliveira, A. V. (2013) Avaliação do desenvolvimento e de características morfoagronômicas e qualidade de biomassa energética de 73 genótipos de capim elefante em Campos dos Goytacazes-RJ. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)- Campos dos Goytacazes- RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense- UENF, 76 p.

Oliveira, E. S., Daher, R. F., Tunes, E. N., Soares, R. T. R. N., Gonçalves, A. C. S., Gravina, G. A. (2012) Potencial de germinação de estacas e avaliação de características morfoagronômicas em seis cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) para fins energéticos em Campos dos Goytacazes, RJ. *Natureza on line*, 10 (1): 39-45.

Pereira, A. V., Machado, M. A., Azevedo, A. L. S., Nascimento, C. S., Campos, A. L., Léo, F. J. S. (2008) Diversidade genética entre acessos de capim-elefante obtida com marcadores moleculares. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37 (7): 1216-1221.

Pereira, A. V., Vencovsky, R., Cruz, C. D. (1992) Selection of botanical and agronomical descriptors for the characterization of cassava (*Manihot esculenta* Crantz,) germplasm. *Revista Brasileira de Genética*,15:115-124.

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.*, 29:69-74.

Quesada, D. M., Frade, C., Resende, A., Polidoro J. C., Reis, V. M., Boddey, R., Alves, B. J. R., Urquiaga, S., Xavier, D. (2003) A fixação biológica de nitrogênio como suporte para produção de energia renovável. *Encontro de Energia e Meio Rural*, 2000, Campinas, v,3.

Quesada, M. D., Boddey, R. M., Reis, V. M., Urquiaga, S. (2004) Parâmetros qualitativos de genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) estudados para produção de energia através da biomassa. *Circular Técnica*, Seropédica, 8.

Ribeiro, E. G., Fontes, C. A. A., Palieraque, J. G. B., Cóser, A. C., Martis, C. E., Silva, R. C. (2009) Influencia da irrigação, nas épocas secas e chuvosas, na produção e composição química do capim napier e mombaça em sistema de lotação intermitente. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38 (8): 1432-1442.

Rossi, D. A. (2010) Avaliação morfoagronômica e da qualidade da biomassa de acessos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) para fins energéticos no norte fluminense. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)- Campos dos Goytacazes- RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense- UENF, 66 p.

Schneider, L. S. A. (2013) Avaliação morfoagronômica, adaptabilidade e estabilidade da produção forrageira de capim-elefante. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)- Campos dos Goytacazes- RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense- UENF, 84 p.

Scott, A. J. A. e Knott, M. (1974) Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, 30:507-512.

Shimoya, A., Cruz, C. D., Ferreira, R. P., Pereira, V. A., Carneiro, P. C. S. (2002) Divergência genética entre acessos de um banco de germoplasma de capim-elefante. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37 (7): 971-980.

Silva, S. C. e Sbrissia, A. F. (2010) Análise de componentes principais entre características morfogenéticas e estruturais em capim-marandu sob lotação contínua. *Ciência Rural*, 40 (3): 690-693.

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. *Rev. Bras. Zootec.*, 38 (8): 1451-1459.

Souza Sobrinho, F., Pereira, A. V., Ledo, F. J. S. (2005) Avaliação agrônômica de híbridos interespecíficos entre capim-elefante e milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40 (9): 873-880.

Sudré, C. P., Cruz, C. D., Rodrigues, R., Riva, E. M., Amaral Junior, A. T., Silva, D. J. H., Pereira, T. N. S. (2006) Variáveis multicategóricas na determinação da diversidade genética de pimenta e pimentão. *Hortic. Bras.*, 24 (1): 88-93.

Vasconcelos, E. S., Cruz, C. D., Bhering, L. L., Resende Júnior, M. F. R. (2011) Método alternativo para análise de agrupamento. *Pesq. Agropec. Bras.*, 42(10): 1421-1428.

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. *Rev. Bras. Zootec.*, 38 (3): 435-442.

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.

Zanetti, J. B. (2010) *Identificação de genótipos de capim-elefante (Pennisetum purpureum Schumach.) de alta produção de biomassa com qualidade para fins energéticos*. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)- Seropédica- RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro- UFRRJ, 84 p.

ESTUDO DA DIVERSIDADE GENÉTICA DO CAPIM-ELEFANTE COM BASE
EM CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS E MULTICATEGÓRICAS

STUDY OF GENETIC DIVERSITY OF ELEPHANTGRASS BASED IN
QUANTITATIVE AND MULTICATEGORIC CHARACTERISTICS

Maria Lorraine Fonseca Oliveira e Rogério Figueiredo Daher

Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA), Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), Avenida Alberto Lamago, 2000, CEP: 28013-602, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil, Telefone: (22) 2739-7193

RESUMO

O conhecimento da diversidade genética entre acessos em bancos de germoplasma é importante para fins de conservação de recursos genéticos e uso em programas de melhoramento genético. Neste estudo, objetivou-se avaliar a divergência genética entre 85 acessos de capim-elefante, a partir de 10 descritores quantitativos e 14 qualitativos multicategóricos, com auxílio de

técnicas multivariadas. Pela análise de variância, evidenciaram-se diferenças significativas entre os acessos de capim-elefante para todos os descritores, tanto qualitativos, quanto quantitativos. O método de agrupamento utilizado foi via Tocher e UPGMA. Para os caracteres quantitativos, os 85 genótipos foram agrupados em 17 grupos, e pelo UPGMA, em 13 grupos, já pelos caracteres qualitativos multicategóricos, os acessos foram agrupados em 10 grupos, tanto para Tocher quanto para UPGMA. A correlação de Mantel feita entre as duas matrizes, foi significativa e apresentou magnitude de 0,41, indicando que a diversidade a partir de um conjunto de dados, pode ser extrapolada para outro conjunto de dados de natureza diferente.

Palavra chave: *Pennisetum purpureum*, UPGMA, otimização de Tocher, correlação de Mantel.

ABSTRACT

Knowledge of genetic diversity among accessions in genebanks is important for the conservation of genetic resources and use in breeding programs. In this study, we aimed to evaluate the genetic divergence among 85 accessions of elephant grass, from 10 quantitative and 14 qualitative descriptors multicategoric, with the aid of multivariate techniques. By analysis of variance, showed up significant differences among accessions of elephant grass for all descriptors, both qualitative and quantitative. The method used was d grouping via Tocher and UPGMA. For quantitative traits, the 85 genotypes grouped into 17 groups, and the UPGMA, in 13 groups, since the multicategoric quality traits, the accessions were grouped into 10 groups, and for both Tocher UPGMA. The Mantel correlation made between the two arrays was significantly and showed magnitude of 0,41, indicating that diversity from a set of data can be extrapolated to another set of data of different nature.

Keywords: *Pennisetum purpureum*, UPGMA, Tocher optimization, Mantel correlation.

1. INTRODUÇÃO

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) é originário da África Tropical, e foi descoberto pelo coronel Napier em 1905. Foi difundido por toda a África e trazido para o Brasil em 1920, sendo atualmente uma das poaceas mais utilizadas em todo território nacional (Rodrigues et al., 2001).

Essa espécie tem despertado o interesse de muitos pesquisadores, pois além de servir como alimento para animais (Coser e Martins, 2006; Valle et al., 2009; Lima et al., 2010), é uma espécie com elevada produção de biomassa, rápido crescimento, baixo custo e alta produtividade, em virtude disso, é visada também, para a produção de energia renovável (Quesada et al., 2003; Quesada et al., 2004; Morais et al., 2009).

Desta forma, ao visar à diminuição do uso de energia não renovável, a qual provoca o desequilíbrio climático da Terra, deve-se investir em pesquisas que visam o melhoramento genético do capim-elefante (Franco et al., 2001; Vieira et al., 2007; Rossi, 2010; Schneider, 2013). Contudo, vale ressaltar, que antes de iniciar um programa de melhoramento, é fundamental realizar a caracterização dos acessos pertencentes ao banco de germoplasma (Vieira et al., 2007).

Entretanto, sabe-se que existe falta de documentação, de descrição e de avaliação adequada das coleções, isso resulta em uma baixa utilização dos recursos genéticos vegetais nos bancos de germoplasma (Nass e Paternani, 2000). Desta forma, estudos mais aprofundados sobre a identificação e avaliação nos bancos de germoplasma são necessários para selecionar genótipos com as melhores características de interesse para os programas de melhoramento genético (Cavalcante e Lira, 2010; Zanetti, 2010).

