

**ANÁLISE DE ESTABILIDADE DA PRODUÇÃO FORRAGEIRA DE  
GENÓTIPOS DE CAPIM-ELEFANTE AVALIADOS EM CAMPOS DOS  
GOYTACAZES – RJ**

**RAQUEL CABRAL VIANA DA CUNHA**

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

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
FEVEREIRO – 2012**

**ANÁLISE DE ESTABILIDADE DA PRODUÇÃO FORRAGEIRA DE  
GENÓTIPOS DE CAPIM-ELEFANTE AVALIADOS EM CAMPOS DOS  
GOYTACAZES – RJ**

**RAQUEL CABRAL VIANA DA CUNHA**

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

Orientador: Prof. Rogério Figueiredo Daher

CAMPOS DOS GOYTACAZES  
FEVEREIRO – 2012

## FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCTA / UENF** 039/2012

Cunha, Raquel Cabral Viana da

Análise de estabilidade da produção forrageira de genótipos de capim-elefante avaliados em Campos dos Goytacazes - RJ / Raquel Cabral Viana da Cunha. – 2012.

61 f.

Orientador: Rogério Figueiredo Daher

Dissertação (Mestrado - Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2012.

Bibliografia: f. 42 – 50.

1. Estabilidade 2. Capim-elefante 3. Correlação de spearman 4. Melhoramento genético vegetal 5. Interação GxA I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD – 633.2

ANÁLISE DE ESTABILIDADE DA PRODUÇÃO FORRAGEIRA DE  
GENÓTIPOS DE CAPIM-ELEFANTE AVALIADOS EM CAMPOS DOS  
GOYTACAZES – RJ

**RAQUEL CABRAL VIANA DA CUNHA**

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

Aprovada em 29 de fevereiro de 2012.

Comissão examinadora:

---

Dr. Francisco José da Silva Léo – EMBRAPA Gado de Leite

---

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

---

Liliam Silvia Candido (Pós Doc., Genética e Melhoramento) – UENF

---

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

*Dedico a todos que estiveram comigo nesta “longa” jornada para obtenção deste título. Em especial à minha mãe Maria Catarina e ao meu pai Aldo; à minha Vidinha Mel e ao meu amor e companheiro de sempre, Vinicius.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela força e paciência concedidas nas horas mais precisas;

Aos meus pais pela compreensão e pelo fato de estarem perto de mim e a todos os meus familiares;

Ao meu amor Vinicius, por tudo;

Ao meu orientador, Rogério Figueiredo Daher por ser tranquilo, paciente e por ter me aceitado como sua aluna;

Ao Cláudio e ao LZNA pela confiança depositada ao realizar as atividades de laboratório;

Aos amigos Eduardo, Ana Cláudia, Tati, Roberta, que me ajudaram de alguma forma, e aos colegas de trabalho que ajudaram nas atividades de campo;

Ao amigo goiano Janeo, por estar sempre disposto a me ajudar, nas dúvidas, nas dificuldades, no desespero! Muito obrigada;

A FAPERJ e ao CNPq pelo financiamento ao desenvolvimento deste trabalho;

A UENF pela concessão da bolsa, pela estrutura para realização do estudo; e a todos que me ajudaram de maneira direta e indireta.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>viii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1. O capim-elefante.....	4
2.2. Estabilidade e Adaptabilidade.....	7
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>11</b>
3.1. Localização e características da região.....	11
3.2. Condições experimentais.....	12
3.3. Características avaliadas.....	15
3.4. Análises estatísticas.....	16
3.4.1. Análise de variância individual.....	16
3.4.2. Análise de variância conjunta.....	17
3.4.3. Método de Yates e Cochran (1938).....	18
3.4.4. Método de Plaisted e Peterson (1959).....	18
3.4.5. Método de Wrickie (1965).....	19
3.4.6. Método de Lin e Bins (1988).....	20
3.4.7. Método de Annicchiarico (1992).....	20
3.4.8. Método de Kang e Phan (1991).....	21
3.4.8. Comparação entre os métodos.....	22

<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>23</b>
4.1. Análise de variância individual.....	23
4.2. Análise de variância conjunta.....	26
4.3. Análise das estimativas de estabilidade e adaptabilidade.....	27
4.3.1. Método de Yates e Cochran (1938).....	27
4.3.2. Método de Plaisted e Peterson (1959).....	28
4.3.3. Método de Wrickie (1965).....	28
4.3.4. Método de Lin e Bins (1988).....	30
4.3.5. Método de Annicchiarico (1992).....	30
4.3.6. Método de Kang e Phan (1991).....	33
4.3.7. Comparação entre os métodos.....	35
<b>5. RESUMO E CONCLUSÕES.....</b>	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>38</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>47</b>

## RESUMO

CUNHA, R. C. V. da.; M.Sc. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Fevereiro de 2012. Análise de estabilidade da produção forrageira de acessos de capim-elefante avaliados em Campos dos Goytacazes. Orientador: Professor Rogério Figueiredo Daher.

O capim-elefante apresenta elevado potencial produtivo e qualidade, sendo considerado uma das forrageiras tropicais mais importantes. O seu uso eficiente como base da alimentação animal representa uma das formas mais garantidas de se elevar a produtividade, reduzindo assim, os custos de produção. O objetivo do presente trabalho é avaliar estabilidade de produção forrageira de 53 genótipos de capim-elefante, nas condições edafoclimáticas de Campos dos Goytacazes. O experimento foi realizado durante dois anos, em um total de dez cortes, com delineamento experimental em blocos casualizados, com duas repetições. A análise de variância individual foi realizada em cada corte para as características: Produção de matéria seca (PMS), porcentagem de matéria seca (%MS), altura da planta (ALT), número de perfilhos por metro (NPPM) e diâmetro médio de colmo (DM). A análise de variância conjunta foi aplicada aos dados de PMS. Uma vez observadas diferenças significativas para efeito de genótipos, ambientes e interação genótipo por ambiente, foram empregados métodos fundamentados em estatísticas paramétricas e não paramétricas conforme metodologias de: Yates e Cochran (1938), Plaisted & Peterson (1959) e ecovalência de Wrickie (1965), Kang e Phan (1991), Lin e Bins (1988) e Annicchiarico (1992). O método Yates e

Cochran apresentou genótipos mais estáveis sendo menos produtivos. Plaisted e Peterson (1959) e ecovalência de Wrickie (1965) apresentaram correlação de spearman igual a 1, não sendo recomendado a aplicação dos mesmos concomitantemente. Lin e Bins (1988) apresentou correlação altamente negativa com a média, sendo um método que indica o genótipo estável e também muito produtivo. Este método se correlaciona com o Annicchiarico (1992), que também indica através de seu índice de confiança que genótipos vão produzir bem. Os genótipos mais estáveis dentre as metodologias avaliadas foram: Pusa Napier nº 2, Taiwan A-143 e Merckeron Comum.

Palavras-chave: estabilidade, capim-elefante, correlação de spearman, melhoramento genético, interação GxA.

## ABSTRACT

CUNHA, R. C. V. da.; M.Sc. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. February , 2012. Analysis of stability of forage production of elephant grass genotypes evaluated in Campos. Advisor: Professor Rogério Figueiredo Daher.

Elephant grass has high yield potential and quality is considered one of the most important tropical forage. Its use as a basis for efficient feed, represents one of the most guaranteed process to increase productivity, thus reducing production costs. The objective of this study is to evaluate stability of forage production of 53 elephant grass genotypes, in the environmental conditions of Campos dos Goytacazes. The experiment lasted two years, a total of ten cuts with randomized block experimental design with two replications. The analysis of variance was performed on each individual court to the features: Dry matter production (DMP), percentage of dry matter (%DM), plant height (ALT), number of tillers per meter (NPPM) and mean diameter (DM). The analysis of variance was applied to data from DMP. Since significant differences in effect of genotypes, environments and genotype by environment, were used statistical methods based on parametric and nonparametric methods as Yates and Cochran (1938), Plaisted & Peterson (1959) and the ecovalence Wruckie (1965), Kang and Phan (1991) and Lin & Bins (1988) and Annicchiarico (1992). The Yates and Cochran (1938) method showed more stable genotypes but being less productive. Plaisted & Peterson (1959) and ecovalence Wruckie (1965) methods presented a spearman correlation equal to 1, so it is not recommended to implement them concurrently. Lin & Bins (1988)

showed a strong negative correlation with the average being a method that indicates the genotype also very stable and productive. This method correlates with Annicchiarico (1992), which also indicates genotypes by its index of confidence that will produce well. The genotypes most stable among the methods were: Pusa Napier 2, Taiwan A-143 and Merckeron Comun.

Keywords: Stability, elephant grass, Spearman correlation, breeding, GxE.

## 1. INTRODUÇÃO

A produção mundial de leite de vaca foi de 578,5 milhões de toneladas em 2008, registrando crescimento anual médio de 1,4% entre 1992 e 2008 (FAO, 2010). A pecuária de leite tem passado por transformações importantes em todo o mundo (Carvalho et al., 2010). Com uma produção chegando a ultrapassar 27 bilhões de litros por ano nos últimos anos, a pecuária leiteira brasileira vem apresentando crescimento constante no volume de leite produzido. No ano de 2008, foram produzidos 27,579 bilhões de litros de leite, apontando um aumento de 5,5% sobre o volume registrado em 2007. Em termos mundiais, o Brasil é o quarto maior produtor, ficando atrás da Índia, China e Rússia (IBGE, 2009).

Historicamente, a pecuária leiteira no Brasil foi caracterizada pela baixa produtividade dos fatores de produção – terra, mão de obra e capital. Essa característica, somada à alta sazonalidade da oferta e à falta de qualidade do leite *in natura*, colocava o país no rol dos atrasados em produção leiteira. A grande mudança começou a acontecer em 1997, quando as grandes indústrias de laticínios passaram a incentivar o processo de resfriamento do leite na propriedade e o seu transporte a granel. Verifica-se uma tendência de se intensificar os sistemas de produção de leite tradicionais, visando, principalmente, alcançar melhores índices de produtividade por animal e por área, uma vez que os custos de produção desempenham papel fundamental e, se desfavoráveis, podem limitar a economicidade do sistema (Neto e Gomes, 2005).

A bovinocultura é uma atividade frequente nas propriedades do Norte Fluminense, tendo assim grande importância na economia e sustentabilidade dos municípios na região. Em Campos dos Goytacazes, cerca de 40% das propriedades rurais têm a pecuária como sua principal atividade (Ponciano et al., 2002). Como na maioria do território nacional, o sistema extensivo é predominante para criação de bovinos na região Norte Fluminense, sendo as forrageiras as principais fontes de alimento.

O uso eficiente de forrageiras e pastagens como base da alimentação animal representa uma das formas mais garantidas de se elevar a produtividade, reduzindo, assim, os custos de produção. Considerando que o custo de implantação e de manutenção de uma capineira de capim-elefante independem da cultivar utilizada no plantio, a seleção de clones de maior produtividade e melhor valor nutritivo tornará mais econômica a atividade de exploração de gado de leite, proporcionando maior margem de lucro para o produtor.

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) está entre as forrageiras mais utilizadas nos sistemas intensivos de produção animal, o que faz dele uma das mais importantes forrageiras do mundo (Schank, 1999). Pelo seu elevado potencial produtivo, capacidade de suporte e qualidade nutritiva, tem sido considerado uma das forrageiras tropicais mais promissoras para utilização em sistemas de intensificação da produção de leite a pasto (Pereira, 1992). Com isso ao longo dos anos, o capim-elefante vem despertando grande interesse em relação a outras gramíneas tropicais, em pesquisadores e produtores motivados por suas características.

