

INFLUÊNCIA DE IDADE DE CORTE EM CARACTERÍSTICAS
MORFOAGRÔNICAS EM GENÓTIPOS DE CAPIM-ELEFANTE

RAFAEL SOUZA FREITAS

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO – 2018

INFLUÊNCIA DE IDADE DE CORTE EM CARACTERÍSTICAS
MORFOAGRÔNICAS EM GENÓTIPOS DE CAPIM-ELEFANTE

RAFAEL SOUZA FREITAS

“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 – RJ

FEVEREIRO – 2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCH / UENF**

026/2018

F866 Freitas, Rafael Souza.

Influência de idade de corte em características morfoagrômicas em genótipos de capim elefante / Rafael Souza Freitas. – Campos dos Goytacazes, RJ, 2018.

71 f. : il.

Bibliografia: f. 60 – 71.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2018.

Orientador: Rogério Figueiredo Daher.

1. *Pennisetum purpureum* Schum. 2. Biomassa Energética. 3. Curva de Crescimento. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD –633.2

INFLUÊNCIA DE IDADE DE CORTE EM CARACTERÍSTICAS
MORFOAGRÔNICAS EM GENÓTIPOS DE CAPIM-ELEFANTE

RAFAEL SOUZA FREITAS

“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”

Aprovada em, 21 de fevereiro de 2018

Comissão Examinadora

Dra. Geovana Cremonini Entringer (D.Sc., Genética e Melhoramento) – UENF

Prof. Dr. Niraldo José Ponciano (D.Sc., Economia Rural) – UENF

Dr. Flávio Dessaune Tardin (D. SC., Produção Vegetal) - Embrapa

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

Dedico à minha família, em especial meus pais, Bernadete Rosa de Souza Freitas e Humberto Antonio de Freitas, e minha esposa Ana Kesia Faria Vidal.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, em primeiro lugar, a Deus e a meus pais, Humberto Antonio de Freitas e Bernadete Rosa de Souza Freitas, e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu completasse mais uma etapa.

À minha esposa, Ana Kesia Vidal, que sempre esteve ao meu lado me apoiando e incentivando, pela paciência e compreensão nos momentos difíceis, por sempre me fazer acreditar que tudo é possível. Sem a sua colaboração sei que até aqui eu não teria chegado.

A todos os amigos do LEAG, Wanessa, Ana Kesia, Sabrina, Ramon, Yuri, Socorro, Alexandre, Avelino, Lilian e ao meu orientador, Profº Rogério Figueiredo Daher.

Aos professores, por terem me passado todo conhecimento técnico e científico para minha formação. Pessoas das quais tenho muitos como bons amigos e colegas de profissão.

Ao pessoal do campo, Romildo, Julio, Fernando, Dorian e Irmão. 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.

Agradeço à Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal e ao LEAG, por terem me recebido e disponibilizado sua estrutura, espaço físico, para realização deste curso.

Agradeço à Capes, pela bolsa de estudo concedida e à FAPERJ por financiar este trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Aspectos gerais do capim-elefante	3
2.2 O capim-elefante como fonte energética	5
2.3 Características morfoagronômicas	7
2.4 Análise de regressão	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1 Instalação e condução do experimento	11
3.2 Características avaliadas	13
3.3. Análise estatística	14
3.3.1. Análise de variância	14
3.3.2. Análises de regressão	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1. Análise de variância	18
4.2. Análise de agrupamento de médias (Teste de Tukey)	21
4.3. Análise de variância para regressão polinomial conjunta (modelos lineares de 1° e 2° grau)	31
5. CONCLUSÕES	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

RESUMO

FREITAS, Rafael Souza; M. Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; fevereiro de 2018. INFLUÊNCIA DE IDADE DE CORTE EM CARACTERÍSTICAS MORFOAGRÔNOMICAS EM GENÓTIPOS DE CAPIM-ELEFANTE; Orientador: Rogério Figueiredo Daher.

O capim-elefante tem despertado grande interesse no setor energético, devido, principalmente, à alta produtividade e ciclo curto, aliada às diversas características de qualidade da biomassa que propiciam sua utilização para fins energéticos. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo avaliar características morfoagronômicas de oito genótipos de capim-elefante sob diferentes idades (2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses) nas condições edafoclimáticas da região Norte Fluminense. O experimento foi realizado 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). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados ao acaso com três repetições, sendo as parcelas formadas por uma linha de 12 m de comprimento, divididas em seis subparcelas, referente a cada um dos cortes bimestrais. A área útil compreende um metro ao centro da subparcela na qual a amostra é recolhida. Nas parcelas foram avaliados os oito genótipos de ciclo tardio (Cubano Pinda, Vrukwona, IAC Campinas, Capim Cana D'África, Cameroon, CPAC, IJ 7139 e BAG-86) provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de Capim-elefante da Embrapa Gado de Leite e, previamente, selecionados por apresentarem potencial para produção de biomassa e, nas

subparcelas, as idades de corte (2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses). Foram avaliadas as características: produção de matéria seca, percentagem de matéria seca, número de perfilhos por metro linear, altura média das plantas, diâmetro médio do colmo na base da planta. Todas as análises genético-estatísticas foram realizadas utilizando-se os recursos computacionais do Programa Genes. Os genótipos avaliados não apresentaram diferenças significativas estatisticamente, demonstrando que para as características avaliadas, estes genótipos são próximos geneticamente. O aumento do intervalo de cortes resulta em incrementos na produção de matéria seca, sendo a idade de corte aos 10 meses, a que se mostrou mais eficiente, resultando em maior produtividade de biomassa energética.

Palavras-chaves: *Pennisetum purpureum* Schum., biomassa energética, curva de crescimento.

ABSTRACT

FREITAS, Rafael Souza; M. Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; february, 2018. CUTTING AGE INFORMATION ON MORPHOLOGIC CHARACTERISTICS IN ELEPHANT GRASS GENOTYPES; Advisor: Rogério Figueiredo Daher.

The elephantgrass has aroused great interest in the energy sector, mainly due to high productivity and short cycle, coupled with several characteristics of biomass quality that allow its use for energy purposes. The objective of this study was to evaluate the morphoagronomic characteristics of eight elephantgrass genotypes at different ages (2, 4, 6, 8, 10 and 12 months) under the edaphoclimatic conditions of the Northern Fluminense region. The experiment was carried out at the Experimental Field of the State Center for Research in Agroenergy and Waste Utilization, belonging to the Agricultural Research Company of the State of Rio de Janeiro (Pesagro-Rio). The experimental design was a randomized complete block design with three replications, the plots formed by a line of 12 m in length divided into six subplots, referring to each of the bimonthly cuts. The working area comprises one meter to the center of the sub-plot in which the sample is collected. The eight late-genotypes (Cubano Pinda, Vrukwona, IAC Campinas, Capim Cana D'África, Cameroon, CPAC, IJ 7139 and BAG-86) were evaluated from the Embrapa Cattle (2, 4, 6, 8, 10 and 12 months) were selected for the biomass production and in the sub-plots. The following characteristics were evaluated: dry matter yield, percentage of dry matter, number of tillers per linear meter, mean height of the plants, average stem diameter at the base of the plant. All genetic-

statistical analyzes were performed using the computational resources of the Genes Program. The genotypes evaluated did not show statistically significant differences, demonstrating that for the traits evaluated, these genotypes are genetically close. The increase of the cut interval results in increments in the dry matter production, being the age of cut at 10 months, which was more efficient, resulting in a higher productivity of energy biomass.

Key words: *Pennisetum purpureum* Schum., energy biomass, growth curve.