Isso enfatiza a importância no conhecimento do grau de divergência genética entre os genótipos nos bancos de germoplasma, pois essas informações podem fornecer parâmetros de identificação dos melhores genitores, que quando cruzados, geram maior efeito heterótico na progênie e maior probabilidade de selecionar genótipos superiores nas gerações segregantes (Cruz e Regazzi, 2001; Santos et al., 1994; Franco et al., 2001; Carvalho et al., 2002; Cruz et al., 2003; Coelho et al., 2007; Vieira et al., 2007).

Sendo assim, a análise de divergência genética tem sido muito utilizada pelos melhoristas, auxiliando-os na classificação de genótipos em grupos e na escolha de genitores com características desejáveis na hibridação (Shimoya et al., 2002).

A determinação da diversidade genética é feita por meio da diferença entre indivíduos ou grupos de indivíduos e até entre populações, e pode ser analisado por método específico ou por uma combinação de métodos (Moura et al., 2010). Os dados envolvem, frequentemente, medidas quantitativas (de Mello et al., 2002; de Oliveira et al., 2006; da Silva et al., 2009; Schneider, 2013; Oliveira, 2013), ou qualitativas (Franco et al., 2001), mas, raramente, no mesmo trabalho é exibido ambas análises, embora para algumas culturas, esse tipo de trabalho já exista, como uva (Leão et al., 2011), coqueiro-anão (Sobral et al., 2012) e mamão (Quintal et al., 2012).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é avaliar a diversidade entre 85 acessos de capim-elefante, utilizando dez características morfológicas de variação contínua, e quatorze morfofenológica, durante dois anos, a fim de quantificar a divergência genética desses acessos no Banco de Germoplasma em Campos dos Goytacazes, RJ.

2. MATERIAL E METODOS

2.1 Localização e características climáticas da região

O experimento foi instalado no Centro Estadual de Pesquisa em Agroenergia e Aproveitamento de Resíduos da PESAGRO, em Campos dos Goytacazes, RJ. Sua localização é dada a 21° 19' 23" de latitude sul e 41° 19' 40" de longitude oeste com altitude variando no município de 20 a 30 m.

Segundo o sistema de classificação 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, com precipitação anual em torno de 1,152 mm. Os dados de precipitação pluviométrica mensal, durante os dois anos da condução do experimento, foram obtidos no mesmo local experimental, e estão indicadas na tabela 1.

Tabela 1 - Dados pluviométricos (mm) organizados em meses coletados nas proximidades da área experimental durante a execução do trabalho

2012		2013	
Mês	Precipitação (mm)	Mês	Precipitação (mm)
Janeiro	216,5	Janeiro	125,7
Fevereiro	11,7	Fevereiro	44,3
Março	73,6	Março	230,2
Abril	14,2	Abril	103,2
Mai	147,2	Mai	41,6
Junho	74,0	Junho	8,7
Julho	5,9	Julho	67,1
Agosto	59,8	Agosto	57,0
Setembro	21,6	Setembro	45,2
Outubro	12,5	Outubro	26,4
Novembro	133,7	Novembro	158,4
Dezembro	10,4	Dezembro	-
Total	781,1	Total	907,8

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

O solo é classificado como Latossolo Amarelo, o qual apresenta as seguintes características: pH 5,5; fósforo (mg dm^{-3}) 18; potássio (mg dm^{-3}) 83; Ca (cmolc dm^{-3}) 4,6; Mg (cmolc dm^{-3}) 3,0; Al (cmolc dm^{-3}) 0,1; H + Al (cmolc dm^{-3}) 4,5 e C (%) 1,6.

2.2 Condições experimentais

O experimento foi composto por 85 genótipos de capim-elefante (tratamentos), doados pelo Banco Ativo de Germoplasma de Capim-Elefante (BAG-CE) da Embrapa Gado de Leite, localizado em Coronel Pacheco- MG (Tabela 2). O plantio foi realizado em 23 e 24 de fevereiro de 2011 por meio de colmos inteiros, distribuídos em sulcos de 10 cm de profundidade. No plantio foram incorporados 60 g de superfosfato simples e 50 dias após o plantio foi realizada a adubação de cobertura utilizando 70 g de ureia e 40 g de KCl (cloreto de potássio) por linha, correspondendo a 28,6 Kg de N (nitrogênio) e 24 Kg de K_2O (óxido de potássio) por hectare.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos completos casualizados, com duas repetições. A unidade experimental foi composta por uma linha de 5,5m com espaçamento de 2m, totalizando 11m². A área útil foi uma amostragem no centro da parcela. Após a fase de estabelecimento, no dia 15 de dezembro de 2011, todos os genótipos foram cortados rente ao solo (corte de uniformização).

O primeiro corte para avaliação foi realizado em novembro de 2012 e o segundo, em novembro de 2013, ou seja, um corte por ano, em um período de dois anos.

Tabela 2 - Relação dos genótipos presentes no Banco Ativo de Germoplasma de Capim-elefante (BAGCE) CCTA/UENF, 2012/2013

N. Gen.	Genótipo	Origem	N. Gen.	Genótipo	Origem
1	Elefante da Colômbia	Colômbia	44	Capim Cana D'África	Brasil
2	Mercker	Brasil	45	Gramafante	Brasil
3	Três Rios	Brasil	46	Roxo	Brasil
4	Napier Volta Grande	Brasil	47	Guaco/I,Z,2	Brasil
5	Mercker Santa Rita	Brasil	48	Cuba-115	Cuba
6	Pusa Napier N 2	Índia	49	Cuba-116	Cuba
7	Gigante de Pinda	Brasil	50	Cuba-169	Cuba
8	Napier N 2	Brasil	51	King Grass	Cuba
9	Mercker S, E, A	Brasil	52	Roxo Botucatu	Brasil
10	Taiwan A-148	Brasil	53	Mineirão IPEACO	Brasil
11	Porto Rico 534-B	Brasil	54	Vruckwona Africano	Brasil
12	Taiwan A-25	Brasil	55	Cameroon	Brasil
13	Albano	Colômbia	56	CPAC	Brasil
14	Hib, Gigante Colômbia	Colômbia	57	Guacu	Brasil
15	Pusa Gigante Napier	Índia	58	Napierzinho	Brasil
16	Elefante Híbrido 534-A	Brasil	59	IJ 7125 cv EMPASC 308	Brasil
17	Costa Rica	Costa Rica	60	IJ 7126 cv EMPASC 310	Brasil
18	Cubano Pinda	Brasil	61	IJ 7127 cv EMPASC 309	Brasil
19	Mercker Pinda	Brasil	62	IJ 7136 cv EMPASC 307	Brasil
20	Mercker Pinda México	Brasil	63	IJ 7139	Brasil
21	Mercker 86 México	Colômbia	64	IJ 7141 cv EMPASC 306	Brasil
22	Taiwan A-144	Brasil	65	Goiano	Brasil
23	Napier S,E,A,	Brasil	66	CAC-262	Brasil
24	Taiwan A-143	Brasil	67	Ibitinema	Brasil
25	Pusa Napier N 1	Índia	68	903-77 ou Australiano	Brasil
26	Elefante de Pinda	Colômbia	69	13 AD	Brasil
27	Mineiro	Brasil	70	10 AD IRI	Brasil

Tab. 2, Cont.