O capim-elefante contribui para o aumento da produção de leite (Deresz, 1999) e de carne, apesar de existir poucas cultivares melhoradas disponíveis, especialmente para uso sob pastejo rotativo (Pereira et al. 2001). Cultivares melhoradas é uma necessidade comum a produtores de leite de todo o país, e a procura por novas cultivares forrageiras adaptadas aos diferentes ecossistemas é intensa.

A seleção de novos genótipos de capim-elefante mais adaptados às condições edafoclimáticas do Norte Fluminense pode provocar uma elevação na oferta de forragem, principalmente na época da seca, minorando, conseqüentemente, os efeitos da estacionalidade sobre a produção.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade da produção forrageira de 53 genótipos de capim-elefante, nos sucessivos cortes realizados ao longo do tempo nas condições edafoclimáticas de Campos dos Goytacazes–RJ.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. O capim-elefante

O capim-elefante (*Pennisetum. purpureum* Schum) pertence à família Poaceae, subfamília Panicoideae, tribo Paniceae, ao gênero *Pennisetum* e seção Penicillaria. A tribo Paniceae reúne os mais importantes gêneros de plantas forrageiras tropicais, como *Brachiaria*, *Panicum*, *Melinis*, *Setaria*, *Axonopus* e *Acroceras* (Brunken, 1977).

A África tropical tem sido apontada como o centro de origem e diversidade do capim-elefante onde ocorre naturalmente em vários países, desde Guiné, no oeste, até Moçambique e Quênia, no leste africano (Brunken, 1977) em latitudes de 10° Norte a 20° Sul. Tem um bom desenvolvimento em altitudes variando do nível do mar até 2.200m, apresentando temperaturas médias de 18°C a 30°C e precipitações de 800 a 4.000 mm anuais (Carvalho, 1985; Jaques, 1994). Esta espécie foi identificada no início do século XX pelo Coronel Napier (Bennet, 1976).

A introdução do capim-elefante nas Américas se deu inicialmente nos Estados Unidos pelo Departamento de Agricultura, em 1913 (Jauhar, 1981). No início da sua utilização, a susceptibilidade a helmintosporiose (*Bipolaris incurvata*), bem como estandes inadequados e baixas produções, fizeram com que os produtores perdessem o interesse em cultivá-lo. Posteriormente, o desenvolvimento de um manejo adequado e de cultivares resistentes a

helminthosporiose propiciou sua adoção definitiva pelos produtores (Burton, 1944). Logo em seguida houve uma expansão pela América Central e América do Sul.

No Brasil foram relatadas duas introduções, uma no Rio Grande do Sul, com estacas trazidas dos Estados Unidos, em 1920, e outra oriunda de Cuba, introduzida no estado de São Paulo em 1921 (Farias, 1994) de onde foi difundido rapidamente por todo o país (Veiga et al. 1985). No início de sua utilização, existia praticamente duas cultivares com características bem definidas, 'Napier' e 'Merker'. Com o decorrer do tempo, surgiram novos genótipos, seja por meio de introdução ou pelo desenvolvimento destes pela pesquisa, no aproveitamento da variabilidade decorrente do processo sexual. Segundo Araújo (1935), a Estação de Agrostologia de São Paulo denominou os primeiros genótipos introduzidos no Brasil de variedades A e B, sendo a primeira mais tenra e produtiva. A variedade "A" referia-se à cultivar Napier e a "B", à cultivar Merker (Otero, 1961). De acordo com o último autor, a cultivar Napier além de mais produtiva também era mais palatável para os ruminantes e apresentava maior altura, colmos mais grossos e folhas mais longas e largas, porém, era mais susceptível a helminthosporiose do que a Merker.

Segundo Correa (1926), as principais características morfológicas e fenológicas do capim-elefante são: ciclo perene, porte ereto, hábito de crescimento cespitoso, altura variando entre 3,5 e 6,0 m, raízes grossas e rizomatosas, colmos cilíndricos, glabros, cheios, com entrenós de 15 a 20 cm e diâmetro de até 2,5 cm. As folhas atingem até 1,25 m de comprimento por 4,0 cm de largura; nervura central larga e de cor mais clara; disposição alternada, bainha lanosa, fina, estriada; lígula curta e ciliada. Apresenta inflorescência em ráculos espiciformes, cilíndrico-oblongos, de 10 a 20 cm; espiguetas com pedicelo persistente, aladas e verticiladas, uma a três flores, sendo apenas uma hermafrodita; a primeira gluma é mais curta que a espiguetas, podendo ser diminuta e até mesmo ausente. A segunda gluma é mais curta ou igual à lema fértil, incluindo a pálea; fruto cariopse, oblongo, livre entre a lema e a pálea, que são duras.

O capim-elefante, pelo seu elevado potencial produtivo, capacidade de suporte e qualidade nutritiva, tem sido considerado uma das forrageiras tropicais mais promissoras para utilização em sistemas de intensificação da produção de leite a pasto (Pereira, 1992). Entretanto, a maioria das cultivares disponíveis foi

selecionada para corte (capineira) e sua utilização no sistema de pastejo exige intenso manejo da pastagem, refletindo no custo de produção. Além de práticas de manejo, torna-se necessário o desenvolvimento de cultivares específicas para pastejo rotativo do capim-elefante.

Muitas pesquisas têm sido conduzidas em vários estados do Brasil, visando identificar cultivares de capim-elefante mais produtivas e mais adaptadas a diferentes condições edafoclimáticas das regiões brasileiras.

Na região Sudeste, Mozzer et al. (1970), avaliando o potencial forrageiro de 12 cultivares de capim-elefante, em solos de cerrado em Sete Lagoas, MG, concluíram que a cultivar Mineiro foi a mais produtiva (7.233 kg de matéria seca/ha/corte). Comparando 25 cultivares de capim-elefante em São Paulo Alcantara et al. (1980) observaram o maior rendimento forrageiro da Taiwan A-144 (51.890 kg de matéria seca/ha/ano). Em Minas Gerais, Botrel et al. (2000) ao avaliar o potencial forrageiro de 20 clones de capim-elefante, obtiveram produções médias em torno de 30 toneladas de matéria seca/ha/ano. Verificaram produtividade de 43.195, 31.222 e 25.910 kg/ha/ano para as cultivares Pioneiro, Cameroon e Taiwan A-146, respectivamente.

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

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

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

Abreu e Cortes (1995), avaliaram na região Centro-oeste, doze cultivares de capim-elefante em solo de cerrado em Lucas do Rio Verde-MT e constataram que a cultivar Mineiro obteve o maior rendimento forrageiro na época seca (2.200 de matéria seca/ha/corte), sendo que as cultivares Napier e Cana da África apresentaram menor produtividade.

Na região do norte fluminense, Daher et al. (2000) selecionaram quatro clones: Pioneiro, CNPGL 91F027.5, CNPGL 91F025.3, CNPGL 91F06.3 em Campos dos Goytacazes, todos apresentando elevada produtividade de matéria seca por corte. Lima (2007) avaliou durante 9 meses, 12 genótipos de Capim-elefante no Norte Fluminense, sendo que estes variaram de 7,3 a 14,5 t de matéria seca/ha/corte. Segundo. Lista (2008) em seu estudo na região de Campos dos Goytacazes, ao avaliar o potencial de 10 genótipos e duas cultivares de capim-elefante sob irrigação encontrou uma média de aproximadamente 15 t/ha de matéria seca nas idades de corte avaliadas (28, 42, 56, 70 dias).

### **2.3. Adaptabilidade e Estabilidade**

Em experimentos em que são realizados cortes sucessivos e avaliações periódicas de cultivares ao longo do tempo, torna-se possível estimar parâmetros importantes, como a estabilidade (previsibilidade do genótipo em responder à melhoria do ambiente), indispensável para orientar os trabalhos de melhoramento (Cruz & Regazzi, 1997). Entre as alternativas para minimizar a influência da interação genótipo/ambiente está a escolha de cultivares com ampla adaptação e boa estabilidade.

A adaptabilidade pode ser definida como a capacidade de um genótipo responder ao estímulo ambiental. Já a estabilidade é a constância de desempenho através dos ambientes, e pode ser também expressa como a menor variação média nos ambientes considerados. A estabilidade é uma função da previsibilidade da resposta de um genótipo. De acordo com Vencovsky e Barriga (1992), alguns autores preferem utilizar o termo estabilidade para se referir ao comportamento de cultivares ao longo de diferentes anos, em um dado local (estabilidade temporal). Esta seria a estabilidade que mais interessa ao produtor. Quando os ambientes são constituídos de diferentes locais, em um dado ano, prefere-se usar o termo adaptabilidade (estabilidade geográfica).

Conforme Becker (1981) existem dois tipos de estabilidade, denominadas de estabilidade no sentido biológico e no sentido agrônomo. A estabilidade no sentido biológico refere-se à ausência da variação dos genótipos diante das oscilações ambientais, esta pode ser medida pela variância ou pelo coeficiente de variação, quanto menor o valor maior é a estabilidade. A estabilidade no sentido

agronômico refere-se ao desempenho paralelo do genótipo na variação do ambiente, ou seja, com a melhoria do ambiente, o genótipo melhora seu desempenho concomitantemente.

Segundo Cruz e Regazzi (1997) existem várias metodologias para análise de adaptabilidade e estabilidade. Essas metodologias têm como base a existência de interações  $G \times A$  significativas e distinguem dos conceitos de estabilidade adotados e de certos princípios estáticos empregados. Esses autores consideram que alguns métodos são alternativos enquanto outros são complementares e a adoção de um método em detrimento de outro deve estar relacionado com o número de ambientes envolvidos, precisão requerida e o tipo de informação desejada.

A análise biométrica da estabilidade no sentido biológico é relatada por Cruz et al (2004). Esses autores a denominam como método tradicional (Yates e Cochran, 1938). O uso desta técnica não tem sido recomendado, pois geralmente genótipos com esse tipo de estabilidade não são produtivos (Cruz e Regazzi 1997; Ramalho et al. 1993). Essa afirmação foi ratificada no trabalho de Miranda et al. (1997).

Plaisted & Peterson (1959) propuseram uma metodologia baseada na decomposição da estimativa da interação  $G \times A$ . Essa metodologia admite que os genótipos que mais contribuem para a interação  $G \times A$  são aqueles que apresentam adaptações específicas aos ambientes favoráveis ou desfavoráveis.

Wricke (1965) sugeriu um parâmetro para estudar a estabilidade chamado de "ecoalência". A estimação desse parâmetro é baseada na decomposição da soma de quadrados da interação  $G \times A$  nas partes devidas a genótipos isolados (Cruz e Carneiro 2006). Segundo Borém e Miranda (2009), essa técnica é de fácil aplicação e entendimento, com isso ela teve grande popularidade entre os melhoristas europeus.

Os genótipos que menos contribuem para interação  $G \times A$  são os mais estáveis pelos métodos de Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965). No estudo dos comportamentos dos genótipos em mais de um ambiente, se a média de um determinado genótipo não variar na mesma magnitude das médias ambientais, este genótipo será considerado menos estável por contribuir para o aumento da interação  $G \times A$ , e com isso genótipos que possuem estabilidade no sentido biológico geralmente não são estáveis pelos métodos propostos por Plaisted e

Peterson (1959) e Wricke (1965) (Cruz e Regazzi, 1997 e Ramalho et al. 1993). Entretanto, Silva e Duarte (2006) observaram resultados iguais na ordenação de genótipos por essas duas metodologias quanto à estabilidade.

Annicchiarico (1992) propôs a análise da estabilidade por um índice de confiança de um determinado genótipo apresentar comportamento relativamente superior. Essa análise pode ser desdobrada em ambientes favoráveis e desfavoráveis (Cruz e Carneiro 2006). Essa análise foi utilizada por Machado et al. (2003) e Mora et al. (2007) em estudos de adaptabilidade e estabilidade do algodoeiro, sendo que os primeiros autores analisaram características tecnológicas de fibras e os últimos a produtividade.