1. INTRODUÇÃO

O aumento crescente da demanda energética tem causado grande preocupação mundial, com isso a busca pela produção de energias sustentáveis representa um desafio para a ciência e para os países de um modo geral, principalmente os emergentes. Visando reduzir as emissões de gases do efeito estufa, bem como os impactos da mudança climática, em dezembro de 2015, em Paris na França, foi realizado a Conferência do Clima das Nações Unidas (COP21), onde 195 países se reuniram para discutir os impactos climáticos, visando à utilização de fontes de energia limpa. Segundo o documento, os países participantes devem buscar estratégias para minimizar o aumento da temperatura média global, a qual não deve ultrapassar 2 °C (*United Nations Framework Convention on Climate Change-UNFCCC*, 2015).

Dentre as alternativas viáveis para produção de energia, a biomassa vegetal tem se destacado como fonte muito promissora, principalmente em países tropicais como o Brasil, onde a produção de bioenergia a partir da biomassa vegetal é favorecida pela combinação de um regime abundante de chuvas, temperaturas elevadas e disponibilidade de energia luminosa, além da grande extensão de áreas cultiváveis (Quesada, 2005).

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) é uma das espécies com grande destaque, utilizadas para este fim, devido às suas características favoráveis, como: alta produtividade e ciclo curto, aliada à diversas características de qualidade da biomassa, como alto teor de fibra, mais especificamente os teores dos componentes ricos em carbono e com elevado poder calorífico, como

a celulose e a lignina (Partelini et al., 2013). Além de possuir grande adaptação às condições climáticas desfavoráveis (Queiroz Filho et al., 2000; Boddey et al., 2004; Zanetti, 2010).

Tanto na Europa como no Brasil, algumas siderúrgicas e termoelétricas já utilizam o capim-elefante como fonte alternativa de energia, substituindo o carvão mineral pelo carvão vegetal (Mazzarella, 2008). No entanto, para ter o máximo de aproveitamento da cultura para tal finalidade, há absoluta necessidade de realizar trabalhos de avaliação de genótipos de capim-elefante voltados exclusivamente para produção de biomassa energética, uma vez que muitas cultivares melhoradas geneticamente visavam alimentação animal, ou seja, genótipos com baixos teores de lignina e celulose.

Diante das vantagens do capim-elefante, há a necessidade de desenvolvimento de variedades melhoradas para atender à crescente demanda energética. A utilização de técnicas adequadas para a seleção permite a maximização dos ganhos que serão gerenciados mais eficientemente pelos programas de melhoramento, além de possibilitar inferências sobre ganhos a serem alcançados com a seleção (Cruz et al., 2014). Onde muda-se o foco das características desejadas, antes se procurava um capim com altos teores de proteína para a alimentação animal, agora busca-se uma planta com altos teores de fibra, aliada à alta produção de biomassa e elevado poder calorífico, para que a energia produzida deste material seja de boa qualidade para ser utilizada principalmente nas olarias da Região Norte Fluminense. Pelo exposto, há a necessidade de pesquisas para determinar o ponto (idade) ideal para colheita do capim-elefante para fins energéticos.

O objetivo desse trabalho foi avaliar as características morfoagronômicas de oito genótipos de capim-elefante sob diferentes idades (2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses), bem como identificar genótipos de capim-elefante com elevada produção de matéria seca (PMS) nas condições edafoclimáticas da região Norte Fluminense.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais do capim-elefante

Oriundo da África, mais precisamente dos países: Guiné, Moçambique, Angola, Zimbábue e sul do Quênia, o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) pertence à família das Poaceae, subfamília Panicoideae, tribo Paniceae, a qual reúne os mais importantes gêneros de plantas forrageiras tropicais (Ferreira, 2005).

O capim-elefante é uma planta que exige solos de média a alta fertilidade, sensível ao frio e não tolera solos com elevada umidade. A precipitação anual ótima é de 1.500 mm, ressaltando a importância da distribuição ao longo do ano, já que a forrageira tem baixa resistência à seca e a terrenos onde há predisposição ao encharcamento. Entretanto, Nascimento et al. (2008) ressaltam que a espécie tem grande resistência ambiental a climas desfavoráveis e também a diferentes tipos de manejo, determinando assim seu potencial produtivo. A temperatura ótima para a forrageira varia entre 25 e 40°C, a temperatura mínima é em torno de 15°C. A altitude indicada vai desde o nível do mar até 2.000 m, e a latitude limite é de 10°N e 20°S (Vilela, 2009).

É uma cultura bastante resistente a doenças, porém *Helminthosporium sacchari* é uma doença foliar causada por fungos, que provocam manchas brancas com formato oval e elíptico, que pode causar danos à cultura (Vilela, 2009). Com relação ao ataque de pragas, a cigarrinha das pastagens (*Mahanarva*

liturata) é a principal praga que causa danos ao capim-elefante, diminuindo os índices produtivos (Auad et al., 2006).

O capim-elefante é considerado uma planta de cultivo perene com hábito de crescimento cespitoso, apresentando de três a cinco metros de altura e colmos com média de dois centímetros de diâmetro, sendo os colmos eretos e entrenós distanciados em, aproximadamente, 15 a 20 centímetros. Sua inflorescência é uma panícula primária e terminal. Cada colmo pode apresentar uma ou um conjunto de panículas. As folhas atingem até 1,25 metros de comprimento por quatro centímetros de largura; nervura central larga e de cor mais clara; disposição alternada, bainha lanosa, fina, estriada; lígula curta e ciliada. Apresenta grande capacidade para lançar perfilhos, podendo formar touceiras densas (Deresz, 1999).

Foi introduzido nas Américas, primeiramente nos Estados Unidos pelo Departamento de Agricultura (USDA), em 1913 (Jauhar, 1981). Posteriormente desenvolveram manejo adequado para a região e cultivares resistentes a helmintosporiose, o que propiciou sua adoção definitiva pelos produtores (Burton, 1944). No Brasil, foi introduzido no início do século XX, pelo Coronel Napier através de mudas provenientes de Cuba, seu cultivo foi disseminado por todo país por apresentar boa adaptação ao ambiente tropical (Pereira e Morais 2008; Cavalcante e Lira, 2010).

As cultivares introduzidas foram Napier e Mercker e após novas introduções desenvolveu-se o grande número de genótipos que se encontram, atualmente, distribuídos por todo o território nacional.

Devido à grande variabilidade fenotípica existente no germoplasma do capim-elefante, é permitido classificar os genótipos em cinco grupos: Cameroon, Napier, Mercker, Anão e o grupo dos híbridos interespecíficos (Pereira, 1992).

- Grupo Anão: os genótipos deste grupo são mais adaptados para pastejo em função do menor comprimento dos entrenós. As plantas desse grupo apresentam porte baixo (1,5 m) e elevada relação folha/colmo. Um exemplo é a cultivar Mott.

- Grupo Cameroon: apresenta plantas de porte ereto, colmos grossos e predominância de perfilhos basilares, folhas largas, florescimento tardio (maio a julho) ou ausente e touceiras densas. Como exemplo, podem ser citados os genótipos Cameroon, Piracicaba, Vruckwona e Guaçu.

- Grupo Mercker: caracterizado por apresentar menor porte, colmos finos, folhas finas, menores e mais numerosas, e época de florescimento precoce (março a abril). Os genótipos Mercker, Mercker comum, Mercker Pinda fazem parte deste grupo.
- Grupo Napier: os genótipos deste grupo apresentam variedades de plantas com colmos grossos, folhas largas, época de florescimento intermediária (abril a maio) e touceiras abertas. Como exemplares, podem ser citados os genótipos Napier, Mineiro e Taiwan A-146.
- Grupo dos Híbridos: resultante do cruzamento entre espécies do gênero *Pennisetum*, principalmente *P. purpureum* e *P. americanum*.

A identificação dos genótipos é importante, pois permite uma recomendação mais próxima da correta para o manejo e sistema de utilização.

Diante do exposto, o capim-elefante apresenta, tradicionalmente, elevado potencial de produção sendo utilizado como forrageira, seja na forma de pasto, ensilagem ou capineira (Pereira et al., 2008). Embora a maioria dos programas de melhoramento do capim-elefante esteja direcionada ao seu uso como forrageira, essa espécie vem apresentando grande potencial como fonte alternativa de biomassa energética.