N. Gen.	Genótipo	Origem	N. Gen.	Genótipo	Origem
28	Mole de Volta Grande	Brasil	71	07 AD IRI	Brasil
29	Porto Rico	Brasil	72	Pasto Panamá	Panamá
30	Napier	Brasil	73	BAG - 92	Brasil
31	Mercker Comum	Brasil	74	09 AD IRI	Brasil
32	Teresópolis	Brasil	75	11 AD IRI	Brasil
33	Taiwan A-46	Brasil	76	05 AD IRI	Brasil
34	Duro de Volta Grande	Brasil	77	06 AD IRI	Brasil
35	Mercker Comum Pinda	Brasil	78	01 AD iIRI	Brasil
36	Turrialba	Brasil	79	04 AD IRI	Brasil
37	Taiwan A-146	Brasil	80	13 AD IRI	Brasil
38	Cameroon - Piracicaba	Brasil	81	03 AD IRI	Brasil
39	Taiwan A-121	Brasil	82	02 AD IRI	Brasil
40	Vrukwona	Brasil	83	08 AD IRI	Brasil
41	P241 Piracicaba	Brasil	84	União	Brasil
42	IAC-Campinas	Brasil	85	Pesagro Bord	Brasil
43	Elefante Cachoeira Itapemirim	Brasil			

2.3 Características avaliadas

2.3.1 Características morfológicas quantitativas contínuas

No decorrer do experimento, foram avaliadas características morfoagronômicas, as quais foram aferidas após cada ano de crescimento, sendo avaliadas em todos os acessos as seguintes variáveis:

a) Número de perfilhos por metro linear (NP): A contagem do número de perfilhos foi realizada em 1 m linear de uma linha da parcela.

b) Altura da planta (ALT) em metro: As medidas de altura de planta foram mensuradas com régua graduada, tomando uma medida de cada parcela, iniciando na inserção do colmo no solo, até a inflexão da última folha, sem contar com a folha bandeira.

c) Diâmetro do colmo (DC) em cm: As medidas de diâmetro do colmo foram realizadas cerca de 10 cm do solo, tomando uma média de três medições, utilizando-se um paquímetro digital.

d) Largura e comprimento da lâmina foliar, em cm (LL e CL, respectivamente): Foi realizado com régua graduada em três amostras de cada genótipo, sendo medida na 3ª folha inteira do meristema apical do caule para o meristema basal da raiz, tanto na medida de largura quanto de comprimento, sendo que a primeira foi retirada na maior largura da lâmina, Posteriormente foi retirada a média da largura e do comprimento separadamente.

2.3.2 Características morfológicas qualitativas discretas (multicategóricas)

Das características multicategóricas, apenas o formato da touceira (FT) foi avaliada nas parcelas com 12 meses de crescimento, todas as demais (cor geral das plantas da parcela, intensidade dos pelos (jossal) nas bainhas das folhas e angulação das folhas) foram mensuradas em parcelas de 6 meses de crescimento, para a idade de crescimento avançada não interferir no resultado.

a) Formato da touceira (FT): o formato da touceira pode assumir os seguintes valores:

1. Aberto;
2. Semi-aberto;
3. Ereto.

b) Cor geral das plantas da parcela (CP): a coloração geral das plantas podem assumir os seguintes valores:

1. Verde Claro;
2. Verde Escuro;
3. Roxo.

c) Intensidade de pelos (jossal) na bainha das folhas (IPF):

1. Glabra;
2. Pouco Pilosa;
3. Muito Pilosa.

d) Angulação das folhas (AF): as folhas podem assumir os seguintes ângulos:

1. Folhas ereta: será considerado folha ereta a planta que apresentar folhas jovens formando ângulo de 0 a 30° com o caule;

2. Folhas semi-ereta: será considerado folha semi-ereta a planta que apresentar folhas jovens formando ângulo de 30 a 60° com o caule;

3. Folhas prostradas: será considerado folha prostradas a planta que apresentar folhas jovens formando ângulo de 60 a 90° com o caule.

As características a, b, c e d foram avaliadas de acordo com Daher et al. (1997).

2.4.3 Características fenológicas

As características fenológicas avaliada foram número de dias para o surgimento de 10% de folha bandeira e porcentagem de florescimento no final do período reprodutivo. Para isso, foi necessário quantificar uma vez na semana, a porcentagem de florescimento e a porcentagem de folha bandeira em cada acesso. Posteriormente, foi avaliado com quantos dias de crescimento, cada acesso emitiu 10% de folha bandeira, e no final dos dias de florescimento, qual o total de florescimento de cada genótipo. A partir desses dados, foi feito a análise de variância e o agrupamento Scott-Knott a 5% (Scott e Knott, 1974), e então os acessos foram classificados da seguinte forma:

**a) Número de dias para o surgimento de 10% de folha bandeira:
(Corte 1- 2012)**

1- Super precoce: de 104 a 130 dias.

2-Precoce: de 131 a 146 dias.

3-Médio: de 147 a 177 dias.

4-Tardio: de 178 a 209 dias.

(Corte 2- 2013)

1- Super precoce: de 122 a 134 dias.

2-Precoce: de 134 a 153 dias.

3-Médio: de 154 a 167 dias.

4-Tardio: de 168 a 183 dias.

b) Porcentagem de florescimento no final do período reprodutivo

(Corte 1- 2012)

- 1- Totalmente florido: 100% de florescimento.
- 2- Parcialmente florido: 60 a 45% de florescimento.
- 3- Pouco florido: 9,5 a 44% de florescimento.

(Corte 2- 2013)

- 1-Totalmente florido: 76% a 100% de florescimento.
- 2-Parcialmente florido: 75 a 41% de florescimento.
- 3-Pouco florido: inferior a 40% de florescimento.

Desta forma, as classes multicategóricas de inflorescência foram geradas com base nos grupos gerados pelo agrupamento de Scott- Knott a 5%.

2.4 Análise estatística

Para os caracteres quantitativos, em cada variável e em cada avaliação foi realizado a análise de variância simples (ANOVA), 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 . Posteriormente, foi utilizado tanto para os caracteres quantitativos, quanto para os qualitativos discretos, a distância Euclidiana média, o método de agrupamento de Tocher, ligação média entre grupo (UPGMA), e a correlação das matrizes quantitativas e qualitativas pelo teste de Mantel. Todas essas análises foram realizadas por meio do programa computacional GENES (Cruz, 2013).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análises de agrupamento baseado nos caracteres morfoagronômicos quantitativos

Utilizando as variáveis contínuas na otimização de Tocher, dezessete grupos foram formados pelos oitenta e cinco acessos de capim-elefante (tabela 3). O grupo 1 foi o que apresentou o maior número de acessos, 29, ou seja, 34,12% dos acessos. O grupo 2, foi constituído por 16 genótipos (18,82%), sendo o segundo maior grupo, Houve também a formação de 5 grupos (13, 14, 15, 16 e 17) em que foi composto por apenas um genótipo, sendo estes: Cubano Pinda (18), Teresópolis (32), CPAC (56), Napierzinho (58) e IJ 7136 cv EMPASC 307 (62). Os acessos mais similares geneticamente (0,2521) foram Taiwan A-144 (acesso 22) e Napier S,E,A (acesso 23), e os acessos mais distantes (2,8425) foram o 18 (Cubano Pinda) e o 69 (13 AD).

É possível afirmar que existe grande diversidade genética entre os acessos dessa coleção, revelado pelo grande número de grupos formados e pela distribuição satisfatória dos acessos dentre os grupos. Resultados semelhantes foram encontrados por Leão et al. (2011), que, ao avaliarem a diversidade genética de 136 acessos de uva por descritores morfoagronômicos quantitativos, obtiveram a formação de 30 grupos, e o maior grupo concentrou apenas 30,14% dos acessos, indicando variabilidade genética e boa divisão dos acessos entre os grupos.

Ao avaliar 99 genótipos de capim-elefante, Shimoya et al. (2002), observaram a formação de 18 grupos, corroborando com o atual trabalho, entretanto, a distribuição dos genótipos dentro de cada grupo foi diferente, visto que o maior grupo comportou 44,45% dos 99 genótipos. Outros trabalhos demonstraram que nem sempre o número de grupo formado é sinônimo de grande variabilidade, pois pode existir um grande acúmulo de genótipos em um só grupo (Campos et al., 2010; da Silva et al., 2013).

Vale lembrar, que para um programa de melhoramento, é essencial que haja variabilidade genética (Franco et al., 2001), sendo assim, ao realizar um cruzamento, espera-se obter o máximo efeito heterótico nas gerações segregantes, e para isso, o cruzamento realizado deve ser realizado em genitores que pertencem a diferentes grupos de dissimilaridade (Leão et al., 2011).