Lin e Binns (1988) desenvolveram uma técnica que estima a estabilidade pelo quadrado médio da distância entre a média do genótipo e a maior média naquele ambiente. Carneiro (1998) propôs algumas técnicas de estimação de estabilidade a partir da metodologia de Lin e Binns (1988), dentre as propostas existe a preconização de desdobrar em grupos de ambientes (favoráveis e desfavoráveis), ponderar pelo coeficiente de variação e utilizar um índice que sume todas as variáveis em um único valor. Léo et al. (2005) avaliando estabilidade e adaptabilidade em cultivares de alfafa em Minas Gerais, constataram que as cultivares que apresentaram as maiores produções de matéria seca, foram as de maior adaptabilidade e estabilidade pelo método de Lin & Binns. As ponderações de Kang e Phan (1991) foram usadas para selecionar genótipos que simultaneamente têm alta produtividade e estabilidade.

Existem vários estudos de adaptabilidade e estabilidade com diversas espécies. Vários trabalhos estão no âmbito comparativo das análises. Cargnelutti Filho et al. (2007) compararam as técnicas Yates e Cochran (1948), Plaisted e Peterson (1959), Wricke (1965), Annicchiarico (1992), Eberhart e Russell (1966), Tai (1971) e Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998), para verificar as concordâncias e/ou discordâncias entre as estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, obtidas pelos diferentes métodos. Segundo os autores cultivares indicadas pelo método Yates & Cochran, estão associadas à maior estabilidade, menor produtividade e mais indicadas a ambientes desfavoráveis. Cultivares com alta produtividade e associadas à alta instabilidade e adaptadas a ambientes favoráveis são as mais indicadas pelos métodos de Lin & Bins modificado por Carneiro e Annicchiarico.

Silva e Duarte (2006) fizeram uma comparação de várias metodologias em estudo de adaptabilidade e estabilidade em soja em Goiás. Nesse trabalho concluiu-se que o uso concomitante dos métodos Plaisted & Peterson e Wricke foi contraindicado. A mesma conclusão é atribuída aos métodos Annicchiarico e Lin & Binns, também fortemente associados, o que implica em classificações fenotípicas muito semelhantes. O uso de um deles, entretanto, é recomendado.

Outras comparações entre os métodos de adaptabilidade e estabilidade podem ser encontradas em Miranda et al. (1997); Mauro et al. (2000); Scapim et al. (2000); Mekbib (2003); Mohammadi e Amri (2008); Pelúzio et al (2008); Silva Filho et al. (2008); Oliveira et al. (2010); Scapim et al. (2010); Vilela et al. (2011).

A adaptabilidade e estabilidade em Capim-elefante foi verificada por Xavier et al. (1998), que avaliaram a estabilidade da produção de forragem de 49 cultivares de capim-elefante em solo com baixa disponibilidade de nitrogênio, utilizando a metodologia de Eberhart e Russell (1966) na área experimental da EMBRAPA/ Gado de leite, em Coronel Pacheco, MG.

Daher et al. (2003), obtiveram estimativas de parâmetros de estabilidade da produção forrageira de 14 clones de capim-elefante em um total de 12 cortes, utilizando a metodologia de Eberhart e Russell (1966), Lin e Bins (1988), Plaisted e Peterson (1959), Kang e Phan (1991) associado ao método Plaisted e Peterson (1959), nas condições edafoclimáticas do norte do Estado do Rio de Janeiro, apresentando como resultados o clone CNPGL 91 F11-2 e a cultivar Pioneiro que se revelaram materiais superiores em produtividade e estabilidade em relação aos demais.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Localização e características climáticas da região**

O experimento foi instalado no Centro Estadual de Pesquisas em Agroenergia e Aproveitamento de Resíduos, na cidade Campos dos Goytacazes, em área da Unidade de Apoio à Pesquisa do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA/UENF), situada a 13 metros de altitude, com  $-21^{\circ} 45' 15''$  de latitude e  $41^{\circ} 19' 28''$  de longitude. Em uma área de topografia suave, em solo classificado como Argissolo, distrófico.

Segundo o sistema de classificação de Köppen (1948), citado por Ometto (1981), 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 1100 mm. Os dados de precipitação pluviométrica mensal, verificados durante o período experimental foram obtidos na Estação Evapotranspirométrica – setor de Irrigação e Agrometeorologia da UENF/PESAGRO (Campos dos Goytacazes – RJ), e estão indicados na Tabela 01.

Tabela 01. Precipitação pluviométrica registrada em Campos dos Goytacazes, RJ, no período experimental (Dezembro de 2008 a Dezembro de 2010).

Período	Precipitação (mm)
Dezembro	372,7
Janeiro	142,7
Fevereiro	63,2
Março	106,4
Abril	88,5
Maio	22,1
Junho	36,7
Julho	31,2
Agosto	14,9
Setembro	28
Outubro	0
Novembro	65
Dezembro	144,6
Janeiro	0
Fevereiro	54,5
Março	116,9
Abril	61,5
Maio	25,9
Junho	24,5
Julho	57,5
Agosto	2,3
Setembro	7,5
Outubro	87,8
Novembro	88,8
Dezembro	69,8
Total	1554,4

### 3.2. Condições experimentais

O experimento foi composto por cinquenta e três genótipos de capim-elefante (tratamentos), provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de Capim-Elefante (BAGCE) da Embrapa Gado de Leite (Tabela 02). O plantio foi realizado em 25 de abril de 2008 após o preparo do solo com aração, gradagem e aberturas de linhas espaçadas em 50 cm, por meio de plantas inteiras dispostas pé com ponta em sulcos com 10 cm de profundidade, acompanhado de 100 kg de

$P_2O_5$  incorporado no fundo do sulco. Após 50 dias do plantio, complementou a adubação com cobertura de 25 kg/ha de N.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com duas repetições, perfazendo um total de 106 parcelas. A parcela experimental foi composta por duas linhas de três metros espaçadas de 0,5 metros entre linhas e 3 metros entre parcelas, sendo consideradas úteis apenas 1,5 m de uma das linhas, totalizando 2,625 m<sup>2</sup>, desprezando-se as extremidades de cada linha.

Após a fase de estabelecimento, em 3 de outubro de 2008, todos os genótipos foram cortados rente ao solo (corte de uniformização), Após cada corte foi efetuado adubação em cobertura com 60 kg/ha de  $K_2O$  e 50 kg/ha de N, dando início à fase de coleta de dados.

A realização dos dez cortes ocorreu nas seguintes datas: 5/12/08; 04/02/09, 14/04/09, 18/07/09, 15/10/09, 15/12/09; 08/03/10, 12/05/10, 17/09/10, 03/12/10.

Tabela 02. Identificação dos genótipos de capim-elefante avaliados em Campos dos Goytacazes, RJ.

Ident UENF	Nome comum	Procedência
1	Elefante da Colômbia	Colômbia
2	Mercker	IPEACO – Água Limpa - MG
3	Três Rios	Nova Odessa - SP
4	Napier Volta Grande	UFRRJ – Km 47
5	Mercker Santa Rita	UFRRJ – Km 47
6	Pusa Napier nº 2	Índia
7	Gigante de Pinda	Pindamonhangaba – SP
8	Napier Goiano	Goiás
9	Mercker S.E.A.	UFRRJ – Km 47
10	Taiwan A-148	UFRRJ – Km 47
11	Porto Rico 534-B	UFV – Viçosa – MG
12	Taiwan A-25	UFRRJ – Km 47
13	Albano	Colômbia
14	Híbrido Gigante da Colômbia	Colômbia
15	Pusa Gigante Napier	Índia
16	Elefante Híbrido 534-A	UFV – Viçosa - MG
17	Costa Rica	Turrialba
18	Cubano de Pinda	UFRRJ – Km 47
19	Merckeron de Pinda	UFRRJ – Km 47
20	Merckeron Pinda México	UFRRJ – Km 47
21	Mercker 86 México	Colômbia
22	Taiwan A-144	UFRRJ – Km 47
23	Napier S.E.A.	UFRRJ – Km 47
24	Taiwan A-143	UFRRJ – Km 47
25	Pusa Napier nº 1	UFRRJ – Km 47
26	Elefante de Pinda	Colômbia
27	Mineiro	UFV – Viçosa – MG
28	Mole de Volta Grande	Volta Grande - SP
29	Porto Rico	CAMIG
30	Napier	Pedro Leopoldo - MG
31	Merckeron Comum	Pindamonhangada – SP
32	Terezópolis	UFRRJ – Km 47
33	Taiwan A-26	UFRRJ – Km 47
34	Duro de Volta Grande	UFRRJ – Km 47
35	Mercker Comum de Pinda	UFRRJ – Km 47
36	Turrialba	UFRRJ – Km 47
37	Taiwan A-146	UFRRJ – Km 47
38	Cameroon - Piracicaba	UFRRJ – Km 47
39	Taiwan A-121	UFRRJ – Km 47
40	Vrukwna	Piracicaba - SP
41	T241-Piracicaba	CNPGL
42	IAC - Campinas	UFRRJ – Km 47
43	Elefante Cachoeiro de Itapemirim	UFRRJ – Km 47
44	Capim-Cana D'África	EMCAPA - ES
45	Gramafante	-
46	Roxo	ESAL – Lavras - MG
47	Guaçu/IZ.2	Nova Odessa – SP
48	Cuba-116	Embrapa Gado de Leite
49	King Grass	Embrapa Gado de Leite
50	Vruckwna Africano	Embrapa Gado de Leite
51	Cameroon	Embrapa Gado de Leite
52	IJ 7141 cv EMPASC 306	Embrapa Gado de Leite
53	Pasto Panamá	Embrapa Gado de Leite

### 3.3. Características avaliadas

- a) Produção de matéria seca (PMS)** – Foi realizada a pesagem de plantas que estavam em 1,5 m da parcela logo após o corte. Para a obtenção da massa seca foi retirada uma amostra da parcela ao acaso. Esta foi devidamente picada e acondicionada em saco de papel identificado, pesado e colocado em estufa a 65 °C por 72 horas. Em seguida as amostras foram novamente pesadas para obtenção da amostra seca ao ar (ASA), de acordo com a metodologia descrita por Silva e Queiróz (2002). A percentagem de matéria seca (%MS) obtida de amostragem destas plantas teve o valor obtido em kg/m<sup>2</sup> e convertido para t/ha.
- b) Percentagem de matéria seca (%MS)** – estimada em amostras de plantas inteiras extraídas dentre as plantas cortadas da área útil, pesadas e submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 65 °C por 72 horas e pesadas novamente para a obtenção da percentagem de matéria seca da planta integral. A matéria seca da ASA foi corrigida em estufa a 105°C, segundo Silva e Queiróz (2002).
- c) Altura de planta (ALT)** - Expressa em m, medida com régua graduada em cm, tomada com base na altura média das plantas na parcela, momentos antes do corte de avaliação.
- d) Diâmetro médio do colmo (DM)** - Expresso em cm, tomando uma média de três plantas. As medidas do diâmetro do colmo foram realizadas a cerca de 10 cm do nível do solo através do uso de paquímetro digital, momentos antes do corte de avaliação.
- e) Número de perfilhos (NPPM)** - Obtido pela contagem do número de perfilhos que foi realizada em 1,5 m linear de uma das linhas da parcela.