2.2 O capim-elefante como fonte energética

A biomassa vem sendo cada vez mais utilizada na geração de energia, principalmente em sistemas de cogeração e no suprimento de eletricidade para demandas isoladas da rede elétrica. O interesse energético pelo capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) foi despertado por sua alta produtividade. Estudos realizados pelo Centro de Agrobiologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária em 1985 apontaram o capim-elefante como uma espécie de grande potencial.

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) tem desenvolvido um programa de melhoramento genético de capim-elefante visando a obter genótipos adaptados às condições edafoclimáticas da Região Norte Fluminense, para produção de energia (Rossi et al., 2014; Lima et al., 2011; Barbé, 2012; Sousa et al., 2016; Daher et al., 2014; Menezes et al., 2014; Oliveira, et al., 2014; Santos et al., 2014, Rocha, et al., 2015; Freitas et al., 2018).

A utilização da bioenergia apresenta várias vantagens, dentre elas ressaltam-se a redução dos gases, poluentes, pois as emissões de CO₂ liberadas durante a queima da biomassa podem ser consideradas praticamente nulas, uma vez que esse gás é reabsorvido no próximo ciclo de vida da planta, no processo de fotossíntese (Genovese et al., 2006). Além disso, o Brasil apresenta enorme potencial para adoção de exploração da bioenergia, pois é um país com condições climáticas favoráveis para esta finalidade, no entanto, seu uso está aquém do seu potencial produtivo.

A biomassa do capim-elefante pode gerar, em média, 25 unidades de energia para cada uma de origem fóssil consumida em sua produção. Em comparação, a cana-de-açúcar convertida em etanol alcança uma relação de apenas nove para uma. O eucalipto fornece 7,5 toneladas de biomassa seca por hectare ao ano, em média, e até 20 toneladas nas melhores condições. Em um estudo comparativo quanto ao balanço energético do capim-elefante x eucalipto, Mazarella et al. (2016) relataram alguns resultados da superioridade do capim-elefante sobre o eucalipto. Em termos de biomassa seca o capim-elefante sempre apresentou maiores balanços energéticos, tanto melhor quanto menor a incidência de energia elétrica ou de diesel, comparando-se a briquetagem com secagem solar, os valores de balanço na razão de 14,45 e 11,35 para capim-elefante e eucalipto, respectivamente. Com estes resultados preliminares, os autores almejam demonstrar a viabilidade técnica e energética do capim-elefante frente às biomassas tradicionais e introduzir o capim-elefante como cultura bioenergética.

Outra vantagem da utilização da biomassa é que seu aproveitamento pode ser feito, por meio da combustão direta em fornos, caldeiras, etc. A combustão é a transformação da energia química em calor, por meio das reações dos elementos com o oxigênio, carbono. O problema da combustão direta é a alta umidade presente na biomassa e a baixa densidade energética do combustível (lenha, palha, resíduos etc.), o que onera o seu armazenamento e transporte. Para que se tenha maior eficiência e sejam reduzidos os impactos socioambientais no processo de sua produção, estão sendo desenvolvidas e aperfeiçoadas tecnologias de conversão mais eficientes como a gaseificação e a pirólise, também sendo comum a cogeração em sistemas que utilizam a biomassa como fonte energética (Aneel, 2006).

O cultivo do capim-elefante para produção de biomassa energética mostra-se muito atrativo, visto sua produtividade frente aos cultivos tradicionais de eucalipto, sendo pelo menos quatro vezes superior. Segundo Barbé et al., (2012), o ciclo de produção do capim-elefante deve ser de até seis meses, enquanto o eucalipto tem seu primeiro corte aos seis anos de idade. Possuindo também elevadas taxas de celulose, lignina, hemicelulose e principalmente lignina, importantes compostos na qualidade da biomassa para fins energéticos (Mazzarela, 2008).

Outra característica de suma importância para combustão direta é o poder calorífico, que é definido como quantidade de energia na forma de calor liberado pela combustão de uma unidade de massa de um material. O poder calorífico superior é aquele em que a combustão se efetua a volume constante e na qual a água formada durante a combustão é condensada e o calor, que é derivado desta condensação, é recuperado (Flores, 2009). É importante salientar que o capim-elefante deve ser menos nutritivo, pois a presença de sais minerais gera cinzas que podem danificar os fornos (Rocha et al., 2009). Sendo assim, é essencial o desenvolvimento de genótipos melhorados de capim-elefante para atender a demanda para a produção de energia renovável.

2.3 Características morfoagronômicas

Sendo uma das principais forrageiras tropicais o capim-elefante pode ser cultivado para diversos fins, como: forragem, capineira (fornecido picado), ensilagem que são tradicionais para a produção animal, no entanto, a cultura vem ganhando destaque como alternativa energética na produção de carvão, bioenergia e bio-óleo, possuindo a Embrapa Gado de Leite um programa de melhoramento de capim-elefante com um extenso banco de germoplasma (Gomide et al., 2011).

Avaliações de características morfoagronômicas do capim-elefante são fundamentais para a evolução do melhoramento da espécie para fins energéticos, sendo um dos mecanismos para selecionar plantas superiores, que possuam grande número de perfilhos, colmos grossos, associado a uma planta de grande porte (Oliveira et al., 2012), além de possuir um florescimento tardio, aplicando mais energia no crescimento da biomassa, e menos na reprodução.

Segundo Veiga (1997), intervalos de cortes maiores tendem a aumentar o número de perfilhos do capim-elefante, já que com o passar do tempo a planta inicia seu processo de maturidade fisiológica, aumentando o diâmetro de colmo, devido ao espessamento da parede celular. Outra consequência no aumento do intervalo entre os cortes é na redução linear para teores de proteína bruta e conteúdo celular e, acréscimo linear no teor de fibra devido à porcentagem de folha diminuir e a de colmo aumentar com o aumento no intervalo de corte.

A emissão de perfilhos basais está diretamente associada ao nível de biomassa. A maior produtividade coincide com os maiores valores do número de perfilhos por área e da altura da planta (Ferraris, 1979). Menores espaçamentos tendem a promover a altura dos perfilhos sem, no entanto, aumentar seu número por planta (Bhatti et al., 1985).

A época de florescimento pode variar de acordo com as condições ambientais e com a cultivar. Na região sudeste, o florescimento ocorre normalmente entre março e julho. De acordo com Xavier et al. (1993) e (Ferolla et al., 2007) as cultivares podem ser classificadas quanto à época de florescimento, em precoces (março e abril), intermediárias (abril e maio) e tardias (junho e julho). Para fins energéticos, o interesse na produção do capim-elefante é por plantas de florescimento tardio já que as alterações fisiológicas causadas pelo processo de florescimento faz com que a planta direcione grande parte dos seus fotoassimilados para o desenvolvimento da inflorescência, diminuindo a disponibilidade de fotoassimilados em outras partes das plantas como na parte foliar, que desempenha papel fundamental na produção (Gonçalves e Quadros, 2003), resultando numa menor produção de biomassa após o florescimento. Devido a isso, para produção de energia, é muito importante selecionar plantas com florescimento tardio.

Contudo, uma das principais limitações do capim-elefante é a sua sazonalidade de produção (Botrel et al., 2000). Em muitas regiões do Brasil, 70 a 80% da produção anual concentram-se na época chuvosa. Essa sazonalidade de produção é atribuída às baixas precipitações e temperaturas que ocorrem no período do inverno (Evangelista e Lima, 2002).

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 (Quesada et al., 2004).

2.4 Análise de regressão

Análise de regressão linear é uma técnica estatística utilizada para predição de valores, onde a variável sobre a qual se deseja fazer uma estimativa recebe o nome de variáveis dependentes (Y) a partir de variáveis independentes (X). Além disso, o método permite mensurar o efeito de cada variável preditora, individualmente, no resultado da variável resposta (Johnson; Wichern, 2007) (Denis, 2016).