Tabela 3- Análise de agrupamento pelo método de otimização de Tocher obtido com base na distância média Euclidiana, de 85 genótipos de capim-elefante, em Campos dos Goytacazes - RJ, 2012/2013

Grupos	Genótipos																												
1	22	23	24	34	10	12	71	11	14	74	75	54	76	53	66	27	45	30	26	39	33	59	5	29	9	6	8	78	35
2	13	17	81	82	52	72	46	48	36	37	65	16	51	64	41	2													
3	44	55	42	63	38	40																							
4	20	60	19	25	21																								
5	50	84	85	57																									
6	67	70	69	61	77	7	28																						
7	31	73	83																										
8	43	68																											
9	79	80																											
10	47	49																											
11	1	4																											
12	3	15																											
13	18																												
14	32																												
15	62																												
16	58																												
17	56																												

O método UPGMA, baseado na matriz de dissimilaridade gerado pela distância Euclidiana média entre os acessos foi utilizado como critério para a formação dos grupos no dendrograma (Figura 1), o qual mostra que existe divergência genética entre os 85 acessos estudados, devido à formação de 13 grupos distintos, considerando-se o corte no eixo y a 58% de distância relativa entre os acessos, Cruz et al. (2003) ressaltam que o ponto de corte que delimita o número de genótipos para cada grupo no dendrograma deve ocorrer em um ponto de mudança abrupta de nível, dessa forma, o ponto de corte fica subjetivo, e cada análise pode demonstrar um ponto de corte diferente (Bento et al., 2007; Rocha et al., 2009; Campos et al., 2010; Monteiro et al., 2010).

Da esquerda para direita no dendrograma, o grupo 6 foi o que conteve o maior número de acessos, 28, indicando 32,95% dos acessos, seguido pelo grupo 2, com 17 genótipos (20%). O dendrograma também apresentou 2 grupos (9 e 10) composto por apenas 1 acesso, o IJ 7136 cv EMPASC 307 (62) e Teresópolis (32), respectivamente. Grupos formados por apenas um indivíduo, indicam que tais indivíduos sejam mais divergentes em relação aos demais (Vieira et al., 2005).

A análise de UPGMA baseado em variáveis contínuas já foi aplicado em várias espécies, como em mandioca (Campos et al., 2010), que ao avaliarem 53 acessos mostrou a formação de oito grupos dissimilares e em mamão (Quintal et al., 2012), que 46 acessos, formaram 7 grupos. Esses resultados são proporcionalmente similares ao atual trabalho em relação a número de grupos formados, entretanto difere pela distribuição dos genótipos nos grupos, visto que em ambos os trabalhos citados acima, mais de 50% dos acessos se concentraram em apenas um grupo, (Campos et al., 2010; Quintal et al., 2012), demonstrando que a diversidade genética não está bem distribuída.

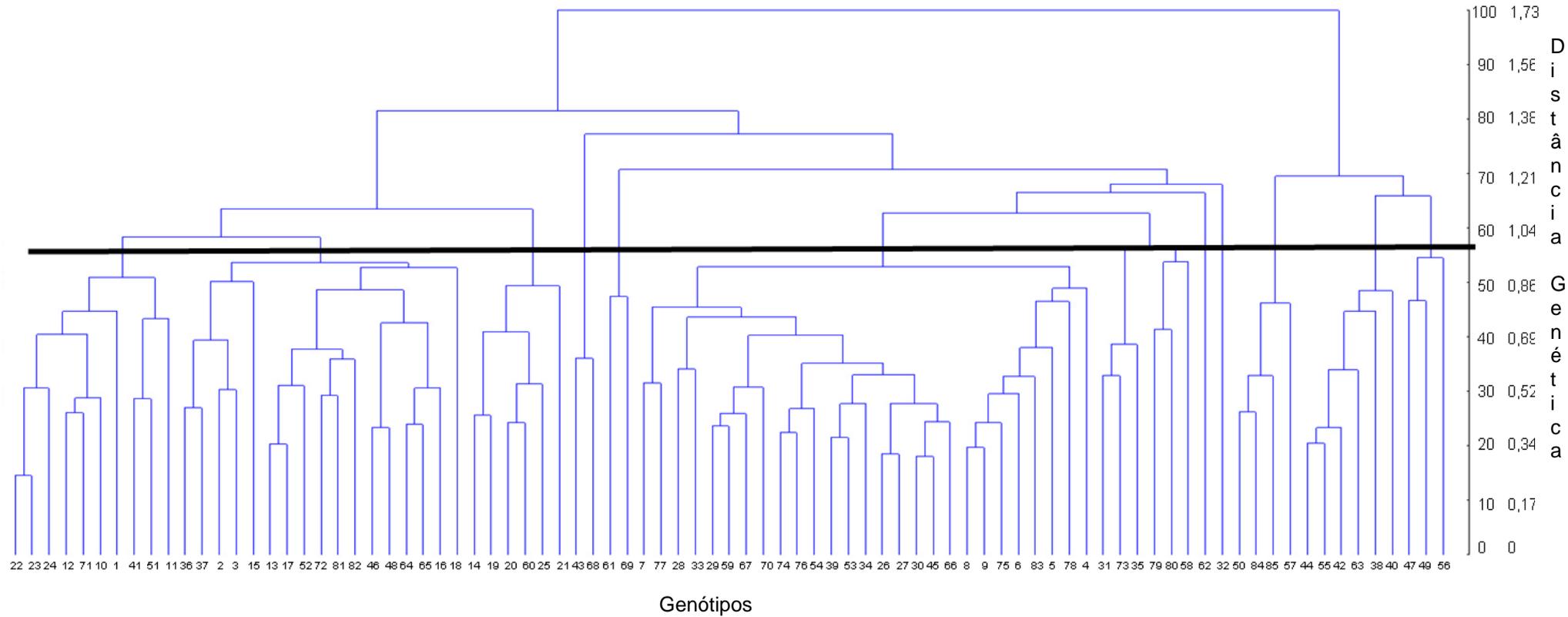


Figura 1 - Dendrograma da dissimilaridade com base na matriz de dissimilaridade de variáveis contínuas obtida pelo método UPGMA, de 85 genótipos de capim-elefante, em Campos dos Goytacazes - RJ, 2012/2013

Dos 13 grupos formados no dendrograma (Figura 1), no grupo 1 foram agrupados os genótipos que exibiram maior altura de planta no corte 2 e menor largura de lâmina nos cortes 1 e 2, comprimento de lâmina no corte 2 e no número de perfilho por metro linear nos cortes 1 e 2, Já os genótipos do grupo 2 apresentaram maiores alturas de planta nos cortes 1 e 2 e menores número de perfilhos por metro linear nos cortes 1 e 2, largura de lâmina e comprimento de lâmina, ambos no corte 2.

O grupo 3 foi formado por genótipos de maiores alturas de planta e diâmetro do colmo no corte 2, e menores número de perfilho por metro linear, largura de lâmina (ambos no corte 1 e 2) e comprimento de lâmina no corte 1. O grupo 4 abrangeu genótipos com maiores número de perfilho no corte 1, maiores alturas no corte 2, menores alturas de planta e comprimentos de lâmina no corte 1, menores diâmetro de colmo em ambos os corte e menores larguras de lâminas no corte 2.

O grupo 5 foi representado por genótipos com maiores números de perfilho por metro linear nos cortes 1 e 2, menores altura de plantas e diâmetros de colmo no corte 1 e menores larguras de lâminas e comprimento de lâminas em ambos os cortes. Os genótipos do grupo 6 tiveram maiores valores de altura de planta e diâmetro de colmo no corte 1, e menores comprimento de lâmina no corte 1 e 2.

Os acessos do grupo 7 tiveram os maiores número de perfilhos no corte 1, menores número de perfilhos no corte 2, menores alturas de plantas e diâmetros de colmos (ambos no corte 1), e menores larguras de lâminas e comprimentos de lâminas, os dois nos dois cortes. O grupo 8 foi composto por acessos com mínimos valores de diâmetro do colmo no corte 1, baixos valores de diâmetro de colmo e altura de planta (no corte 1) número de perfilho por metro linear e comprimento de lâmina, os dois no corte 2 e largura de lâmina no corte 1 e 2.

Os grupos 9 e 10 foram composto por apenas 1 genótipo, o IJ 7136 cv EMPASC 307 e o Teresópolis, respectivamente. O primeiro genótipo apresentou valor elevado apenas para a variável número de perfilhos no corte 2, enquanto que o segundo apresentou valor elevado apenas para número de perfilhos por metro linear em ambos os corte e para altura de planta no corte 2.

Os genótipos do grupo 11, apresentaram elevado valor para comprimento de lâmina em ambos os cortes, valores médios para largura de lâmina no corte 2 e valores baixos para números de perfilho no corte 1 e 2. O grupo 12 envolveu acessos com altos valores para diâmetro de colmo no corte 1, comprimento de lâmina no corte 2 e valores baixos para número de perfilhos no corte 1. O último grupo teve acessos com os maiores valores de comprimento de lâmina no corte 2, médios valores de largura de lâmina no corte 1 e baixos valores de números de perfilho por metro linear no corte 2.