### 3.4. Análise estatística

#### 3.4.1. Análise de variância individual

A análise estatística foi realizada utilizando-se o programa GENES (Cruz, 2006). As características avaliadas foram utilizadas em análise de variância individual, conforme o delineamento em blocos casualizados, com duas repetições, de acordo com o seguinte modelo estatístico (Hallauer e Miranda Filho, 1981):

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

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

$\mu$  = média geral;

$G_i$  = efeito do i-ésimo genótipo;

$B_j$  = efeito do j-ésimo bloco; e

$\varepsilon_{ij}$  = erro experimental.

considerando-se como fixos todos os efeitos, exceto bloco e erro experimental (modelo fixo).

Tabela 03. Esquema da análise de variância, com as respectivas esperanças de quadrados médios

F.V.	G.L.	Q.M.	E(QM)	F
Blocos	(r - 1)	QMB	$\sigma^2 + g \sigma_B^2$	
Genótipos	(g - 1)	QMG	$\sigma^2 + r \sigma_G^2$	QMG/QMR
Resíduo	(r - 1) (g - 1)	QMR	$\sigma^2$	

$$\frac{\sum_{i=1}^g G_i^2}{g - 1}$$

### 3.4.2 Análise de variância conjunta

Para análise de variância conjunta foi utilizado o modelo fixo, ou seja, apenas o efeito de bloco e o erro foram considerados aleatórios. O modelo estatístico é o de parcelas subdivididas (Steel et al, 1997), conforme descrito a seguir:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + B_j + \varepsilon_a + C_k + \varepsilon_b + GC_{ik} + \varepsilon_c$$

em que:

$Y_{ijk}$  = valor observado relativo ao i-ésimo genótipo no j-ésimo bloco, no k-ésimo corte;

$\mu$  = média geral do ensaio;

$G_i$  = efeito fixo do i-ésimo genótipo;

$B_j$  = efeito do j-ésimo bloco;

$\varepsilon_a$  = efeito do erro a associado ao i-ésimo genótipo no j-ésimo bloco;

$C_k$  = efeito aleatório do k-ésimo corte;

$\varepsilon_b$  = efeito do erro b associado ao j-ésimo bloco no k-ésimo corte;

$GC_{ik}$  = efeito da interação do i-ésimo genótipo com o k-ésimo corte;

$\varepsilon_c$  = efeito do erro c associado ao i-ésimo genótipo no j-ésimo bloco, no k-ésimo corte;

$$\varepsilon_a, \varepsilon_b \text{ e } \varepsilon_c \sim \text{NID}(0, \sigma_{\varepsilon_{a,b,c}}^2).$$

Tabela 04. Esquema da análise de variância, com as respectivas esperanças de quadrados médios

FV	GL	QM	E(QM)	F
Bloco	(r-1)	QMB	$\sigma^2 + g\sigma_b^2 + c\sigma_a^2 + gc\sigma_r^2$	-
Genótipo	(g-1)	QMG	$\sigma^2 + c\sigma_a^2 + rc\Phi_g$	QMG / QMRA
Erro A	(r-1)(g-1)	QMRA	$\sigma^2 + c\sigma_a^2$	
Corte	(c-1)	QMC	$\sigma^2 + g\sigma_b^2 + rg\Phi_c$	QMC / QMRB
Erro B	(c-1)(r-1)	QMRB	$\sigma^2 + g\sigma_b^2$	
Gen x Corte	(g-1)(c-1)	QMGC	$\sigma^2 + r\Phi_{GC}$	QMGC / QMRC
Erro C	(g-1)(c-1)(r-1)	QMRC	$\sigma^2$	

### 3.4.3 Método de Yates e Cochran (1938) ou tradicional

Consiste em se fazer uma análise conjunta de experimentos, ou seja, analisar os diversos genótipos nos vários ambientes e, posteriormente, fazer-se a decomposição da soma de quadrados devida aos ambientes adicionada à soma de quadrados devida à interação genótipos x ambientes em efeitos de ambientes dentro de cada genótipo. A variação de ambientes dentro de cada genótipo é usada como estimativa da estabilidade, de modo que o genótipo que apresentar menor quadrado médio, ou seja, menor variância, será considerado o mais estável (MORA, 1986).

Seu estimador de estabilidade é:

$$\frac{\sum_{j=1}^a \bar{y}_{ij}^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^a \bar{y}_{ij})^2}{ra}$$

Em que:

$\bar{y}_{ij}$  é a média do genótipo  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, g$ ) no ambiente  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, a$ ); e  $r$  é o número de repetições associado ao genótipo.

A variação de ambientes dentro de cada genótipo é usada como estimativa da estabilidade, de modo que o genótipo que apresentar menor quadrado médio, ou seja, menor variância, será considerado o mais estável (MORA, 1986).

### 3.4.4. Método de Plaisted e Peterson (1959)

O parâmetro de estabilidade ( $\theta_i$ ) é definido como a média aritmética dos componentes de variância da interação entre pares de genótipos por ambientes ( $\sigma_{ga}^2$ ), que envolvem um genótipo particular.

Sua estimativa foi obtida pela expressão:

$$\theta_i = \frac{\sum_{i' \neq i} \bar{\sigma}_{ga_{ii'}}^2}{g-1} \quad \text{com } i' \neq i$$

sendo:

$\hat{\sigma}_{(G \times A)}^2 = \frac{SQ(G_{ii'} \times A) - QMR}{r}$ , é o componente da interação GxA, estimado pela ANOVA, a partir da análise conjunta de todos os ambientes, para um par de genótipos.

Em que:

$$SQ(G_{ii'} \times A) = r/2 [ d_{ii'}^2 - 1/a ( Y_i - Y_i')^2 ] ; e$$

$$d_{ii'}^2 = \sum_j (Y_{ij} - Y_{i'j})^2 \quad (\text{para } j = 1, 2, \dots, a)$$

Este método quantifica a contribuição relativa de cada genótipo para a interação genótipos x ambientes e identifica aqueles de maior estabilidade. O genótipo com menor percentual de  $\theta_i$  é considerado o mais estável.

A contribuição relativa de cada genótipo é calculada por:

$$\theta_i (\%) = \frac{\theta_i \times 100}{g\sigma_{ga}^2}$$

### 3.4.5. Método de Wricke (1965)

A estatística de estabilidade do método de Wricke é denominada “ecoalência” e é estimada decompondo a soma de quadrados da interação genótipos por ambiente nas partes devidas a genótipos isolados. O parâmetro de estabilidade de Wricke ( ) determina como estabilidade máxima genótipos com = 0. É obtida por:

— — — —

Em que:

— : média do genótipo i no ambiente j;

— : média do genótipo i;

— : média do ambiente j; e

— : média geral

### 3.4.6 Método de Lin e Bins (1988)

Nesta metodologia o desempenho dos acessos é quantificado pelo índice de estabilidade  $P_i$ . A seguinte fórmula define tal medida de superioridade:

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^n (X_{ij} - M_j)^2}{2n}$$

Em que:

$P_i$  = índice de superioridade do i-ésimo genótipo;

$X_{ij}$  = produtividade do i-ésimo genótipo no j-ésimo local;

$M_j$  = resposta máxima obtida entre todos os genótipos no j-ésimo local; e

$n$  = número de locais.

A seguir, procedeu-se à decomposição da expressão para a obtenção do desvio genético e devido à interação. O desvio genético foi quantificado por:

O desvio da interação foi obtido pela expressão:

$$\sum_{j=1}^n \frac{(Y_{ij} - \bar{Y}_i - M_j + \bar{M})^2}{2n}$$

Em que:

$$Y_i = \frac{\sum_{j=1}^n Y_{ij}}{n} \quad \text{é a média do genótipo } i; \text{ e}$$

$$M = \frac{\sum_{j=1}^n M_j}{n} \quad \text{é a média dos genótipos com resposta máxima.}$$

### 3.4.7 Método Annicchiarico (1992)

O parâmetro de estabilidade ou índice de risco (I) proposto por Annicchiarico (1992) é estimado por:

Onde:

: desvio padrão da variável ;

: percentual da distribuição normal padronizada, no qual a função acumulada atinge valor de  $1-\alpha$ . Não está claro qual a probabilidade utilizada, porém vários autores utilizam  $\alpha=0,25$  (Cruz e Carneiro 2006). Nesse sentido esta será a significância adotada. Com isso .

Este índice pode ser considerando todos os ambientes ou desdobrado em ambientes desfavoráveis e favoráveis utilizando os respectivos estimadores de média relativa:

Sendo:

Com este método assim como com anterior, é possível também estimar a adaptabilidade.

### 3.4.8 Kang e Phan (1991)

As ponderações de Kang e Phan (1991) foram usadas para selecionar genótipos que simultaneamente têm alta produtividade e estabilidade.

Por esta metodologia, procedeu-se ao ranqueamento dos genótipos, em ordem crescente, com base nos estimadores das metodologias de Yates e Cochran (1938) –  $QM_{(AVGi)}$ ; de Plaisted & Peterson (1959) -  $\theta_i$ ; e de Wrickie (1962) - . A seguir, ranquearam-se os genótipos em ordem decrescente, com base nas estimativas das médias de produção. Os valores dos ranqueamentos de cada genótipo foram, então, somados, obtendo-se a soma das classificações, que se constitui no estimador de Kang (1988). Por conseguinte, os genótipos com

menores valores da soma de `ranks` foram descritos como os mais estáveis e produtivos.

#### **3.4.9 Comparação entre os métodos**

Para a comparação entre os métodos foi realizada a correlação classificatória de Spearman (Steel, e Torrie 1960). Para essa análise todas as estatísticas foram classificadas de acordo com a ordem decrescente.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Análise de variância individual**

As análises de variância têm grande importância, pois possibilitam avaliar a magnitude da variabilidade genética entre os genótipos estudados, a precisão relativa do experimento e as discrepâncias entre as variâncias residuais obtidas. (Cruz e Regazzi, 2001). Os valores dos quadrados médios, das médias e dos coeficientes de variação experimental obtidos através da análise de variância individual, envolvendo os genótipos de capim-elefante avaliados em Campos dos Goytacazes, nos dez cortes são apresentados na Tabela 05.

Tabela 05 - Quadrado médio, média e coeficientes de variação ambiental das características, produção de matéria seca (PMS); porcentagem de matéria seca (%MS); número de perfilhos por metro (NPPM); altura da planta (ALT); e diâmetro médio (DM) avaliados nos dez cortes.