De acordo com Pearl (2000), a variável dependente é aquela que pode ser mensurada, aquela que se pretende avaliar, e pra isso depende da variável independente. Já a variável independente é a que integra um conjunto de fatores e condições experimentais que podem ser manipuladas e/ou modificadas.

O comportamento da variável dependente (y) em relação à variável independente (x) pode se apresentar de diversas maneiras: linear (1° grau), quadrático (2° grau), cúbico (3° grau), quártico (4° grau), exponencial, logarítmico, etc.

Procura-se determinar o ajustamento de uma reta à relação entre essas variáveis, obtendo uma função definida por $y = ax + b$, em que “a” é o estimador do coeficiente linear e “b” é o estimador do coeficiente angular. A localização precisa desta reta é estimada pelo Método dos Mínimos Quadrados (MMQ) (Searle, 1971).

Este método (MMQ) baseia-se na obtenção de uma equação estimada de tal forma que as distâncias entre os pontos do diagrama e os pontos da curva (obtidos da equação) sejam os menores possíveis entre os valores observados da variável dependente Y e os valores estimados dessa variável, e escolhe a equação que fornece a melhor aproximação.

A reta de regressão obtida por este método passa pela média da amostra dos valores das variáveis, dependente e independente (X e Y), mostrando se elas realmente mantêm alguma relação, assim como se são positivamente ou negativamente correlacionadas e igualando à soma de seus desvios a zero. A soma dos quadrados das distâncias entre os pontos do diagrama e os respectivos

pontos na curva da equação estimada é minimizada, obtendo-se, desta forma, uma relação funcional entre X e Y, para o modelo escolhido, com um mínimo de erro possível (Searle, 1971).

Quando a análise de regressão é utilizada para definir a relação funcional entre as variáveis, defronta-se com o problema para determinar a forma matemática que será ajustada. A priori, essa determinação pode ser feita utilizando-se o conhecimento que se tem sobre os dados disponíveis. Frequentemente, ajusta-se mais de um modelo e, com base nos resultados e testes estatísticos, escolhe-se aquele que melhor se ajusta e melhor representa o objeto de estudo (Regazzi, 1999).

Em modelos de regressão linear que incluem o termo constante, o coeficiente de determinação (R^2) representa a proporção da variação explicada pelo modelo, ou seja, é definido o grau de ajuste da reta estimada ao conjunto de dados. Neste caso, o quadrado do coeficiente de correlação entre os valores observados e preditos é exatamente o R^2 . No caso do modelo de regressão não-linear a adequacidade do ajustamento pode ser medida pelo quadrado do coeficiente de correlação entre os valores observados e preditos (Montgomery et al., 2001).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Instalação e condução do experimento

O experimento foi implantado em uma área experimental pertencente à Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), localizada nas dependências do Centro Estadual de Pesquisas em Agroenergia e Aproveitamento de Resíduos (CEPEAA), da Estação Experimental da PESAGRORIO, em Campos dos Goytacazes, RJ, situado a 21°44'47" S, 41°18'24" W e 11 m de altitude.

De acordo com o sistema de classificação de Köppen (1948), o clima da região Norte Fluminense é do tipo Aw, tropical quente e úmido, com período seco no inverno e chuvoso no verão, com precipitação anual em torno de 1.153 mm (Mendonça et. al., 2007). Os dados meteorológicos foram obtidos da estação automática agrometeorológica, localizada próximo à área experimental. Na Figura 1 estão apresentados os valores mensais de precipitação pluvial e temperatura referente ao período da condução do experimento (março de 2014 a março de 2016).

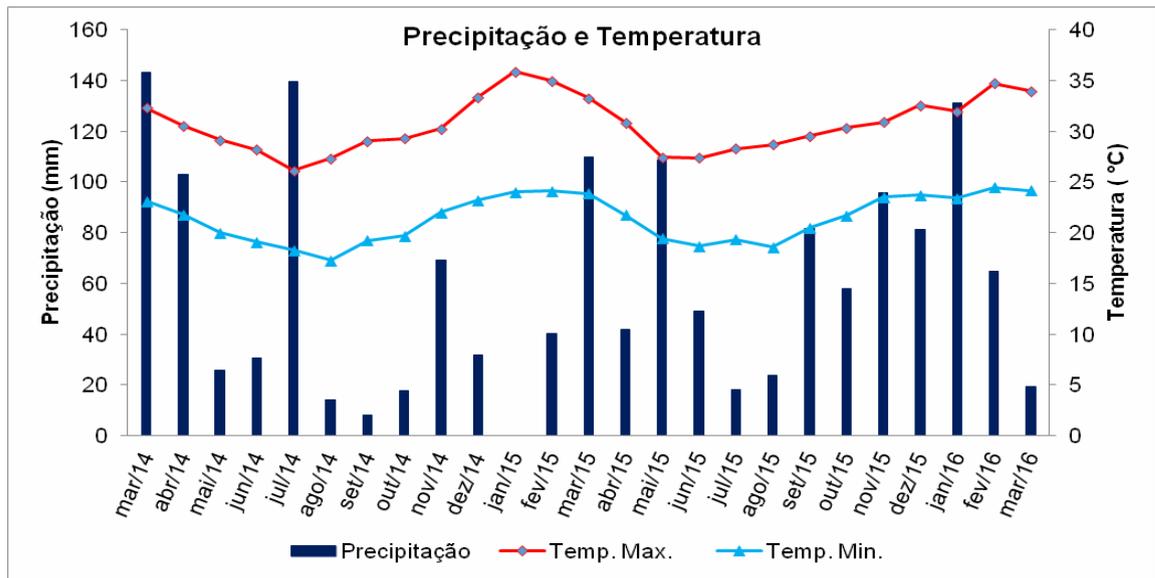


Figura 1. Precipitação pluviométrica e temperaturas máxima e mínima ocorridas durante a condução do experimento de capim-elefante. Fonte: Estação Evapotranspirométrica do Centro Estadual de Pesquisa em Agroenergia e Aproveitamento de Resíduos – Pesagro/Rio, Campos dos Goytacazes, RJ, 2014-2016.

O solo é classificado como Latossolo Amarelo, o qual apresentou pela análise de solo as seguintes características: pH 5,5; P(mg dm⁻³) 18; K(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.

O experimento foi implantado em 12 de fevereiro de 2014, sendo utilizado o sistema convencional de preparo do solo com grade aradora. Após o preparo do solo, foram abertos sulcos de plantio. Foi realizada a adubação química de plantio para estabelecimento, com base nos resultados da análise química e no requerimento nutricional da espécie.

O corte de uniformização foi realizado no dia 29 de março de 2014 (45 dias após o plantio) com finalidade de proporcionar um crescimento uniforme das brotações. A partir dessa data, os cortes foram realizados em parcelas escolhidas aleatoriamente, com 1, 4, 6, 8, 10 e 12 meses de idade, respectivamente, quando foi dado início às avaliações. Ao final dos 12 meses, foi realizado um segundo corte de uniformização e repetido todo procedimento para realizar as avaliações do segundo ano de avaliação.

Os genótipos utilizados no experimento são provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de Capim-elefante (BAGCE) da Embrapa Gado de Leite, localizado em Coronel Pacheco – MG e foram, previamente, selecionados com

base em estudos para produção de biomassa, agregando algumas características, tais como: florescimento tardio, produção de matéria seca, diâmetro do colmo, número de perfilhos (Rossi et al., 2014) (Tabela 1).

Tabela 1 - Identificação dos genótipos do BAGCE avaliados, Campos dos Goytacazes, RJ, 2014-2016.