Ao comparar os grupos formados com base no UPGMA com os grupos formados na otimização de Tocher, é possível afirmar que houve certa concordância em relação ao número de grupos formados e ao número de grupos com apenas um acesso. A maioria dos acessos que fizeram parte do maior grupo do UPGMA, grupo 6, foram pertencentes ao grupo 1 e 6 na otimização de Tocher, apenas 5 acessos pertenceram a outros grupos. O grupo 2 no dendrograma, segundo maior grupo, foi constituído principalmente por acessos pertencentes ao grupo 1 e 2 na otimização de Tocher, entretanto 2 acessos pertenceram a outros grupos. Os genótipos que não possuíram similaridade o suficiente para formarem grupos com outros acessos, pertencendo a grupos únicos, foram os mesmos, tanto na otimização de Tocher, quanto no dendrograma, exceto os genótipos 18, 58 e 56 que só apareceram isolados na otimização de Tocher.

Vários trabalhos também demonstram que houve similaridade no número de grupos formados (Sobral et al., 2012) e no agrupamento dos acessos entre a otimização de Tocher com o UPGMA (Bento et al., 2007; Campos et al., 2010; Monteiro et al., 2010). Sendo assim, o UPGMA associado ao Tocher, fornece um suporte mais eficiente para a divergência, em que Tocher discrimina cada grupo e o UPGMA discrimina cada acesso, ou seja, o UPGMA apresenta uma formação mais complexa, permitindo a visualização de acessos mais similares dentro dos grupos (Campos et al., 2010).

Para agrupar os genótipos, tanto na otimização de Tocher, quanto no dendrograma, as variáveis que mais contribuíram na divisão dos genótipos, pelo método de Singh (1981), foram número de perfilhos por metro linear no ano de 2012 e no ano de 2013, as quais juntas contribuíram com mais de 80% (33,50 e 54,55%, respectivamente) e comprimento da lâmina em ambos os

cortes (5,35% no corte 1 e 5,88% no corte 2) (Tabela 4). Entretanto, variáveis que contribuíram abaixo de 0,70%, apresentaram pouca contribuição em relação às demais, como a altura da planta no corte 1 e 2 (ambos cortes com 0,01%), a largura de lâmina no corte 1 e 2 (0,03 e 0,02%, nessa ordem), e o diâmetro do colmo em ambos os cortes (0,28 e 0,38, respectivamente) (Sobral et al., 2012). Contudo, mesmo com pouca contribuição das características apresentadas acima, não se pode afirmar que é possível descartá-las, pois Bento et al. (2007), ao descartar uma característica com porcentagem de contribuição de 0,01%, modificaram a formação dos grupos em Tocher e no UPGMA.

Tabela 4- Contribuição relativa dos caracteres para divergência genética de 85 acessos de capim-elefante, baseado em Singh (1981), em Campos dos Goytacazes- RJ, 2012/2013

Variável	Valor em %
NP1	33,50
NP2	54,55
ALT1	0,01
ALT2	0,01
DC1	0,28
DC2	0,38
LL1	0,03
LL2	0,02
CL1	5,35
CL2	5,88

NP1, NP2= número de perfilho por metro linear corte 1 e 2; ALT1, ALT2= altura da planta corte 1 e 2; DC1, DC2= diâmetro de colmo corte 1 e 2; LL1, LL2= largura de lâmina corte 1 e 2; CL1, CL2= comprimento de lâmina corte 1 e 2.

3.2 Análises de agrupamento baseado nos caracteres qualitativos discretos (multicategóricos)

Com os caracteres multicategóricos, foi possível agrupar os 85 genótipos em 10 grupos distintos na otimização de Tocher (tabela 5). O grupo que apresentou o maior número de genótipos foi o grupo 1, comportando 34 acessos ou 40% do total de acessos. O segundo grupo com maior número de acessos foi o grupo 2, com 21 acessos (24,71%). Houve também, a formação

de 3 grupos (8, 9, 10) com apenas 1 acesso em sua composição, os genótipos que não foram similares o suficiente para agrupar foram P241 Piracicaba (41), Mole de Volta Grande (28) e Roxo Botucatu (52), Esses resultados indicam que existe variabilidade no banco de germoplasma, pois embora 40% dos genótipos estejam agrupados em apenas um grupo, foram formados 10 grupos.

Resultados semelhantes, foram vistos por Leão et al. (2011), que ao avaliarem 136 acessos de uva por descritores multicategóricos, obtiveram a formação de 9 grupos, com boa dispersão dos genótipos em cada grupo, visto que o grupo com mais acessos apresentou 35,3% dos 136, indicando grande variabilidade. Já da Silva et al. (2013), obtiveram a formação de 12 grupos, avaliando 88 acessos de café, entretanto apontaram que ocorreu baixa variabilidade, visto que 54,5% dos acessos, se encontravam em apenas um grupo, do mesmo modo que Sudré et al. (2006), obtiveram 94% dos 59 acessos de pimenta e pimentão em um só grupo, Sendo assim, vale ressaltar que para ter uma boa variabilidade, além do número de grupos formados, é importante ter uma boa distribuição dos acessos dentro de cada grupo.

Esse tipo de análise com as variáveis multicategóricas é bastante utilizada, por demonstrar existência de variabilidade e por poder ser utilizado com diferentes culturas e diferentes números de acessos. Como em 16 acessos de milho (Coimbra et al., 2010), 14 acessos de melão (Neitzke et al., 2009), 6 acessos de coqueiro-anão (Sobral et al., 2012) e 26 e 17 acessos de pimenta (Monteiro et al., 2010; Neitzke et al., 2010). Entretanto, vale ressaltar, inexistem trabalhos desta natureza com capim-elefante.

Tabela 5- Análise de agrupamento pelo método de otimização de Tocher obtido com base na distância média Euclidiana, de 85 genótipos de capim-elefante, em Campos dos Goytacazes - RJ, 2012/2013

Grupo	Genótipos																																	
1	23	75	74	83	60	59	68	76	33	78	43	77	64	22	53	54	69	79	70	16	66	2	73	15	32	29	58	67	7	35	26	30	31	34
2	3	36	10	19	24	17	21	20	11	13	65	14	4	1	5	71	12	8	6	62	9													
3	48	49	40	44	55	82	37	51	47	38																								
4	25	39	27	46	45	81	72																											
5	84	85	56	42	63	57																												
6	61	80																																
7	18	50																																
8	41																																	
9	28																																	
10	52																																	

A interpretação do dendrograma é subjetiva e pode gerar dificuldade na tomada de decisão quanto ao ponto de corte e conseqüentemente, ao número de grupos gerados, podendo gerar diferentes padrões de agrupamento, Por isso recomenda-se o estabelecimento de um exame visual de pontos onde ocorram mudanças drásticas de níveis, possibilitando a visualização dos grupos (Arriel et al., 2006; Cruz e Carneiro, 2006).

Sendo assim, por meio do método UPGMA (Figura 2), considerando-se o corte no eixo y a 70% de distância relativa entre os acessos, pode-se inferir que existe divergência genética entre os 85 acessos estudados, devido à formação de 10 grupos distintos. O maior grupo formado, da esquerda para direita, foi o grupo 1, com 33 acessos, representando 38,82% dos acessos, seguido pelo grupo 4, com 21 acessos (24,71%). Foram formados dois grupos com apenas um acesso, o acesso 61 (IJ 7127 cv EMPASC 309) e o 18 (Cubano Pinda). Vale ressaltar, que os acessos 23 e 75 se mostraram iguais para todos os caracteres multicategóricos, avaliados.

No grupo 1 do dendrograma, foram agrupadas todas as plantas consideradas super precoces e totalmente floridas no final do período reprodutivo, tanto no corte 1 quanto no corte 2, exceto pelo genótipo IJ 7141 cv EMPASC 306 (64), que foi considerado parcialmente florido no corte 1, e tardio nos cortes 1 e 2. Em relação a forma da touceira, o grupo 1 variou entre semi-aberto e ereto e na cor geral das plantas da parcela agrupou genótipos verde claro e verde escuro, entretanto, em relação a pilosidade e angulação das folhas, teve grande variabilidade, apresentando todas as variedades.