Corte	FV	G.L.	QM				
			PMS	%MS	NPPM	ALT	DM
1	Genótipo	52	12,50ns	2,30ns <sup>1/</sup>	77,35ns	0,0444**	9,1110**
	Resíduo	52	15,21	3,30	66,03	0,0174	2,0772
	Média		9,32	0,21	28,04	2,12	15,88
	CVe(%)		41,86	27,81	28,98	6,23	9,08
2	Genótipo	52	4,16*	0,78ns <sup>1/</sup>	239,65**	0,0375**	7,4114**
	Resíduo	52	2,464	0,70	103,08	0,0082	1,4866
	Média		7,13	0,21	39,38	1,89	14,27
	CVe(%)		22,00	12,69	25,78	4,78	8,55
3	Genótipo	52	9,59*	2,19ns <sup>1/</sup>	269,58**	0,0312**	5,5983**
	Resíduo	52	5,19	1,90	120,78	0,0148	1,8099
	Média		9,15	0,23	39,91	1,98	13,35
	CVe(%)		24,91	19,20	27,54	6,14	10,08
4	Genótipo	52	9,27*	1,52* <sup>1/</sup>	370,57**	0,0733**	8,5799**
	Resíduo	52	4,98	0,90	173,56	0,0181	1,5796
	Média		7,34	0,25	46,76	1,59	10,85
	CVe(%)		30,43	11,62	28,18	8,48	11,59
5	Genótipo	52	3,56*	0,70ns <sup>1/</sup>	215,33*	0,0628**	6,5394**
	Resíduo	52	1,935	0,50	124,03	0,0277	2,9769
	Média		4,95	0,20	39,66	1,53	13,42
	CVe(%)		28,08	11,27	28,08	10,86	12,86
6	Genótipo	52	1,96***	0,62** <sup>1/</sup>	178,37**	0,0437**	9,5187**
	Resíduo	52	1,36	0,10	5,08	0,0010	3,0503
	Média		5,30	0,15	36,90	1,73	14,68
	CVe(%)		22,04	6,40	6,11	1,82	11,89
7	Genótipo	52	2,80*	1,11** <sup>1/</sup>	104,32**	0,0759**	5,0574**
	Resíduo	52	1,706	0,50	45,78	0,0292	1,8835
	Média		4,18	0,21	27,65	1,52	12,64
	CVe(%)		31,26	10,63	24,47	11,19	10,86
8	Genótipo	52	2,13*	3,35** <sup>1/</sup>	205,24**	0,0469**	11,7593***
	Resíduo	52	1,334	0,80	77,34	0,0213	7,8089
	Média		5,65	0,25	39,20	1,99	11,87
	CVe(%)		20,46	10,78	22,43	7,34	23,55
9	Genótipo	52	3,07*	2,98** <sup>1/</sup>	283,61**	0,0355**	6,1634**
	Resíduo	52	1,901	0,70	92,44	0,0147	1,9543
	Média		5,34	0,31	44,05	1,62	10,29
	CVe(%)		25,8	8,77	21,83	7,47	13,59
10	Genótipo	52	6,26*	1,86** <sup>1/</sup>	158,30**	0,0286*	9,0116**
	Resíduo	52	3,313	0,30	68,04	0,0166	3,6817
	Média		7,00	0,19	37,81	1,85	16,36
	CVe(%)		25,99	9,12	21,82	6,95	11,73

\*\*\*, \*\* e \* significativos a 10, 1 e 5 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F e ns, não-significativo, pelo teste F;

<sup>1/</sup>Valores de quadrado médio multiplicados por 10<sup>3</sup>.

Para a variável PMS, foram observadas diferenças significativas pelo teste F ( $P < 0,05$ ) para a maioria dos cortes, exceto o primeiro e o sexto corte, que foram não significativo e significativo a 9,5%, respectivamente. A média de produção de matéria seca variou de 4,18 a 9,32 t/ha, referente ao sétimo e primeiro corte, respectivamente (Tabela 1).

Na análise da variável %MS, não foi encontrada diferença significativa do primeiro ao quinto corte, exceto para o quarto corte que apresentou significância de 5 %, pelo teste F. Enquanto do sexto ao décimo corte verificou-se significância pelo teste F ( $P < 0,01$ ). A média da %MS variou de 0,15 a 0,31, no sexto e nono corte, respectivamente (Tabela 1).

Todos os cortes, com exceção do primeiro corte, foi significativo pelo teste F, para a variável NPPM, os valores médios variaram de 27,65 a 46,76 NPPM, no sétimo e quarto corte, respectivamente.

Para a variável ALT, todos os cortes apresentaram diferenças significativas pelo teste F ( $P < 0,01$ ) e o décimo corte ( $P < 0,05$ ). Os valores médios 1,52 a 2,12 metros de altura, no sétimo e primeiro corte, respectivamente.

Para a variável DM, houve diferença significativa pelo teste F para todos os cortes, sendo valores da média do DM, variando de 10,29 a 16,36 milímetros, no nono e décimo corte, respectivamente.

Produções médias em torno de 30 toneladas de matéria seca/hectare/ano foram obtidas por Botrel et al. (2000) ao avaliarem o potencial forrageiro de 20 clones de capim-elefante.

Segundo Lista (2008) em seu estudo na região de Campos, ao avaliar o potencial de 10 genótipos e duas cultivares de Capim-elefante sob irrigação encontrou uma média de aproximadamente 15 toneladas de matéria seca/ha nas idades de corte avaliadas ( 28, 42, 56, 70 dias).

Lima (2007) avaliou durante 9 meses, 12 genótipos de Capim-elefante no Norte Fluminense, sendo que estes variaram de 7,3 a 14,5 toneladas de matéria seca/ha.

## 4.2. Análise de Variância Conjunta

Os valores de quadrados médios de resíduo (QMR) obtidos das análises de variância individuais (por ambiente) de produção de matéria seca (PMS), em kg/ha/corte (tabela 5), resultaram em uma relação entre o maior e menor valor de QMR igual a 11,40, o que indica um elevado grau de heterogeneidade das variâncias nos ambientes avaliados individualmente, impossibilitando assim a inclusão de todos os ambientes na análise de variância conjunta. Considerando como aceitável a proporção 7:1 (Pimentel - Gomes, 2009) procedeu-se ao descarte do primeiro corte, obtendo-se então, a proporção de 3,89 entre o maior e menor valor de QMR para os 9 ambientes (cortes) restantes, indicando relativa homogeneidade de variâncias, permitindo a utilização desses ambientes na análise de variância conjunta (tabela 06).

Tabela 06. Resumo da análise de variância conjunta para as características: produção de matéria seca em tonelada por hectare (PMS); porcentagem de matéria seca (%MS); número de perfilhos por metro (NPPM); altura (ALT); e diâmetro médio (DM).

FV	GL	QM				
		PMS	%MS (x10 <sup>3</sup> )	ALT	NPPM	DM
Bloco	1	31,5176	0,913	169,0172	872,614	23.056.453
Genótipo	52	13,576*	3,8710**	88,8840**	1313,0418**	34.0442**
Erro A	52	7,7487	0,809	33,4326	298,2488	4.207.751
Corte	8	251,4040**	214,8930**	268751,7922**	2939,8900***	388.9220**
Erro B	8	37,3148	15,576	167,5955	1042,989	8.178.607
G x C	416	3,6581**	1,4040**	83,8286**	88,9964**	4.4494**
Erro C	416	2,0555	0,687	32,4121	63,99133	2.753.062
CV erro a(%)		44.702	12,842	31,158	44,242	15,683
CV erro b(%)		98.096	56,334	69,762	82,734	21,865
CV erro c(%)		23.023	11,835	30,679	20,493	12,686

\*\*\*, \*, \*\* e ns: Significativo a 10; 5; 1% e não significativo pelo teste F, respectivamente.

As fontes de variação genótipo, corte e genótipo x corte, apresentaram-se significativas, pelo teste F. A significância da interação sugere o estudo da estabilidade e adaptabilidade, visando à indicação de genótipos com comportamento previsível e que apresentem bom rendimento.

A análise conjunta foi aplicada aos dados de PMS. Uma vez observadas diferenças significativas para efeito de genótipos, corte e interação genótipo por corte, foram empregados métodos fundamentados em estatísticas paramétricas e não paramétricas conforme metodologias de: Yates e Cochran (1938), Plaisted & Peterson (1959) e ecovalência de Wrickie (1965), Kang & Phan (1991), Lin & Bins (1988) e Annicchiarico (1992).

### **4.3 Análise das estimativas de estabilidade e adaptabilidade**

#### **4.3.1 Método Yates & Cochran (1938) ou tradicional**

Dentre os resultados obtidos neste trabalho, verificou-se que os genótipos que apresentaram menor estimativa de quadrado médio, de acordo com a tabela 07, foram, em ordem de melhor resultado: 49, 34, 33, 2, 31, 10, 46, 43, 3, 5, 15, 30, 40, 32, 18, 44, 4, 7, 21 e 24. Considerando o ranking de médias gerais de produtividade, o genótipo 49, que é o mais estável, ocupa uma má posição, sendo o 48º em produtividade dentre 53 posições, estando abaixo da média geral. Dentre os outros genótipos estáveis, 33, 31, 7, 24, ocupam 13º, 5º, 16º, 19º posição no ranking de produtividade, respectivamente.

O 53º do ranking de quadrado médio, ou seja, o menos estável, é o genótipo 17, porém está entre os 10 melhores em desempenho produtivo, ocupando a 9ª posição. Outros autores ao utilizarem esta metodologia de Yates e Cochran (1938), verificaram que os genótipos mais estáveis, se encontravam entre os de menor rendimento dentre os estudados, enquanto os mais produtivos se apresentaram como os mais instáveis (Miranda et al 1997; Oliveira et al 2002; Cargnelutti et al, 2007).

Esse método preconiza a estabilidade no sentido biológico, alguns autores relatam ser desvantajoso o uso dessa metodologia, pois genótipos com esse tipo de estabilidade geralmente não são produtivos (Ramalho et al., 1993; Cruz e Regazzi 1997). Assim, pode-se inferir que, de maneira geral, o método tradicional, indica cultivares de maior estabilidade, porém associadas à menor produtividade.

#### **4.3.2 Método Plaisted e Peterson (1959)**

Pelo método, o genótipo que apresenta menor estimativa  $\% \theta$ , é considerado o mais estável. Conforme resultados apresentados na tabela 08, os 20 genótipos mais estáveis são, em ordem crescente: 18, 2, 46, 32, 52, 6, 42, 5, 14, 11, 48, 40, 8, 49, 26, 4, 10, 9, 31, 24. O genótipo mais estável segundo este método, é o 18. No ranking de produtividade está em 33º, com média abaixo da média geral. Ocupando as posições 18º, 5º, 19º no ranking dos mais produtivos, respectivamente os genótipos, 6, 31 e 24, sendo estes dois últimos em conformidade com os resultados do método Tradicional.

Daher et al (2003), para os genótipos 27 e 37 deste presente trabalho, encontraram uma estimativa de 4,67% e 14,40%, respectivamente. Também concluíram que os genótipos com maior produtividade, se encontraram como de pequena estabilidade.

Observa-se de um modo geral, que a classificação quanto à estabilidade não está altamente relacionada com as piores produções como no método anterior (Yates & Cochran), ocorrendo alternância de genótipos com boas produções e estabilidade, com genótipos de produção baixa e boa estabilidade. Também se identificou genótipos com baixa média de produtividade e estabilidade.

#### **4.3.3 Método Wrickie (1965)**

Este método, assim como o anterior (Plaisted e Peterson), considera o genótipo que apresenta menor estimativa  $w_i$  (%), como o mais estável. De acordo com a tabela de correlação de spearman (tabela 10), observa-se que os métodos de Plaisted & Peterson e Wricke mostraram uma correlação perfeita entre si ( $r=1$ ) e, conseqüentemente, correlações idênticas com os demais métodos, o que evidencia informações de mesma natureza, isto é, redundantes. Portanto, as conclusões obtidas no método anterior são as mesmas para o presente. Essa semelhança decorre do fato de que ambos usam a decomposição da soma de quadrados, da interação GxA, na derivação de seus parâmetros de estabilidade (Cruz & Regazzi, 2001).

Tabela 07. Valores das médias para produção de matéria seca (PMS) e as estimativas dos métodos Tradicional (TR), Plaisted & Peterson (PP) e Wrickie ( $\omega_i$ ), com suas respectivas posições, para os 53 genótipos de capim-elefante.