Nº.	Genótipo	Nº	Genótipo
G1	Cubano Pinda	G5	Cameroon
G2	Vruckwona	G6	CPAC
G3	IAC-Campinas	G7	IJ 7139
G4	Capim Cana D'África	G8	BAG-86

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com três repetições, com parcelas formadas por uma linha de 12 m de comprimento divididas em seis subparcelas. Cada uma referia-se a cada um dos cortes bimestrais. A área útil compreende um metro ao centro da subparcela na qual a amostra é recolhida. Nas parcelas foram avaliados os oito genótipos de ciclo tardio e, previamente, selecionados por apresentarem potencial para produção de biomassa, agregando algumas características, tais como: florescimento tardio, produção de matéria seca, diâmetro do colmo, número de perfilhos (Rossi et al., 2014) e nas subparcelas, a idade de corte (2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses).

3.2 Características avaliadas

a) Altura de planta (ALT): As medidas de altura de planta foram mensuradas com auxílio de trena métrica, em metros.

b) Diâmetro do colmo (DC): As medidas do diâmetro do colmo foram realizadas a cerca de 20 cm do solo, utilizando-se paquímetro digital, em milímetros.

c) Número de perfilhos (NP): A contagem do número de perfilhos foi realizada em um metro linear das subparcelas.

d) Produção de matéria seca (PMS): Foi realizada a amostragem de um metro da subparcela logo após o corte, com auxílio de balança digital

suspensa. Para a obtenção da PMS 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), expressa em t/ha⁻¹.

3.3. Análise estatística

As análises estatísticas dos dados foram realizadas com o auxílio do Aplicativo computacional em Genética e Estatística - Programa Genes (Cruz, 2013) da Universidade Federal de Viçosa.

3.3.1. Análise de variância

A análise de variância conjunta para as variáveis em estudo foi realizada conforme o modelo estatístico de parcelas subdivididas no tempo (*“Split Plot in Time”*), citado por Steel et al. (1997), descrito como:

$$Y_{ijk} = \mu + B_k + G_i + \varepsilon_{ik} + A_j + GA_{ij} + \varepsilon_{ijk},$$

em que:

μ = média geral;

B_k = efeito do k-ésimo bloco ($k = 1, 2, \dots, r$);

G_i = efeito do i-ésimo genótipo ($i = 1, 2, \dots, g$);

ε_{ik} = erro aleatório associado à interação repetição com genótipo;

A_j = efeito do j-ésimo ambiente ($j = 1, 2, \dots, a$);

GA_{ij} = efeito da interação do i-ésimo genótipo com o j-ésimo ambiente;

ε_{ijk} = erro aleatório associado à interação repetição com ambiente;

Após análise de variância, promoveu-se a comparação de médias para genótipos dentro de cada época de corte, pelo teste Tukey a 5% de significância.

3.3.2. Análises de regressão

Foram realizadas análises de regressão e de variância da regressão utilizando os seguintes modelos estatísticos:

Seja o modelo linear de 1º grau: $y_i = a_0 + a_1x_i + e_i$, logo: $y = f(x, e)$, em que, $e_i \sim N(0, \sigma^2)$ e $e_i = y_i - a_0 - a_1x_i$; $\text{cov}(e_i, e_j) = 0$, ou seja, os erros são linearmente independentes, com média 0 – variância σ^2 ; a_0 : é a constante de regressão e representa o intercepto da reta com o eixo dos y; a_1 : é o coeficiente angular da reta e representa a variação de y em função da variação de uma unidade da variável x. A estimativa dos coeficientes a_0 e a_1 é obtida pela minimização da soma de quadrado dos erros (método dos mínimos quadrados).

$$z = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1x_i)^2$$

$$\frac{\partial z}{\partial a_0} = \sum_{i=1}^n 2(y_i - a_0 - a_1x_i)(-1)$$

$$\frac{\partial z}{\partial a_1} = \sum_{i=1}^n 2(y_i - a_0 - a_1x_i)(-x_i)$$

Fazendo $\frac{\partial z}{\partial a_0} = \frac{\partial z}{\partial a_1} = 0$, obtém-se o sistema de equações normais:

$$\begin{cases} -2 \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{a}_0 - \hat{a}_1 x_i) = 0 \\ -2 \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{a}_0 - \hat{a}_1 x_i) x_i = 0 \end{cases} \quad \left(\begin{array}{l} n \hat{a}_0 + \hat{a}_1 \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) = \sum_{i=1}^n y_i \\ \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) \hat{a}_0 + \hat{a}_1 \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 \right) = \sum_{i=1}^n x_i y_i \end{array} \right. \quad \text{(Sistema de equações normais)}$$

Para o modelo de 2º grau: $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + e$, o sistema de equações normais será constituído pelas equações a_0 (termo independente), a_1 (que multiplica x) e a_2 (que multiplica x^2).

Para verificar se a equação explica significativamente a variável dependente (y), faz-se a análise de variância da regressão.

A soma de quadrado total (SQ_{Total}) é a soma de quadrado referente à variável dependente de y.

$$SQ_{\text{Total}} = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{y^2}{n}$$

No modelo linear de 1º grau, a soma de quadrados devido à regressão é uma soma de parcelas e no caso: \hat{a}_0 multiplicado pelo 2º membro da equação de $\hat{a}_0 \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)$, somado a \hat{a}_1 multiplicado pelo 2º membro da equação de $\hat{a}_1 \left(\sum_{i=1}^n x_i y_i \right)$ e subtraindo a correção devido à medida de y (c)

$$SQ_{\text{Regressão}} = \hat{a}_0 \sum_{i=1}^n y_i + \hat{a}_1 \sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{y^2}{n}$$

A $SQ_{\text{Resíduo}}$ (ou parte não explicada pela regressão), que é a variação devido ao acaso, é dada por diferença:

$$SQ_{\text{Resíduo}} = SQ_{\text{Total}} - SQ_{\text{Regressão}} = \sum_{i=1}^n y_i^2 - \hat{a}_0 \sum_{i=1}^n y_i - \hat{a}_1 \sum_{i=1}^n x_i y_i$$

O grau de liberdade unitário para a regressão é devido à presença apenas de x_i no modelo e as hipóteses a serem testadas são: H_0 : não há regressão e H_1 : não H_0 .

No modelo de 2º grau: $y_i = a_0 + a_1 x_i + a_2 x_i^2 + e_i$, a soma de quadrados devido à regressão é dada por:

$$SQ_{\text{Regressão}} = \hat{a}_0 \sum_{i=1}^n y_i + \hat{a}_1 \sum_{i=1}^n x_i y_i + \hat{a}_2 \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i - \frac{y^2}{n}$$

O grau de liberdade da regressão será igual a 2 (sendo 1 para o componente de 2º grau). Dessa forma, o grau de liberdade do resíduo será (n – 3).

$$SQ_{\text{Resíduo}} = SQ_{\text{Total}} - SQ_{\text{Regressão}} = \sum_{i=1}^n y_i^2 - \hat{a}_0 \sum_{i=1}^n y_i - \hat{a}_1 \sum_{i=1}^n x_i y_i - \hat{a}_2 \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i$$

Tabela 2- QUADRO de ANOVA – Regressão linear do 1° grau

FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	SQReg	QM Reg	QM Reg/QMR
Resíduo	n-2	SQR	QM Res	
Total	n-1	SQ total		

Tabela 3- QUADRO de ANOVA – Regressão linear de 2° grau

FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	2	SQReg	QM Reg	QM Reg/QMR
Resíduo	n-3	SQR	QM Res	
Total	n-1	SQTotal		

O coeficiente de determinação, expresso em porcentagem, foi calculado por:

$$R^2 = \frac{SQ \text{ Regressão}}{SQTotal} \times 100$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise de variância

O resumo da análise de variância das características morfoagrômicas avaliadas em oito genótipos de capim-elefante (Cubano Pinda, Vruckwona, IAC-Campinas, Capim Cana D'África, Cameroon, CPAC, IJ 7139 e BAG-86), em função da idade da planta (2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses), durante dois anos de cultivo para fins energéticos, está apresentado na Tabela 2.