O grupo 2 no dendrograma apresentou apenas o genótipo IJ 7127 cv EMPASC 309 (61), considerado super-precoces, totalmente florido no final do período reprodutivo e com folhas prostradas. O grupo 3 reuniu plantas que se mostraram totalmente floridas no final do período reprodutivo, com angulação das folhas e forma da touceira, na maioria, ereta.

No segundo maior grupo, 4 do dendrograma (Figura 2), os acessos agrupados, foram todos precoces e se mostraram totalmente floridos no final do período reprodutivo. Apresentando a coloração geral das plantas da parcela variando entre verde claro e verde escuro, touceira aberta ou semi-aberta e a folha ereta ou semi-ereta. Os genótipos do grupo 5, todos apresentaram folhas eretas, e totalmente floridas no final do período de reprodução, variando a

pilosidade entre glabra (sem pelos) nos genótipos Mole de Volta Grande (28) e Duro de Volta Grande (34), e pouco pilosa nos demais.

O grupo 6 foi composto por acessos com número de dias para aparição de 10% de folha bandeira médio e totalmente floridas no final do período reprodutivo. A angulação da folha encontrada nesse grupo é ereta e semi-ereta e os pelos na bainha foliar, a maioria no grupo é pouco pilosa. O grupo 7, foi caracterizado por todos os genótipos serem verde claro, com lâmina de angulação ereta, precoce e totalmente florida no final do período reprodutivo.

Acessos com folhas eretas, touceira aberta, coloração verde claro, pouco pilosa e de número médio de dias para surgimento de 10% de folha bandeira, foram agrupados no grupo 8, Já no grupo 9, se encontram acessos tardios, com a coloração da parcela verde claro, e a forma da touceira variando entre aberto e semi aberto. O grupo 10 foi formado por apenas um acesso, o Cubano Pinda (18), que apresentou ângulo foliar ereto, e aparecimento de 10% da folha bandeira tardio.

O agrupamento UPGMA é considerado o mais simples para construção de árvores filogenéticas, sendo utilizado com frequência no estudo da variabilidade de germoplasma de diversas culturas (Campos et al., 2010; Scheffer-Basso et al., 2012; Sobral et al., 2012), sendo eficiente tanto para variáveis contínuas (Coimbra et al. 2010), quanto para as multicategóricas (Bento et al., 2007; Büttow et al., 2010).

A eficiência da utilização das variáveis multicategóricas na discriminação de genótipos tem sido demonstrada em alguns trabalhos, como Sudré et al. (2006), que avaliaram a divergência genética entre acessos de *Capsicum* ssP. e Campos et al. (2010), avaliaram a diversidade genética entre acessos de mandioca e verificaram a eficiência da utilização de variáveis multicategóricas na discriminação dos genótipos, demonstrando o grande potencial de uso na caracterização e no manejo de bancos de germoplasma.

O uso das variáveis multicategóricas se mostrou eficiente para demonstrar a variabilidade genética e também foi de fácil uso por ser de fácil observação, prática, econômica, requerer menos mão de obra e demandar menor de tempo, comparada a dados quantitativos, sendo sua utilização ideal em bancos e coleções que não dispõem de muitos recursos humanos e financeiros. Entretanto, vale ressaltar que cada método tem sua importância

singular, sendo preferível que uma coleção seja amplamente estudada para que possa dar maior suporte aos programas de melhoramento (Sudré et al., 2006; Bento et al., 2007; Neitzke et al., 2009). Devido a isso, vários trabalhos ao realizarem a diversidade por meio de variáveis qualitativas, também analisam quantitativamente (Bento et al., 2007; Neitzke et al., 2009; Campos et al., 2010; da Silva et al., 2013), assim como neste trabalho.

Na comparação entre o dendrograma com a otimização de Tocher das variáveis multicategóricas, nota-se que existe similaridade no número de grupos formados, entretanto, no método Tocher três grupos exibiram um único acesso na sua composição, enquanto que no dendrograma, dois grupos foram identificados com um acesso. É interessante analisar, de todos os acessos que fazem parte do grupo 1 no dendrograma, apenas um não foi representado no grupo 1 da otimização de Tocher, o genótipo 13 AD IRI (80), pertenceu ao grupo 6 na otimização de Tocher. De todos os genótipos do grupo 4 no dendrograma, apenas 4 acessos não pertenceu ao grupo 2 na otimização, o 71(07 AD IRI), 45 (Gramafante), 62 (IJ 7136 cv EMPASC 307) e o 36 (Turrialba), demonstrando que houve uma certa similaridade entre as duas análises.

As discordâncias que houveram, podem ser explicadas pelo fato, de que métodos diferentes utilizam procedimentos distintos para a formação dos grupos, ou seja, cada método utiliza cálculos diferentes para verificar a distância genética (Neitzke et al., 2009; Büttow et al., 2010), sendo assim, é normal que na maioria dos trabalhos que fazem a comparação entre esses dois métodos, achem um resultado parcialmente concordante (Neitzke et al., 2009; Büttow et al., 2010; Campos et al., 2010). Outro fato a ser comentado, é que o UPGMA apresentou distribuição espacial mais detalhada, possibilitando visualizar as distâncias dentro de um determinado grupo, complementando o Tocher, o qual já forneceu os grupos distintos (Campos et al., 2010).

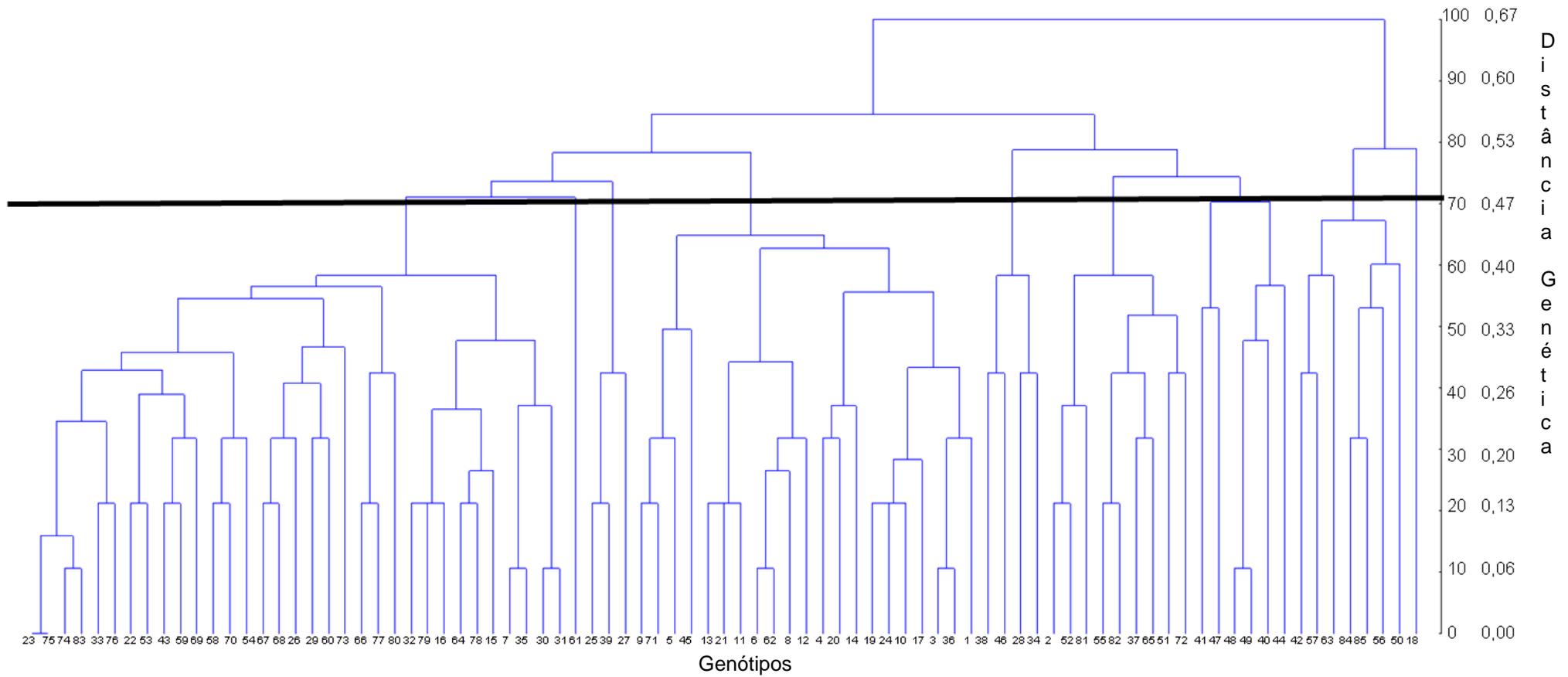


Figura 2 - Dendrograma da dissimilaridade com base na matriz de dissimilaridade dos caracteres multicategóricos obtida pelo método UPGMA, de 85 genótipos de capim-elefante, em Campos dos Goytacazes - RJ, 2012/2013