Genótipo	Média		TR		PP		Wi	
	Estimativa	Posição	QM(a/g)	Posição	$\theta$ (%)	Posição	$\omega_i$ (%)	Posição
1	6,5256	17	15,96	49	3,76	49	3,53	49
2	4,7942	51	2,24	4	0,22	2	0,43	2
3	4,4685	53	3,43	9	1,94	32	1,93	32
4	6,1642	28	4,86	17	0,83	16	0,96	16
5	5,8994	36	3,56	10	0,54	8	0,71	8
6	6,4967	18	6,53	24	0,41	6	0,59	6
7	6,6862	16	4,95	18	2,52	40	2,44	40
8	5,6259	41	5,37	21	0,74	13	0,88	13
9	5,1786	47	8,28	33	0,94	18	1,06	18
10	4,6793	52	2,31	6	0,84	17	0,97	17
11	6,3005	25	5,64	22	0,68	10	0,83	10
12	6,7340	15	8,28	34	3,03	43	2,89	43
13	5,9784	35	11,12	41	1,20	23	1,29	23
14	5,4596	43	8,27	32	0,57	9	0,73	9
15	5,4022	45	3,86	11	1,82	30	1,83	30
16	6,7800	14	8,80	36	1,27	25	1,35	25
17	6,9976	9	27,24	53	7,03	53	6,39	53
18	6,0599	33	4,51	15	0,10	1	0,32	1
19	6,4342	21	13,40	45	3,73	48	3,50	48
20	5,4046	44	15,81	48	3,86	50	3,62	50
21	4,8715	49	5,28	19	1,51	27	1,56	27
22	8,4387	1	10,63	40	3,21	46	3,05	46
23	6,9138	11	15,65	47	3,11	44	2,96	44
24	6,4676	19	5,32	20	1,04	20	1,14	20
25	6,1020	31	15,21	46	3,66	47	3,44	47
26	5,3934	46	9,93	38	0,80	15	0,94	15
27	6,9958	10	6,64	25	2,47	39	2,40	39
28	7,1369	6	9,42	37	1,63	28	1,67	28
29	8,2813	2	12,09	42	1,33	26	1,40	26
30	6,2293	26	4,08	12	2,33	37	2,27	37
31	7,1412	5	2,25	5	0,97	19	1,08	19
32	5,6122	42	4,46	14	0,33	4	0,52	4
33	6,7856	13	2,19	3	2,45	38	2,38	38
34	5,7126	39	1,96	2	1,25	24	1,33	24
35	6,8517	12	7,74	29	1,91	31	1,91	31
36	6,0839	32	24,65	52	5,37	51	4,94	51
37	6,3783	23	6,35	23	1,07	22	1,17	22
38	6,3859	22	18,98	51	6,25	52	5,71	52
39	6,4553	20	17,18	50	3,21	45	3,04	45
40	6,1203	29	4,17	13	0,73	12	0,88	12
41	5,8450	37	8,75	35	2,06	33	2,04	33
42	5,6884	40	7,60	28	0,41	7	0,60	7
43	6,1086	30	3,06	8	2,16	34	2,13	34
44	5,7454	38	4,84	16	1,04	21	1,15	21
45	7,1106	7	12,10	43	2,62	41	2,53	41
46	4,8054	50	2,62	7	0,29	3	0,48	3
47	7,0409	8	10,33	39	2,22	35	2,18	35
48	6,3450	24	6,65	26	0,69	11	0,84	11
49	5,1384	48	1,35	1	0,80	14	0,93	14
50	7,3348	4	12,70	44	2,31	36	2,26	36
51	6,1728	27	7,37	27	2,67	42	2,58	42
52	6,0575	34	7,82	31	0,34	5	0,53	5
53	8,2193	3	7,81	30	1,73	29	1,75	29
Média	6,2272	24 - 25	8,33		1,89		1,89	

#### **4.3.4 Método Lin e Bins (1988)**

A metodologia proposta por Lin & Binns (1988) permite quantificar o quanto a cultivar está próxima do desempenho ideal, referenciada como sendo a de uma cultivar com a maior produção em todos os ambientes estudados.

Quanto menor o valor do Pi para determinado genótipo, evidenciam que o mesmo esteve próximo do máximo nos cortes realizados (Daher, 2003).

Conforme a tabela 08, os 20 genótipos que apresentaram menores valores de Pi em ordem crescente: 29, 22, 53, 50, 31, 28, 47, 45, 27, 23, 16, 17, 35, 6, 7, 33, 24, 48, 37, 12.

#### **4.3.5 Método Annicchiarico (1992)**

Annicchiarico (1992) considera que toda atividade agrícola envolve um risco, e que este pode ser medido e ajudar no poder de decisão sobre o uso de cultivares. Para tal, o autor propôs um método que proporciona medida de estabilidade denominada de índice de confiança (I). Quanto maior for este índice, maior será a confiança na recomendação da cultivar. Na tabela 08 se encontram os resultados obtidos por esta metodologia, que são os genótipos 22, 29, 53, 31, 50, 28, 27, 45, 47, 33, 35, 7, 16, 12, 6, 23, 24. Eles apresentaram o parâmetro de estabilidade acima de 100%, o que representa que na pior das hipóteses eles teriam rendimento desta porcentagem acima de 100, superiores à média ambiental. No total foram 17 genótipos, todos eles estão entre os 20 mais produtivos. A correlação de Spearman (tabela 10), mostra que a relação deste método com a média de produtividade foi de 0,97 significativa a 1%, o que indica uma forte concordância com a média. Quanto mais se produz, maior é o índice de confiança.

Os resultados obtidos pela metodologia de Annicchiarico (1992) foram muito similares aos obtidos pelo modelo de Lin & Binns (1988). A correlação de Spearman entre os índices Pi e Ann foi -0,97 (Tabela 10). Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Mora et al. (2007) e Machado et al. (2003), que também encontraram resultados concordantes pelos dois modelos; os primeiros autores estudaram a estabilidade e adaptabilidade para produtividade de algodão, enquanto os últimos, as características tecnológicas de fibras.

Estes métodos são para seleção de indivíduos adaptados e estáveis, sendo necessário avaliar apenas um índice, com isso é um método de fácil interpretação.

A similaridade entre as metodologias de Lin & Binns (1988) e Annicchiarico (1992) é esperada. Ambas têm por finalidade medir a superioridade dos genótipos: a primeira toma como referência o desempenho dos melhores genótipos em cada ambiente e a segunda a média de cada um dos ambientes.

Tabela 08. Valores das médias para produção de matéria seca por (PMS) e as estimativas dos métodos Lin e Bins (LB) e Annicchiarico (Ann), com suas respectivas posições, para os 53 genótipos de capim-elefante.

Genótipo	Média	Posição	LB	Posição	Ann(%)	Posição
1	6,5256	17	8,75	23	96,39	22
2	4,7942	51	15,61	50	76,11	49
3	4,4685	53	18,50	53	68,4	53
4	6,1642	28	9,20	26	95,36	27
5	5,8994	36	10,27	33	92,68	32
6	6,4967	18	7,62	14	101,11	15
7	6,6862	16	7,69	15	103,49	12
8	5,6259	41	11,46	40	85,35	40
9	5,1786	47	13,81	47	76,58	48
10	4,6793	52	16,60	52	72,98	51
11	6,3005	25	8,71	21	97,72	20
12	6,7340	15	8,32	20	102,58	14
13	5,9784	35	9,48	30	89,51	36
14	5,4596	43	12,10	43	82,11	44
15	5,4022	45	13,00	45	83,78	43
16	6,7800	14	6,84	11	102,67	13
17	6,9976	9	7,29	12	98,58	18
18	6,0599	33	9,39	29	94,84	28
19	6,4342	21	9,30	27	95,42	25
20	5,4046	44	13,70	46	76,87	47
21	4,8715	49	15,90	51	72,68	52
22	8,4387	1	2,75	2	129,02	1
23	6,9138	11	6,74	10	100,84	16
24	6,4676	19	7,87	17	100,16	17
25	6,1020	31	10,31	36	90,23	34
26	5,3934	46	12,19	44	79,42	46
27	6,9958	10	6,47	9	108,08	7
28	7,1369	6	5,81	6	109,33	6
29	8,2813	2	2,39	1	128,56	2
30	6,2293	26	9,81	31	96,32	23
31	7,1412	5	5,76	5	112,73	4
32	5,6122	42	11,50	41	87,06	38
33	6,7856	13	7,80	16	105,59	10
34	5,7126	39	11,79	42	89,76	35
35	6,8517	12	7,34	13	105,28	11
36	6,0839	32	10,27	34	84,44	42
37	6,3783	23	8,30	19	98,27	19
38	6,3859	22	9,34	28	91,26	33
39	6,4553	20	8,72	22	93,71	29
40	6,1203	29	9,19	25	95,39	26
41	5,8450	37	10,73	37	86,99	39
42	5,6884	40	10,85	38	85,13	41
43	6,1086	30	10,27	35	95,78	24
44	5,7454	38	10,86	39	88,83	37
45	7,1106	7	6,21	8	106,83	8
46	4,8054	50	15,53	49	75,32	50
47	7,0409	8	6,07	7	106,56	9
48	6,3450	24	8,17	18	97,47	21
49	5,1384	48	14,24	48	81,3	45
50	7,3348	4	4,74	4	110,93	5
51	6,1728	27	10,01	32	93,71	30
52	6,0575	34	9,10	24	93,03	31
53	8,2193	3	2,95	3	127,22	3
Média Geral	6,2272	24 - 25	9,58		94,71	

#### 4.3.6 Kang e Phan (1991)

Neste trabalho, as ponderações de Kang e Phan (1991) foram feitas em relação aos métodos Yates e Cochran (1938); Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965). Na tabela 09 se encontram os valores obtidos.

O método Kang e Phan associado ao método tradicional apresentou os genótipos 31, 33, 53, 7, 27, 30, 43, 24, 22, 34, 35, 6, 40, 28, 29, 4, 5, 37, 11, 47 dentre os 20 mais estáveis. Dentre eles 12 estão entre os 20 mais produtivos. O genótipo 31 se apresenta em 1ª posição de acordo com este método, e é o 5º na colocação de mais produtivo.

Os 20 melhores genótipos como resultado da metodologia de Kang e Phan associados aos métodos Plaisted & Peterson (1959) e Wricke (1965) foram os 6, 31, 29, 53, 18, 28, 11, 48, 16, 24, 52, 50, 40, 35, 47, 4, 5, 37, 32, 22. Dentre eles 11 se apresentam entre os 20 mais produtivos. Os resultados para os métodos são os mesmo, pois eles apresentam correlação perfeita entre si. Daher (2003) utilizando esta mesma metodologia com 14 clones e 3 cultivares testemunhas. Os genótipos 27 e 37 deste presente trabalho também estavam dentre eles se apresentando com valor de “ranks” de Kang altos. Sendo que nos resultados encontrados neste trabalho os genótipos 27 e 37 se apresentaram entre os 25 primeiros dentre os 53 genótipos avaliados.

A ponderação Kang e Phan (1991) associada ao método de Plaisted e Peterson (1959) se mostrou correlacionada com a média de produtividade e todos os métodos em nível de 1%, exceto com o método de Yates & Cochran (1938). O mesmo pode-se concluir com o método de Kang & Phan (1991) associado ao método Wricke (1965), pois ambos têm coeficiente de correlação igual a 1.

Tabela 09. Valores das médias para produção de matéria seca (PMS) e as estimativas dos métodos Kang e Phan(1991), aplicado aos métodos Tradicional (K+Trad), Plaisted e Peterson (1959) (K+PP) e Wrickie (1965) (K+Wi), com suas respectivas posições, para os 53 genótipos de capim-elefante.