Na tabela 2, levando em consideração a fonte de variação interação genótipo x corte, não foi possível observar efeito significativo ($P > 0,05$) nos dois anos de cultivo para todas as características avaliadas. Exceto para característica produção de matéria seca (PMS) no segundo ano de cultivo, que apresentou diferenças significativas ($P < 0,01$), pelo teste F de Fisher.

A interação genótipo x ambiente é desfavorável nos programas de melhoramento, pois o desempenho de um genótipo pode alterar de um ambiente para o outro, proporcionando alteração na posição relativa dos genótipos ou mesmo na magnitude de suas diferenças (Falconer e Mackay, 1996). Tal fato acaba dificultando a identificação de genótipos superiores para diferentes ambientes (Faria et al., 2009).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância das características morfoagronômicas de oito genótipos^{1/} de capim em função da idade da planta (2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses), durante dois anos de cultivo para fins energéticos. Campos dos Goytacazes - RJ, 2014 a 2016.

F.V.	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS									
		ANO 1					ANO 2				
		PMS	%MS	NP	ALT	DC	PMS	%MS	NP	ALT	DC
Blocos	2	303,48	21,73	415,42	0,58	12,52	232,44	20,94	124,51	0,46	7,17
Genótipo (G)	7	65,68 ^{ns}	7,88 ^{ns}	20,13 ^{ns}	0,06 ^{ns}	2,14 ^{ns}	53,25 ^{ns}	13,35 ^{ns}	32,42 ^{ns}	0,06 ^{ns}	3,70 ^{ns}
Erro a	14	66,80	10,42	95,29	0,91	17,23	38,26	16,3	84,4	0,03	4,96
Corte (C)	5	2068,3 ^{**}	1539,0 ^{**}	279,3 ^{**}	6,4 ^{**}	85,6 ^{**}	1267,9 ^{**}	994,7 ^{**}	281,6 ^{**}	9,8 ^{**}	75,0 ^{**}
Interação (GxC)	35	50,45 ^{ns}	6,36 ^{ns}	76,52 ^{ns}	0,03 ^{ns}	3,84 ^{ns}	35,61 ^{**}	8,77 ^{ns}	66,06 ^{ns}	0,02 ^{ns}	2,35 ^{ns}
Erro b	80	39,25	5,41	81,17	4,79	204,06	15,04	11,87	55,33	0,03	50,13
Média		20,92	32,22	28,46	2,58	12,79	19,65	30,52	2,80	27,12	14,38
CV (%)		39,05	10,01	34,29	9,9	8,67	31,47	13,22	32,8	6,64	15,47

(**, * e ns) significativo em nível de 1%, 5% e não significativo pelo teste F, respectivamente. Produção de matéria seca integral da planta em t.ha-1 = PMS; Percentagem de matéria seca integral = %MS; Número de perfilhos m-1 linear = NP; Altura média da planta em metros = ALT; Diâmetro médio de colmo em milímetros = DC. ^{1/} Cubano Pinda, Vruckwona, IAC-Campinas, Capim Cana D'África, Cameroon, CPAC, IJ 7139 e BAG-86.

Observaram-se efeitos significativos ($P < 0,01$) para todas as características avaliadas, nos dois anos de cultivo com relação à fonte de variação corte. Já para as fontes de variação genótipo, todas as características avaliadas, nos dois anos de cultivo não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$). A ausência de diferenças significativas denotam que entre os genótipos avaliados não existe variabilidade fenotípica (Pereira et al., 2008), fato este que pode ser explicado pela proximidade genética entre estes materiais, identificada em estudos desenvolvidos por Lima et al., (2011), ao avaliarem a divergência genética entre acessos de capim-elefante via marcadores RAPD e ISSR, identificaram que os genótipos utilizados neste trabalho, pertencem ao mesmo grupo, demonstrando que estes genótipos, provavelmente, são próximos geneticamente.

Quanto à precisão experimental, representada pelo coeficiente de variação (CV), para as características produção de matéria seca (PMS), percentagem de matéria seca (%MS), número de perfilhos (NP), altura de planta (ALT) e diâmetro de colmo (DC) encontrados foram, respectivamente, 39.05, 10.01, 34.29, 9.90, 8.67, no primeiro ano de cultivo e 31,47, 13,22, 32,80, 6,64, no segundo ano de cultivo. Os coeficientes de variação (CVs) que indicam a precisão do experimento, em ensaios agrícolas de campo, podem ser considerados baixos se inferiores a 10%, médios, entre 10% a 20%, altos, entre 20% e 30%, e muito altos, para valores superiores a 30% (Fonseca & Martins, 1996).

Diante do exposto, os CV(s) para as características percentagem de matéria seca (%MS), altura (ALT), e diâmetro de colmo (DC) no primeiro ano de avaliação, bem como altura (ALT) no segundo ano de avaliação, foram considerados baixos. Com relação à percentagem de matéria seca e diâmetro de colmo no segundo ano de avaliação, os coeficientes de variação foram considerados médios. Já para produção de matéria seca (PMS) e número de perfilhos (NP) nos dois anos de cultivo, os coeficientes de variação foram considerados muito altos.

Apesar de alguns valores dos coeficientes de variação serem classificados como muito altos, estes resultados corroboram com os resultados normalmente encontrados em trabalhos com a cultura sob condições de campo (Oliveira et al., 2014; Rossi et al., 2014; Rocha et al., 2015). De acordo com Pimentel-Gomes (2000), esses valores da faixa de classificação são muito generalistas e não levam em consideração as particularidades da cultura, bem como da

característica avaliada, portanto, os coeficientes de variação encontrados são aceitáveis.

4.2. Análise de agrupamento de médias (Teste de Tukey)

Analisando os valores médios referentes à característica produção de matéria seca (PMS) obtidos neste trabalho, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, observa-se que as médias dos genótipos variaram de 3,32 à 8,10 t.ha⁻¹ no corte com 2 meses, 11,58 à 21,27 t.ha⁻¹ no corte com 4 meses, 15,51 à 27,02 t.ha⁻¹ no corte com 6 meses, 19,10 à 28,81 t.ha⁻¹ no corte com 8 meses, 26,37 à 44,76 t.ha⁻¹ no corte com 10 meses e 17,06 à 32,66 t.ha⁻¹ no corte com 12 meses, no primeiro ano de cultivo (Tabela 3).

Resultados semelhantes foram encontrados por Vidal et al. (2017), que ao avaliarem características de produção e de qualidade de biomassa, de 6 genótipos de capim-elefante sob cinco diferentes idades de produção, obtiveram uma média de produção de matéria seca de 6,6 t.ha⁻¹ no corte com 2 meses, 18,4 t.ha⁻¹, no corte com 4 meses e 23,77 t.ha⁻¹, no corte com 6 meses de idade.

Foi observado um aumento na produção de matéria seca em função da idade da planta, sendo o corte realizado aos 10 meses, em que os genótipos obtiveram os melhores desempenhos, com uma produção de matéria seca média de 33,17 t.ha⁻¹. Experimentos avaliando a produção de matéria seca em função dos intervalos de cortes, também verificaram incrementos na produção de matéria seca com aumento dos intervalos de corte (Queiroz Filho et al., 2000; Leite et al., 2000; Magalhães et al., 2006; Freitas et al., 2017).