3.3 Correlação entre variáveis contínuas discretas e variáveis multicategóricas

A estimação do coeficiente de correlação de Mantel, entre as matrizes de dissimilaridade obtidas com base nas variáveis contínuas e multicategóricas, auxiliam estabelecer a discordância dos agrupamentos realizados para cada conjunto de características, sejam elas quantitativas ou multicategóricas (Da Silva et al., 2013). A estimativa da correlação foi de alta magnitude (0,41) e significativa a 1%, evidenciando que a diversidade a partir de um conjunto de dados, pode ser extrapolada para outro conjunto de dados de natureza diferente (da Silva et al., 2013). Corroborando com esse resultado, Gonçalves et al. (2008), encontraram valor semelhante de magnitude, 0,40, em tomate, explicando que as técnicas utilizadas abordaram regiões diferentes no genoma.

Vale ressaltar, que a correlação inferior a 0,10 sugere que a diversidade genética obtida com base nos caracteres quantitativos não explica a diversidade dos caracteres multicategóricos (da Silva et al., 2013), que foi o caso apresentado por da Silva et al. (2013), que apresentou 0,02 e não significativo em café, e Quintal et al. (2012), que embora a magnitude tenha sido de 0,25, não foi significativo para mamão.

Na comparação de matrizes quantitativa com multicategórica, na otimização de Tocher das variáveis contínuas, com a otimização de Tocher das variáveis multicategóricas, pode-se notar, que a primeira demonstrou melhor a variabilidade do banco de germoplasma, visto que, apresentou a formação de mais grupos do que a segunda, dividindo mais os acessos de acordo com sua diversidade genética.

E ainda, que os agrupamentos em Tocher não demonstram um padrão, ou seja, os genótipos agrupados quantitativamente em um mesmo grupo apresentam-se de forma dispersa, compondo diferentes grupos, quando associados por caracteres multicategóricos, e os genótipos que ficaram isolados, formando grupos únicos, se encontram formando grupos de similaridade com outros genótipos.

Da Silva et al. (2013), Neitzke et al. (2010) e Leão et al. (2011) também encontraram número diferente de grupos e distribuição diferenciada dos acessos nos grupos, ao compararem o agrupamento formado por

características quantitativas e multicategóricas com 88 acessos de *Coffea* ssP., 17 acessos de pimenta e 136 de uva, respectivamente. Devido a isso, Coimbra et al. (2010), expuseram que essas informações sobre similaridade devem ser utilizadas de forma conjunta. Corroborando com essa afirmação, da Silva et al., (2013), obtiveram baixa divergência genética entre os acessos, quando as características quantitativas e multicategóricas são consideradas isoladamente.

Em relação ao dendrograma, o das variáveis contínuas e o das variáveis discretas, apresentou número de grupos semelhante, ou seja, tanto os descritores quantitativos, quanto os multicategóricos, no UPGMA, mostraram grande diversidade genética existente no banco de germoplasma. Entretanto, os genótipos que formaram grupo na análise quantitativa, na qualitativa, foram reunidos com outros genótipos, ou seja, os genótipos que formaram grupos nas variáveis contínuas, não foram os mesmos que formaram grupos nas variáveis discretas. Corroborando com Gonçalves et al.(2008), em que o mesmo número de grupos foi formado, contudo, houve grande diferença na distribuição dos acessos nos grupos.

A maioria dos trabalhos demonstra, que pelo agrupamento UPGMA, as variáveis qualitativas apresentam uma maior eficiência na disjunção dos genótipos, ou seja, formam mais grupos de dissimilaridade, entretanto, isso pode ter ocorrido, porque a maioria dos descritores utilizados foram qualitativos (Monteiro et al., 2010; Moura et al., 2010; Nietzsche et al., 2010). Sendo assim, existe a necessidade de utilizar descritores qualitativos no estudo da divergência genética, pois estes são de grande relevância para programas de melhoramento (Moura et al., 2010).

A análise conjunta dos dados quantitativos e qualitativos pode fornecer uma melhor compreensão da diversidade genética do banco, ou seja, uma caracterização mais completa dos genótipos e dos padrões da diversidade genética servindo de suporte para trabalhos de melhoramento mais eficientes e facilitando o estudo da diversidade (Gonçalves et al., 2008; Campos et al., 2010; Moura et al., 2010). Sendo assim, a análise conjunta dos dados quantitativos e multicategóricos permite uma interpretação fidedigna da dissimilaridade genética e permite o melhor direcionamento em cruzamentos de capim-elefante em programas de melhoramento (Nietzke et al., 2010).

4. CONCLUSÃO

Existe dissimilaridade genética entre os acessos de *P. purpureum* estudados, evidenciada mediante a análise de caracteres quantitativos e qualitativos, e esta pode ser explorada para compor blocos de cruzamentos em programas de melhoramento genético com objetivos de desenvolver diversos tipos de genótipos, tanto voltado para produção de biomassa, quanto para forragem.

A análise dos dados quantitativos separou mais os acessos, com a formação de maior número de grupos do que na análise dos qualitativos, Entretanto, não se deve excluir a análise qualitativa, pois por meio dela também foi possível agrupar os genótipos. Ao comparar todos os agrupamentos, não foi possível observar um padrão de agrupamento.

A caracterização baseada em descritores quantitativos e a caracterização baseada em descritores qualitativos fornecem dados que possibilitam uma melhor interpretação da dissimilaridade genética e permite o melhor direcionamento dos cruzamentos de capim-elefanta em programas de melhoramento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arriel, N. H. C., Di Mauro, A. O., Di Mauro, S. M. Z., Bakkes, A. O., Unêda-Trevisol, S. H., Costa, M. M., Capeloto, A., Corrado, A. R. (2006) Técnicas multivariadas na determinação da diversidade genética em gergelim usando marcadores RAPD. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41:801-809.

Bento, C. S., Sudre, C. P., Rodrigues, R., Riva, E. M., Pereira, M. G. (2007) Descritores qualitativos e multicategóricos na estimativa da variabilidade fenotípica entre acessos de pimentas. *Scientia Agricola*, 8: 149-156.

Buttow, M. V., Barbieri, R. L., Neitzke, R. S., Heiden, G., Carvalho F. F. I. (2010) Genetic diversity in peppers and sweet peppers of Embrapa Clima Temperado genebank. *Ciencia Rural*, 40(6): 1264-1269.

Campos, A. L., Zacarias, A. J., Costa, D. L., Neves, L. G., Barelli, M. A. A., Sobrinho, S. P., Luz, P. B. (2010) Avaliação de acessos de mandioca do banco de germoplasma da UNEMAT Cáceres – Mato Grosso. *Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas*, 4(2).

Carvalho, M. M., Freitas, V. P., Xavier, D. F. (2002) Início de florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento natural. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37(5): 717-722.

Cavalcante, M., Lira, M. A. (2010) Variabilidade genética em *Pennisetum purpureum* Schumacher. *Revista Caatinga*, 23 (2): 153-163.

Coelho, C. M. M., Coimbra, J. L. M., Souza, C. A., Bogo, A., Guidolin, A. F. (2007) Diversidade genética em acessos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciência Rural*, 37(5): 1241-1247.

Coimbra, R. R., Miranda, G. V., Cruz, C. D., de Melo, A. V., Eckert, F. R. (2010) Characterization and genetic divergence of corn populations rescued from the region southeastern of Minas Gerais. *Revista Ciencia Agronomica*, 41(1): 159-166.

Cruz, C. D., Regazzi, A. J. (2001) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*, 2, Ed, Viçosa: UFV, 390 p.

Cruz, C. D., Carneiro, P. C. S., Regazzi, A. J. (2003) *Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético*, Viçosa- UFV, 2: 585.