Genótipo	Média	Posição	K+Trad	Posição	K+ PP	Posição	K+Wi	Posição
1	6,5256	17	66	40	66	41	66	42
2	4,7942	51	55	30	53	26	53	26
3	4,4685	53	62	36	85	52	85	52
4	6,1642	28	45	16	44	16	44	16
5	5,8994	36	46	17	44	17	44	17
6	6,4967	18	42	12	24	1	24	1
7	6,6862	16	34	4	56	30	56	30
8	5,6259	41	62	37	54	28	53	27
9	5,1786	47	80	50	65	40	65	40
10	4,6793	52	58	34	69	43	69	43
11	6,3005	25	47	19	35	7	35	7
12	6,7340	15	49	23	58	31	58	31
13	5,9784	35	76	48	58	32	58	32
14	5,4596	43	75	47	52	25	52	25
15	5,4022	45	56	31	75	48	75	48
16	6,7800	14	50	25	39	9	39	9
17	6,9976	9	62	38	62	35	62	35
18	6,0599	33	48	21	34	5	34	5
19	6,4342	21	66	41	69	44	69	44
20	5,4046	44	92	53	94	53	94	53
21	4,8715	49	68	42	76	49	76	49
22	8,4387	1	41	9	46	19	47	20
23	6,9138	11	58	35	55	29	55	29
24	6,4676	19	39	8	39	10	39	10
25	6,1020	31	77	49	78	50	78	50
26	5,3934	46	84	51	60	34	61	34
27	6,9958	10	35	5	49	23	49	23
28	7,1369	6	43	14	34	6	34	6
29	8,2813	2	44	15	28	3	28	3
30	6,2293	26	38	6	63	36	63	37
31	7,1412	5	10	1	24	2	24	2
32	5,6122	42	56	32	46	20	46	19
33	6,7856	13	16	2	51	24	51	24
34	5,7126	39	41	10	63	37	63	38
35	6,8517	12	41	11	43	14	43	14
36	6,0839	32	84	52	83	51	83	51
37	6,3783	23	46	18	45	18	45	18
38	6,3859	22	73	46	74	47	74	47
39	6,4553	20	70	44	66	42	65	41
40	6,1203	29	42	13	41	13	42	13
41	5,8450	37	72	45	70	46	70	46
42	5,6884	40	68	43	47	21	47	21
43	6,1086	30	38	7	64	39	64	39
44	5,7454	38	54	28	59	33	59	33
45	7,1106	7	50	26	48	22	48	22
46	4,8054	50	57	33	53	27	53	28
47	7,0409	8	47	20	43	15	43	15
48	6,3450	24	50	27	35	8	35	8
49	5,1384	48	49	24	63	38	62	36
50	7,3348	4	48	22	40	12	40	12
51	6,1728	27	54	29	69	45	69	45
52	6,0575	34	65	39	39	11	39	11
53	8,2193	3	33	3	32	4	32	4
Média	6,2272	24 - 25						

### 4.3.7 Comparação entre os métodos

O método de Yates & Cochran (1938) ou tradicional, apresenta uma correlação positiva ( $r=0,43$ ) com a média, em nível de 1% de significância, indicando fraca tendência dos indivíduos com menor variação ao longo dos cortes, apresentarem baixos rendimentos, de acordo com a tabela 10, que se encontram os valores do coeficiente de Spearman ( $r$ ). O método Plaisted & Peterson, Wrickie, Lin & Bins e o método Kang & Phan associado a este método apresentaram correlação significativa a 1% ( $r= 0,6; 0,6; -0,38; 0,5$ ), respectivamente. Já a correlação com os métodos Annicchiarico e Kang & Phan associados aos métodos Plaisted & Peterson e Wrickie, foram não significativos ( $r= 0,24; 0,14; 0,14$ ), respectivamente.

Tabela 10. Estimativas das correlações entre a média, os métodos de estabilidade e adaptabilidade, segundo o coeficiente de Spearman ( $r$ ), para produção de matéria seca por tonelada de hectare (PMSTHA)

	TR	PP	Wi	Pi	Ann	K+Trad	K+PP	K+Wi
Média	0.43**	0.46**	0.46**	-0.98**	0.97**	-0.54**	-0.51**	-0.51**
TR		0.60**	0.60**	-0.38**	0.24ns	0.50**	0.14ns	0.14ns
PP			1.00**	-0.31*	0.30*	0.11ns	0.51**	0.51**
Wi				-0.31*	0.30*	0.11ns	0.51**	0.51**
Pi					-0.97**	0.56**	0.64**	0.64**
Ann						-0.69**	-0.63**	-0.63**
K+Trad							0.60**	0.60**
K+PP								1.00**

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

\*\*\* TR = método tradicional, PP= Plaisted e Peterson, Wi= Wrickie, Pi= Lin e Bins, Ann= Annicchiarico, K+Trad = Kang e Phan associado ao método tradicional, K+PP= Kang e Phan associado ao método Plaisted e Peterson, K+Wi = Kang e Phan associado ao método Wrickie

A metodologia de Plaisted & Peterson(1959) de acordo com a tabela 10, se correlacionou positivamente ( $P<0,01$ ) com a média de produtividade ( $r=0.43$ ), com o método Wrickie ( $r=1$ ), e com as ponderações de Kang & Phan associadas ao método de Plaisted & Peterson, e ao Wrickie ( $r=0.51$ ). Com nível de significância de 5% ( $P<0,05$ ) se correlacionou com o método Annicchiarico ( $r=0,30$ ). A correlação com o método Kang associado a Yates & Cochran não foi significativa ( $r=0,11$ ). Com o método de Lin & Bins, houve correlação negativa ( $r=-0,31$ ), em nível de 5% ( $P<0,05$ ).

De acordo com a tabela de correlação de spearman (tabela 10), observa-se que os métodos de Plaisted & Peterson e Wricke mostraram uma correlação perfeita entre si ( $r=1$ ), portanto apresentam as mesmas correlações com os outros métodos. Scapim et al (2010) encontraram uma correlação de  $r=0,36$  entre o método Wrickie (1965) e a produtividade da cultura, valor próximo ao encontrado no presente trabalho ( $r=0,43$ ), de acordo com a tabela 10.

O método de Lins & Bins, segundo a correlação de Spearman (tabela 10), apresenta entre as médias dos genótipos e os índices Pi, alta correlação que foi de  $-0,98$ , semelhante ao encontrado por Scapim et al (2010) ( $r=-0,99$ ). Segundo os mesmos autores, os valores de correlação entre o presente método e o de Wrickie (1965) foi  $-0,35$ , próximo ao valor encontrado neste trabalho ( $r=-0,31$ ).

O método Annicchiarico tem correlação com a média de produtividade que foi de  $0,97$  significativa a  $1\%$ , o que indica uma forte concordância com a média. Quanto mais se produz, maior é o índice de confiança. Os resultados obtidos pela metodologia de Annicchiarico (1992) foram muito similares aos obtidos pelo modelo de Lin & Binns (1988). A correlação de Spearman entre os índices Pi e Ann foi  $-0,97$  (Tabela 10).

Com a utilização da metodologia de Kang & Phan (1991), o método de Yates & Cochran (1938) se correlacionou negativamente ( $P < 0,01$ ) com a média ( $r=-0,54$ ), com os métodos de Plaisted & Peterson (1959) e Wricke (1965) a correlação foi não significativa ( $r=0,11$ ). Ainda sobre o efeito da ponderação sobre o método de Yates & Cochran (1938), houve correlação positiva ( $r=0,56$ ) em nível de  $1\%$  do parâmetro de estabilidade com os parâmetros de Lin & Binns (1988), assim como houve correlação positiva com a ponderação de Kang com os métodos Plaisted & Peterson (1959) e Wrickie (1965), sendo  $r=0,6$  para os dois.

A utilização da metodologia de Kang & Phan (1991) associada ao método de Plaisted & Peterson, tem o coeficiente de correlação com a média de  $-0,51$ , significativo a  $1\%$ , Scapim et al (2010) acharam valor  $-0,57$ . A ponderação Kang & Phan (1991) associada ao método de Plaisted & Peterson (1959) se mostrou correlacionada com a média de produtividade e todos os métodos em nível de  $1\%$ , exceto com o método de Yates & Cochran (1938). O mesmo pode-se concluir com o método de Kang & Phan (1991) associado ao método Wrickie (1965), pois ambos têm coeficiente de correlação igual a  $1$ .

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

A seleção de genótipos de capim-elefante com maior produção de forragem, e mais adaptados às condições edafoclimáticas de Campos dos Goytacazes pode resultar em uma maior oferta de forragem. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo analisar a estabilidade da produção forrageira de genótipos de capim-elefante.

Em função dos resultados obtidos pôde-se concluir que:

- Os genótipos que apresentaram as maiores produções de matéria seca foram os de maior estabilidade pelo método de Lin & Binns, assim como no método de Annicchiarico. Estes métodos mostram forte associação entre si e produzem classificações genotípicas similares quanto à estabilidade fenotípica; recomenda-se utilizar um ou outro.
- O método de Plaisted & Peterson (1959) e de Wrickie (1965) apresentou correlação de spearman igual a 1, indicando mesmos genótipos estáveis.
- Com base dentre os 20 genótipos de maior produtividade e bons parâmetros de estabilidade, conclui-se que os genótipos que se mostraram mais promissores para usos possíveis foram: Pusa Napier nº 2, Taiwan A-143 e Merckeron Comum

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, J.G. de; Cortes, N. de A. (1995) Competição de cultivares e capim-elefante no médio-norte de Mato Grosso. In: Reunião Especial da Sociedade Brasileira para progresso das Ciência, 2., 1995, Cuiabá. Anais...Cuiabá, SBPC,. 26 p.
- Alcantara, P.B., Alcantara, V.B.G., Almeida, J.E. (1980) Estudo de vinte e cinco prováveis variedades de capim-elefante (*Pennisetum purpureum shum.*). Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa, v.37, n.2, p.279–302.
- Annicchiarico, P. (1992) Cultivar adaptation and recommendation from alfafa trials in Northern Italy. Journal of Genetics and Plant Breeding, Berlin, v. 46, p. 269-278.
- Araújo, A. A. (1935) Dicionário Brasileiro de forrageiras para corte. Chácaras e Quintais, v. 52, n. 4, p.35-36.
- Becker, H.C. (1981) Correlation among some statistical measures of phenotypic stability. Euphytica. 30 (3): 835-884.

- Bennet, H.W. (1976) Pasto Johnson, pasto alfombra y otras gramíneas para el sur humedo de los Estados Unidos. In: Hugres HD, Heath ME and Metcalfe DS (eds) *Forrages*, México, C.E.C.S.A., Cap. 29. p.321-34.
- Botrel, M.A.; Pereira, A.V.; Freitas, V.P. (2000) Potencial forrageiro de novos clones de capim-elefante. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.2, p.334-340.
- Borém, A.; Miranda, G. V. *Melhoramento de Plantas*. 5. ed. Viçosa: Editora UFV, 2009. v. 1. 529 p.
- Brunken, J.N. (1977) A systematic study of Pennisetum Sect. Pennisetum (Gramineae). *Amer. J. Bot.*, 64(2): 161-76.
- Burton, G.W. (1944) Hybrids between napier grass and catabail millet. *The Journal of Heredity*, v.35, n.1, p.227-332.
- Cargnelutti Filho, A.; Perecin, D.; Malheiros, E.B.; Guadagnin, J.P. (2007) Comparação de métodos de adaptabilidade e estabilidade relacionados à produtividade de grãos de cultivares de milho. *Bragantia*: São Paulo, Campinas, v. 66, p. 571-578.
- Carneiro P.C.S. (1998). *Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento*. Viçosa: UFV. 168p. (Tese doutorado).
- Carvalho, G. R.; Travassos, G. F.; Pinha, L. C. (2010) Análise da concentração da produção mundial de leite entre 1992 e 2008 – *Panorama do Leite online*, Ano 4 , nº 42 , Maio.
- Carvalho, L.A. (1985) *Pennisetum purpureum* Schumacher: *Revisão*. Coronel Pacheco, EMBRAPA-CNPGL, 86p. (EMBRAPA – CNPGL, Boletim de Pesquisa, 10).
- Correa, M.P. (1926) *Diccionario de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*. Rio de Janeiro, Imprensa Nacional, v.1, p.552-4.