No segundo ano, avaliando todos os valores médios para cada corte, o corte realizado aos 10 e 12 meses foi o que propiciou as maiores produções de matéria seca. Às médias para característica produção de matéria seca (PMS) variaram de 6,81 a 9,79, 12,19 a 18,21, 16,08 a 20,91, 16,08 a 29,69, 22,16 a 32,69 e 21,01 a 37,11 t.ha⁻¹ nos cortes com 2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 3 - Valores médios da característica produção de matéria seca (PMS) avaliada em oito genótipos de capim-elefante em função da idade da planta (2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses), no primeiro ano de avaliação para fins energéticos, Campos dos Goytacazes - RJ, 2014 a 2016

Genótipos	Idade da Planta (Meses)					
	2	4	6	8	10	12
Cubano Pinda	6,21C	16,80ABC	15,51BC	24,25AB	30,87A	17,06ABC
Vruckwona	8,10B	16,39B	20,23B	21,47B	44,76A	22,30B
IAC-Campinas	6,25B	21,27 ^a	22,22 ^a	28,52A	26,37A	25,88 ^a
Cana D'África	6,62C	14,18BC	21,80AB	27,70AB	34,88A	32,66 ^a
Cameroon	4,35C	11,58BC	27,02 ^a	27,06A	27,68A	24,02AB
CPAC	5,45B	15,58AB	21,48 ^a	19,10AB	28,53A	21,56 ^a
IJ 7139	4,71C	19,04BC	19,54BC	28,81AB	36,11A	31,80AB
BAG-86	3,32C	15,62BC	24,19AB	20,12B	36,19A	19,15B
Média	5.63D	16,31C	21,50 BC	24,63B	33,17A	24,31B

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4 - Valores médios da característica produção de matéria seca (PMS) avaliada em oito genótipos de capim-elefante em função da idade da planta (2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses), no segundo ano de avaliação para fins energéticos, Campos dos Goytacazes - RJ, 2014 a 2016.

Genótipos	Idade da Planta (Meses)					
	2	4	6	8	10	12
Cubano Pinda	7,51C	12,19BC	16,48ABC	19,62AB	23,92 ^a	21,07 ^a
Vruckwona	8,50C	14,80BC	19,09B	19,39B	32,62 ^a	29,01 ^a
IAC-Campinas	8,12D	13,56CD	18,11BC	25,73AB	22,16ABC	27,55 ^a
Cana D'África	9,50C	14,39C	23,91B	25,10B	25,15B	37,11 ^a
Cameroon	9,37C	13,4C	18,39BC	23,98AB	28,86 ^a	27,38AB
CPAC	9,79B	17,16A	20,91A	16,08AB	23,21 ^a	22,48 ^a
IJ 7139	8,15D	18,21BC	16,08CD	29,69A	25,57AB	25,27ABC
BAG-86	6,81D	12,49CD	19,99BC	16,81BC	24,05B	34,41 ^a
Média	8,47D	14,53C	19,12B	22,05B	25,69 ^a	28,04 ^a

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Araújo (2016), que ao avaliar a PMS, em $t\ ha^{-1}\ .ano^{-1}$, em 83 genótipos de capim-elefante, encontrou média de $30,96\ t.ha^{-1}\ .ano^{-1}$. Já Flores et al. (2012), avaliando a produção de matéria seca em genótipos de capim-elefante com 4 e 6 meses de idade, obtiveram produção de matéria seca de $29,4\ t.ha^{-1}$ e $41,2\ t.ha^{-1}$, respectivamente, resultados estes, que são superiores aos encontrados neste trabalho.

Com relação à característica percentagem de matéria seca (%MS), as médias observadas para esta característica variaram de 17,86% a 22,8% aos 2 meses de idade, 24,85 a 27,63 aos 4 meses de idade, 32,98 a 37,42 aos 6 meses de idade, 35,94 a 40,34 aos 8 meses de idade, 38,97 a 40,35 aos 10 meses de idade e 31,95 a 36,93 aos 12 meses de idade (Tabelas 5 e 6).

No primeiro ano de cultivo, os genótipos apresentaram melhor desempenho nos cortes realizados aos 8 e 10 meses de idade. Já no segundo ano de cultivo, os cortes realizados aos 6, 8, 10 e 12 meses foram os cortes em que os genótipos obtiveram os melhores desempenhos (Tabela 6).

Tabela 5- Valores médios da característica percentagem de matéria seca (%MS), avaliada em oito genótipos de capim-elefante em função da idade da planta (2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses), no primeiro ano de avaliação para fins energéticos, Campos dos Goytacazes - RJ, 2014 a 2016.

Genótipos	Idade da Planta (Meses)					
	2	4	6	8	10	12
Cubano Pinda	17,86C	27,63B	36,6A	36,98A	39,75A	34,49 ^a
Vruckwona	22,8B	26,1B	34,62A	36,19A	39,90A	36,93 ^a
IAC-Campinas	18,43D	26,87C	32,98B	40,34A	38,97A	34,80AB
Cana D'África	18,03D	25,19C	35,64AB	39,56AB	40,20A	34,38B
Cameroon	18,85C	27,02B	36,09A	39,73A	38,19A	36,22 ^a
CPAC	18,14D	24,85C	35,92AB	36,51AB	39,07A	31,95B
IJ 7139	18,69C	25,73	37,42A	38,38A	40,35A	38,39 ^a
BAG-86	18,48D	25,83C	36,42AB	35,94AB	39,88A	33,24B
Média	18,91D	26,15C	35,71B	37,96A	39,54A	35,05B

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 6- Valores médios da característica percentagem de matéria seca (%MS) avaliada em oito genótipos de capim em função da idade da planta (2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses), no segundo ano de avaliação para fins energéticos, Campos dos Goytacazes - RJ, 2014 a 2016.

Genótipos	Idade da Planta (Meses)					
	2	4	6	8	10	12
Cubano Pinda	17,51B	28,48A	34,87A	35,09A	30,64A	34,53 ^a
Vruckwona	17,38B	30,21A	36,35A	29,34A	32,45A	33,72 ^a
IAC-Campinas	18,13B	28,01A	35,07A	32,43A	35,01A	30,47 ^a
Cana D'África	17,31B	30,46A	37,06A	32,39A	29,56A	29,98A
Cameroon	18,38B	29,49A	35,48A	35,14A	31,84A	31,19A
CPAC	17,92B	31,92A	35,55A	33,62A	36,80A	34,99A
IJ 7139	19,28B	29,15A	34,82A	33,63A	35,83A	34,95A
BAG-86	17,97B	29,76A	36,43A	35,94A	32,46A	36,14A
Média	17,99C	29,67B	35,71A	33,45A	33,07A	33,25A

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A característica número de perfilhos (NP) tem efeito direto sobre a PMS, o que é altamente desejável em genótipos para utilização em bioenergia (Daher et al., 2004). Menezes et al. (2014) encontraram correlação positiva via direta do NP sobre a PMS e via indireta por meio da característica ALT, ou seja, quando se deseja o aumento da PMS, como no caso do capim-elefante para a produção de biomassa energética, pode-se selecionar plantas de maior perfilhamento, pois pode ocorrer aumento da ALT e, com isto, maior PMS.

A média para a característica (NP) variou de 23,66 a 36,00 no corte realizado aos 2 meses de idade, de 16,33 a 32,33 no corte realizado aos 12 meses para o primeiro ano de avaliação (Tabela 7). Com relação ao segundo ano de avaliação (Tabela 8) no corte aos 2 meses de idade, as médias para a característica NP variaram de 28,33 a 33 perfilhos, já aos 12 meses de idade variaram de 28,33 a 46 perfilhos.

Diversos trabalhos corroboram com os resultados encontrados neste trabalho, como Oliveira (2013), que avaliando caracteres morfoagrômicos da biomassa energética de 73 genótipos de capim-elefante em Campos dos Goytacazes – RJ, em dois cortes aos seis meses de crescimento, encontrou valores médios para NP de 29,5 a 23 perfilhos por metro linear.

Tabela 7- Valores médios da característica número de perfilhos (NP) avaliada em oito genótipos de capim-elefante em função da idade da planta (2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses), no primeiro ano de avaliação para fins energéticos, Campos dos Goytacazes - RJ, 2014 a 2017.