Cruz, C. D., Carneiro, P. C. S. (2006), *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*, Viçosa- UFV, 2 ed, 585 p.

Cruz, C. D. (2013) GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum, Agronomy*, 35(3): 271-276.

Daher, R. F., de Moraes, C. F., Cruz, C. D., Pereira, A. V., Xavier, D. F. (1997) Selection of discriminant morphological traits in elephantgrass (*Pennisetum purpureum* Schum.). *Revista Da Sociedade Brasileira De Zootecnia-Journal of the Brazilian Society of Animal Science*, 26(2): 247-254.

da Silva, F. L., Ferreira Baffa, D. C., Baiao de Oliveira, A. C., Pereira, A. A., Bonomo, V. S. (2013) Integration of quantitative and multicategorical data in determining the genetic divergence among accessions of coffee trees. *Bragantia*, 72(3): 224-229.

da 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. *Rev. Bras. Zootec.*, 38(8): 1451-1459.

de Mello, A. C. L., Lira, M. A., Dubeux Junior., J. C. B., Santos, M. V. F., Freitas, E. V. (2002) Caracterização e seleção de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) na Zona da Mata de Pernambuco. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31:30-42.

de Oliveira, M. S. P., Ferreira, D. F., dos Santos, J. B. (2006) Descriptors selection for euterpe palm germplasm characterization to fruits production. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 41(7): 1133-1140.

Derez, F., Coser, A. C., Martins, C. E. (2006) Formação e utilização de pastagem de capim-elefante. *Embrapa- Juiz de Fora, MG*.

de Souza Leao, P. C., Cruz, C. D., Motoike, S. Y. (2011) Genetic diversity of table grape based on morphoagronomic traits. *Scientia Agricola*, 68(1): 42-49.

Franco, M. C., Cassini, S. T. A., Oliveira, V. R., Tsai, S. M. (2001) Characterization of the genetic diversity of common beans by RAPD markers. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 36(2): 381-385.

Goncalves, L. S. A., Rodrigues, R., Amaral Junior, A. T., Karasawa, M., Sudre, C. P. (2008) Comparison of multivariate statistical algorithms to cluster tomato heirloom accessions. *Genetics and Molecular Research*, 7(4): 1289-1297.

Köppen, W. (1948) *Climatologia: con um estúdio de los climas de La Tierra*, México: Fondo de Cultura Economica, 479 p.

Lima, E. S., Silva, J. F. C., Vasquez, H. M., Andrade, E. N., Deminicis, B. B., Morais, J. P. G., Costa, D. P. G., Araújo, S. A.C., (2010) Características agronomicas e nutritivas das principais cultivares de capi-elefante do Brasil. *Veterinária e Zootecnia*, 17(3): 324-334.

Monteiro, E. R., Bastos, E. M., de Almeida Lopes, A. C., Ferreira G. R. L., Rodrigues N. J. A. (2010) Genetic diversity among accessions of cultivated peppers species. *Ciencia Rural*, 40(2): 288-293.

Morais, R. F., Soares, L. H. B., Jantalia, C. P., Alves, B. J. R., Boddey, R. M., Urquiaga, S. (2009) Potencial produtivo e eficiencia na fixação biológica de nitrogenio em diferentes genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) para uso como fonte alternativa de energia. *Embrapa- Agrobiologia*.

Moura, M. C. C. L., Gonçalves, L. S. A., Sudré, C. P., Rodrigues, R., Amaral Junior., T. A., Pereira, T. N. S. (2010) Algoritmo de Gower na estimativa da divergência genética em germoplasma de pimenta. *Horticultura Brasileira*, 28(2): 155-161.

Nass, L. L. e Paterniani, E. (2000) Pre-breeding: a link between genetic resources and maize breeding. *Scientia Agricola*, 57 (3): 581-587.

Neitzke, R. S., Barbieri, R. L., Heiden, G., Büttow, M. V., Oliveira, C. S., Corrêa, L. B., Schwengber, J. E., Carvalho, F. I. F. (2009) Caracterização morfológica e dissimilaridade genética entre variedades crioulas de melão. *Horticultura Brasileira*, 27(4): 534-538.

Neitzke, R. S., Barbieri, R. L., Rodrigues, W. F., Corrêa, I. V., Carvalho, F. I. F. (2010) Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental. *Horticultura Brasileira*, 28: 47-53.

Quesada, D. M., Frade, C., Resende, A., Polidoro J. C., Reis, V. M., Boddey, R., Alves, B. J. R., Urquiaga, S., Xavier, D. (2003) A fixação biológica de nitrogênio como suporte para produção de energia renovável. *Encontro de Energia e Meio Rural*, 2000, Campinas, v,3.

Quesada, M. D., Boddey, R. M., Reis, V. M., Urquiaga, S. (2004) Parâmetros qualitativos de genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) estudados para produção de energia através da biomassa. *Circular Técnica*, Seropédica, 8.

Quintal, S. S. R., Viana, A. P., Azeredo G. L. S., Pereira, M. G., Amaral Junior, A. T. (2012) Genetic divergence among papaya accessions by morphoagronomic traits. *Semina-Ciencias Agrarias*, 33(1): 131-142.

Rocha, M. C., Azeredo, G. L. S., Correa, F. M., Rodrigues, R., Silva, S. L., de Souza Abboud, A. C., Ferreira do Carmo, M. G. (2009) Quantitative descriptors on determining genetic divergence among cherry tomatoes accessions. *Ciencia Rural*, 39(3): 664-670.

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, 2 ed, Anais, Piracicaba: FEALQ:203-224.

Rossi, D. A. (2010) Avaliação morfoagronômica e da qualidade da biomassa de acessos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) para fins energéticos no norte fluminense. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)- Campos dos Goytacazes- RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense- UENF, 66 p.

Santos, C. A. F., Meneses, E. A., Dearaujo, F. P. (1994) GENETIC-DIVERGENCE IN GENOTYPES OF PIGEON PEA. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 29(11): 1723-1726.

Scheffer-Basso, S. M., Orsato, J., Moro, G. V., Albuquerque, A. C. S. (2012) Divergência genética em germoplasma de aveias silvestres com base em caracteres multicategóricos e quantitativos. *Revista Ceres*, 59(5): 654-667.

Schneider, L. S. A. (2013) Avaliação morfoagronômica, adaptabilidade e estabilidade da produção forrageira de capim-elefante. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)- Campos dos Goytacazes- RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense- UENF, 84 p.

Scott, A. J. A. e Knott, M. (1974) Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, 30:507-512.

Shimoya, A., Cruz, C. D., Ferreira, R. D., Vander P. A., Carneiro, P. C. S. (2002) Genetic divergence among accessions of a germplasm bank of elephantgrass. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37(7): 971-980.

SINGH, D. (1981) The relative importance of characters affecting genetic divergence. *The Indian Journal of Genetic and Plant Breeding*, 41: 237-245.

Sobral, K. M. B., Ramos, S. R. R., Gonçalves, L. S. A., Junior, A. T. A., Aragão, W. M. (2012) Variabilidade genética entre acessos de coqueiro-anão utilizando técnicas de análise multivariada. *Magistra*, 24(4): 348-459.

Sudré, C. P., Cruz, C. D., Rodrigues, R., Riva, E. M., Amaral Junior., T. A., Silva, D. J. H., Pereira, T. N. S. (2006) Variáveis multicategóricas na determinação da divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão. *Horticultura Brasileira*, 24(1): 88-93.

Valle, C. B., Jank, L., Resende, R. M. S. (2009) O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil, *Revista Ceres*, 56(4): 460-472.

Vieira, E. A., Fialho, J. F., Faleiro, F. G., Maria, W., Fukuda, G., Junqueira, N. T. V. (2005) Variabilidade genética para caracteres morfológicos entre acessos do banco de germoplasma de mandioca da Embrapa Cerrados. *XI Congresso Brasileiro de Mandioca*, Planaltina, DF.

Vieira, E. A., Fialho, J. F., Silva, M. S., Faleiro, F. G. (2007) Variabilidade genética do banco ativo de germoplasma de mandioca do Cerrado acessada por descritores morfológicos. *Embrapa-Cerrados*, Planaltina, DF.

Zanetti, J. B. (2010) *Identificação de genótipos de capim-elefante (Pennisetum purpureum Schumach.) de alta produção de biomassa com qualidade para fins energéticos*. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Seropédica- RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro- UFRRJ, 84 p.