- Cruz, C. D. (2006) Programa Genes (versão Windows); aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 175p.
- Cruz, C. D.; Regazzi, A. J. (1997) Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético - Volume I. . 2. ed. Viçosa: Editora Viçosa, v. 2. 480 p.
- Cruz, C. D.; Regazzi, A. J. (2001) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 2. Ed. Viçosa: UFV, 390p
- Cruz, C. D.; Carneiro, P. C. S. (2006) Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético. Volume 2. Vicoso, MG: Editora UFV, v. 2., 585 p.
- Daher, R. F.; Pereira, M. G.; Amaral JR., A. T.; Pereira, A. V.; Lédo, F. J. S.; DAROS, M. (2003) Estabilidade da produção forrageira em clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum.*). *Ciência Agrotecnologia*, v. 27, n. 4, p. 788-797.
- Daher, R. F.; Vásquez, H. M.; Pereira, A. V. (2000) Introdução e avaliação de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum.*) em Campos dos Goytacazes, RJ. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 29, n. 5, p. 1296-1301.
- Deresz, F. (1999) Utilização do capim-elefante sob pastejo rotativo para produção de leite e carne. Juiz de Fora, Embrapa-CNPGL, 29p. (Circular técnica 54).
- Eberhart, S.A.; Russell, W.A. (1966) Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, v.6, p.36-40.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAOSTAT database, 2010. Acesso em: 27 de Janeiro 2010
- Farias, V.P. de (1994) Formas de uso do capim-elefante. *Anais do Simpósio Sobre Capim-Elefante*, 2., Coronel Pacheco:EMBRAPA/CNPGL, p.139-148.

- Gonçalves, C. A.; Simão Neto, M.; Veiga, J.B. (1979) Comparação de cultivares e híbridos de capim-elefante. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.14, n.4, p.359-364.
- Hallauer, A.R.; Miranda Filho, J.B. (1981) *Quantitative genetics in maize breeding*. Ames; Iowa State University Press, 468p.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Produção da Pecuária Municipal 2008. Disponível em 19 de Novembro de 2009 – Acessado em : 15 de Março de 2010
- Jacques, A.V.A. (1994) Caracteres morfo-fisiológicos e suas aplicações como manejo. In: Carvalho, M.M., Alvim, M.J., Xavier, D.F. et al. (Eds.) *Capim-elefante: produção e utilização*. Coronel Pacheco:Embrapa-Gado de Leite, p.31-47.
- Jahuar, P.P. (1981) *Cytogenetics and breeding of pearl millet and related species*. New York: Alan R. Liss.
- Kang M.S.; Phan H.N.. (1991). Simultaneous selection for high yielding and stable crop genotypes. *Agronomy Journal* 83: 161-165.
- Köppen, W. (1948) *Climatologia: con um estúdio de los climas de La Tierra*. México: Fondo de Cultura Economica, 478p.
- Lédo F.J. Das; Botrel M.A.; Evangelista A.R.; Viana M.C.M.; Pereira A.V.; Sobrinho F.S.; Silva O.J.; Xavier D.F.; Heinemann A.B. (2005) Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de alfafa avaliadas em Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia* 29: 409-414.
- Lima, E.S.; Silva, J.F.C.; Vasquez, H.M. (2007) Produção de material seca e proteína bruta e relação folha/colmo de genótipos de capim-elefante aos

56 dias de rebrota. Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, n.5, p.1518-1523.

Lin, C.S.; Binns, M.R. (1988) A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. Canadian Journal of Plant Science, v.68, p.193-198.

Lista, F.N. (2008) Avaliação de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) para ruminantes na região Norte Fluminense. Tese Doutorado, Campos dos Goytacazes, p.95.

Machado, J.R.A.; Penna, J.C.V.; Fallieri, J.; Santos, P.G.; Lanza, M.A. (2003) Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de algodoeiro para características tecnológicas de fibra. Revista Brasileira de Oleaginosas Fibrosas, v.7, p.673-683.

Mauro, A.O.D.; Curcioli, V.B.; Nóbrega, J.C.M.; Banzato, D.A.; Sedyama, T. (2000).Correlação entre medidas paramétricas e não-paramétricas de estabilidade em soja. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, p.687-696.

Miranda, G.V.; Vieira, C.; Cruz, C.D.; Araújo, G.A.A. (1997) Comparação de quatro métodos de avaliação da estabilidade fenotípica de cultivares de feijão. Revista Ceres, 44(256):627-638.

Mohammadi R.; Amri A. (2008) Comparison of parametric and non-parametric methods for selecting stable and adapted durum wheat genotypes in variable environments. Euphytica 159:419–432.

Mora, F.; Pupim-Junior, O.; Scapim, C.A. (2007) Prediction of cultivar effects on cotton yield in the presence of genotype environment interaction. Ciencia e Investigación Agraria, Santiago, v.34, p.7-16.

- Mora, A.L. (1986). Interação com espaçamentos e locais em clones de *Eucalyptus* spp no norte do Estado da Bahia. Piracicaba, 101p. (Tese-Mestrado-ESALQ).
- Moreira L. M.; Fonseca D. M.; Martuscello J. A.; Nóbrega, E. B. (2006) Adubação fosfatada e níveis críticos de fósforo no solo para manutenção da produtividade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Napier) Revista Bras. Zootec. vol.35 no.3 suppl.0 Viçosa Maio/Junho 2006
- Mozzer, O.L., Carvalho, M.M., Emrich, E.S. (1970) Competição de variedades e híbridos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* schum.) para formação de capineiras em solo do cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.5, p.395–403.
- Neto, V. N.; Gomes A. T. – (2007) Especialização da Pecuária Leiteira – Agência de Informação Embrapa – Agronegócio do Leite.
- Nussio, L. G.; Ponchio, L.. (2005) Custo de pastejo intensivo no verão. Leite DPA, n. 46, pág. 8-12.
- Oliveira, R. L.; Von Pinho, R.G.; Balestre, M.; Ferreira, D.V. (2010) Evaluation of maize hybrids and environmental stratification by the methods AMMI and GGE biplot. Crop Breeding and Applied Biotechnology v. 10, p. 247-253,
- Oliveira, J.S.; Ferreira, R.P.; Cruz, C.D. Pereira, A.V; Botrel, M.A.; Von Pinho, R.G; Rodrigues, J.A.S.; Lopes, F.C.F.; Miranda, J.E.C. (2002) Adaptabilidade e estabilidade em cultivares de sorgo. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.31, n. 2, p. 883-889,. Suplemento.
- Ometto, J. C. (1981) *Bioclimatologia vegetal*. São Paulo: Agronômica Ceres Ltda., 440p.
- Otero, J.R. (1961) Informações sobre algumas plantas forrageiras. 2. ed. Rio de Janeiro, SIA, 334p.

- Peluzio, J. M. ; Fidelis, R. R. ; Giongo, P. R. ; Cardoso, Joseanny ; Capellar, D; Barros, H. B. (2008). Análise de regressão e componentes principais para estudo da adaptabilidade e estabilidade em soja. *Scientia Agraria*, v. 9, p. 455-462.
- Pereira, A. V.; Valle, C. B.; Ferreira, R. P.; Miles, J. W. (2001) Melhoramento de forrageiras tropicais. In: Nass, L. L.; Valois, A. C. C.; Melo, I. S.; Valadares-Inglis, M. C. Recursos genéticos e melhoramento. Rondonópolis: Fundação Mato Grosso, p. 549-602.
- Pereira, A.V. (1992) Escolha de variedades de capim elefante. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. ed. Simpósio sobre manejo de pastagem. 10. Anais... Piracicaba. 1992. p. 45-62.
- Pimentel-Gomes, F. (2009) Curso de estatística experimental.15.ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451p.
- Plaisted, R.L.; Peterson, L.C. (1959) A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations and seasons. *American Potato Journal*, v.36, p.381-385.
- Ponciano, N.J.; Souza, P.M.; Mata, H.T.C. (2002) Análise da viabilidade econômica da fruticultura nas Regiões Norte e Noroeste Fluminense. In: Congresso Brasileiro De Economia E Sociologia Rural, 40., Passo Fundo. (CD-ROM).
- Ramalho, M.A.P.; Santos, J.B.; Zimmermann, M.J. O. (1993) Genética Quantitativa em Plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: Editora da UFG, Cap. 5, 271p.
- Santana, J.R., Pereira, J.M. Arruda, N.G. (1989) Avaliação de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) no sul da Bahia. 1. *Agrossistema cacauero. R. Soc. Bras. Zootec.*, 18(3):273-83.

- Scapim, C. A.; Oliveira, V. R.; Braccini, A. L.; Cruz C. D.; Andrade, C.A.B.; Vidigal, M. C. G. (2000) Yield stability in maize (*Zea mays L.*) and correlations among the parameters of the Eberhart and Russell, Lin and Binns and Huehn models. *Genetics and Molecular Biology*, Ribeirão Preto, v. 23, n. 2, p. 387-393,.
- Scapim, C.A.; Pacheco, C.A.P.; Amaral Júnior, A.T.; Vieira, R.A.; Pinto, R.J.B.; Conrado, T.V. (2010) Correlations between the stability and adaptability statistics of popcorn cultivars. *Euphytica* (Wageningen), v. 174, p. 209-218,
- Schanck, S. C. (1999) Propagação vegetativa e sexual do capim-elefante. In: Passos, L. P.; Carvalho, L. A.; Martins, C. E.; Bressan, M.; Pereira, A. V. (Ed.).
- Silva, D.S.; Queiroz, A.C. (2004) Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos. 3ª Edição Viçosa. Editora UFV, p. 57-75
- Silva, W.C.J. ; Duarte, J.B. (2006) Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 41, n. 1, p. 23-30,.
- Steel R. G. D.; Torrie J.H.; Dickey D. (1997). *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*. 3th. ed. Boston: WCB/McGraw Hill. 666p.
- Steel, R.G.D.; Torrie, J.H. (1960). *Principles and procedures of statistics*. New York : McGraw -Hill, 481p.
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant*. Cowallis: O. & Books. 476p.
- Vaterlle, C.P.; Sallerno, A.R. (1983) Competição de 34 cultivares de *Pennisetum purpureum* com *Setaria anceps* e *Panicum maximum*, In: Reunião da

Sociedade Brasileira de Zootecnia, 22, 1983. Pelotas. Anais... Pelotas. SBZ. 403 p

Veiga, J. B.; Mott, G. D.; Rodrigues, L. R. A. (1985) et al. Capim-elefante Anão sob pastejo. I. Produção de forragem. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v.20, n.8, p.929-936.

Vencovsky, R.; Barriga, P. Genética Biométrica no Fitomelhoramento. Ribeirão Preto: SBG, 1992. 496p.

Vilela F.O.; Amaral Júnior A.T.; Gonçalves L.S.A.; Barbé T.C.; Gravina G. A. 2011. Stability of F7:8 snap bean progenies in the Northern and Northwestern regions of Rio de Janeiro State. Horticultura Brasileira 29: 84-90.

Wricke, G. Zur Berechnung der Ökivalenz bei Sommerweizen und Hafer. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung, Berlin, v. 52, n. 1, p. 127-138, 1965.

Xavier, D.F.; Botrel, M.A.; Verneque, R.S.; Freitas, V.P.; Boddey, R.M. (1998) Estabilidade da produção de forragem de cultivares de capim-elefante em solos com baixa disponibilidade de nitrogênio. Pasturas tropicais, Vol. 20, nº 2. 1998. Cali, v. 20, n. 2, p. 35-40,

Yates, F. & Cochran, W. G. (1938) The analysis of groups of experiments. Journal of agricultural scienc, V. 28, P 556- 580,