Genótipos	Idade da Planta (Meses)					
	2	4	6	8	10	12
Cubano Pinda	32,66A	29,66A	21,33A	27,33A	32A	16,33A
Vruckwona	36AB	29,33AB	26ABa	21,33B	42,93A	20B
IAC-Campinas	31A	37A	26,23Aa	30,33A	23,33A	25,33A
Cana D'África	34,66A	24A	25,66Aa	29,66A	33,90A	32,33A
Cameroon	23,66A	19,66A	32Aa	33A	32,87A	26A
CPAC	32,33A	29,76A	26,33Aa	23,66A	34,33A	27,33A
IJ 7139	25,66A	34A	21Aa	27,33A	36,33A	27,66A
BAG-86	26,66A	27,83A	28,33Aa	24,33A	38,89A	21,33A
Média	30,33AB	28,91AB	25,86B	27,12AB	33,99A	24,54B

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 8- Valores médios da característica número de perfilhos (NP) avaliada em oito genótipos de capim-elefante em função da idade da planta (2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses), no segundo ano de avaliação para fins energéticos, Campos dos Goytacazes - RJ, 2014 a 2016.

Genótipos	Idade da Planta (Meses)					
	2	4	6	8	10	12
Cubano Pinda	30,66A	26,33A	25A	22,66A	32,33A	32A
Vruckwona	30,66A	19,33A	23,66A	28 ^a	29A	32,33A
IAC-Campinas	28,66A	27,33A	26A	31,66A	21,66A	37A
Cana D'África	29,33AB	17,66B	27,66B	30,66AB	27B	46A
Cameroon	32A	26,33A	24,66A	26,66A	32,33A	36A
CPAC	33A	28,33A	27,66A	18,66A	21,33A	26,33A
IJ 7139	28A	32,66A	20,66A	32 ^a	20A	28,33A
BAG-86	28,33A	22,33A	27A	23,33A	32A	33,66A
Média	30,08AB	25,04B	25,29B	26,71B	26,96B	33,96A

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação à altura das plantas, no primeiro ano de avaliação, o menor valor observado para esta característica foi de 1,43 m para o genótipo 8 (BAG-86) aos 2 meses de idade e o maior de 3,18m para o genótipo 4 (Capim Cana D'África) aos 12 meses de idade. No segundo ano de avaliação, o maior valor foi de 3,23 m para o genótipo 3 (IAC-Campinas) no corte aos 2 meses de idade e o menor valor encontrado foi de 1,23 m para o genótipo 1 (Cubano Pinda) aos 10 meses de idade. Estes valores diferem dos encontrados por Oliveira (2015), que obteve média de 3,54 m de ALT, avaliando seis genótipos de capim-elefante cultivado sob doses crescentes de N e cortados aos nove meses de idade, em Campos dos Goytacazes – RJ. Com relação ao desempenho dos genótipos nos 6 cortes de avaliação, foi observado que nos dois anos de avaliação os genótipos apresentaram desempenho semelhante estatisticamente nos cortes realizados dos seis aos 12 meses, exceto o corte realizado aos oito meses, no primeiro ano de avaliação, em que os genótipos apresentaram alturas inferiores, estatisticamente.

Tabela 9- Valores médios da característica altura de plantas (ALT), avaliada em oito genótipos de capim-elefante em função da idade da planta (2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses), no primeiro ano de avaliação para fins energéticos, Campos dos Goytacazes - RJ, 2014 a 2016.

Genótipos	Idade da Planta (Meses)					
	2	4	6	8	10	12
Cubano Pinda	1,65B	2,51A	2,83A	2,88A	2,83A	2,96 ^a
Vruckwona	1,65B	2,68A	2,63A	2,8A	2,95A	2,95 ^a
IAC-Campinas	1,65C	2,36B	2,91A	2,88AB	2,68AB	3,1A
Cana D'África	1,66C	2,46B	2,85A	2,85AB	2,93AB	3,18A
Cameroon	1,6B	2,51A	2,83A	2,7A	2,91A	3,05A
CPAC	1,53B	2,36A	2,76A	2,68A	2,8A	2,65A
IJ 7139	1,51C	2,4B	2,7A	2,83AB	2,86AB	3,08A
BAG-86	1,43C	2,28B	2,91A	2,7AB	2,83AB	3,03A
Média	1,59D	2,45C	2,81AB	1,79B	2,85AB	3,00A

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 10- Valores médios da característica altura de plantas (ALT), avaliada em oito genótipos de capim-elefante em função da idade da planta (2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses), no segundo ano de avaliação para fins energéticos, Campos dos Goytacazes - RJ, 2014 a 2016.

Genótipos	Idade da Planta (Meses)					
	2	4	6	8	10	12
Cubano Pinda	1,23C	2,48B	2,93AB	2,78AB	3,16A	3,00A
Vruckwona	1,48C	2,61B	3,06AB	3,08A	3,1A	3,06AB
IAC-Campinas	1,46C	2,68B	2,96AB	3,21A	3,23A	2,93AB
Cana D'África	1,61C	2,61B	3,05AB	3,2A	3,1A	3,2A
Cameroon	1,5C	2,6B	3,03AB	3,08A	3,23A	2,86AB
CPAC	1,5C	2,58B	2,91AB	3AB	3,16A	3AB
IJ 7139	1,38B	2,75A	3A	3,01A	3,03A	3,16A
BAG-86	1,5C	2,58B	2,98AB	3,05A	2,93AB	3,03AB
Média	1,46C	2,61B	2,99A	3,05A	3,12A	3,03A

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O diâmetro de colmo (DC) é uma característica importante para a cultura do capim-elefante, pois esta característica apresenta correlação positiva com produção de matéria seca (Xia et al., 2010), e também apresenta efeito direto sobre esta mesma característica (Daher et al., 2004). Os valores médios dos oito genótipos avaliados no primeiro e segundo ano de avaliação, respectivamente, encontram-se nas tabelas 11 e 12.

Os valores de diâmetro variaram de 9,98 a 17,81mm no primeiro ano de avaliação, já no segundo ano, variaram de 11,57 a 20,39 mm. Com relação à idade de corte, no primeiro ano no corte realizado aos 12 meses, os genótipos apresentaram os melhores desempenhos e no segundo ano, o melhor corte foi aos 10 meses de idade.

Rossi et al. (2014), avaliando caracteres morfoagronômicos em 40 genótipos de capim-elefante, em Campos dos Goytacazes – RJ, encontraram valores de diâmetro variando de 7,3 a 16,3 mm, valores estes que são inferiores aos encontrados neste trabalho. Já Oliveira (2013), ao avaliar características morfoagronômicas e qualidade de biomassa energética de 73 genótipos de capim-elefante, em Campos dos Goytacazes-RJ, com 2, 3, 4, 5 e 6 meses de idade, observou que, de modo geral, as médias observadas estiveram entre 14 e 15 mm.

Tabela 11- Valores médios da característica diâmetro de colmo (DC), avaliada em oito genótipos de capim-elefante em função da idade da planta (2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses), no primeiro ano de avaliação para fins energéticos, Campos dos Goytacazes - RJ, 2014 a 2016.

Genótipos	Idade da Planta (Mceses)					
	2	4	6	8	10	12
Cubano Pinda	12,05A	13,33A	12,28 ^a	11,35A	10,30A	13,44A
Vruckwona	11,75AB	12,99AB	10,90B	15,11A	9,98B	14,93A
IAC-Campinas	11,92AB	13,61AB	15,37 ^a	12,24AB	10,66B	15,33A
Cana D'África	10,79B	13,40AB	11,02B	12,83AB	11,40B	15,84A
Cameroon	12,23AB	14,62AB	12,15AB	11,96AB	11,19B	15,58A
CPAC	10,85C	14,77AB	12,15BC	11,35BC	10,90C	17,54A
IJ 7139	10,82B	12,83B	12,33B	13,2B	10,96B	17,22A
BAG-86	10,25C	14,86AB	12BC	13,36BC	10,22C	17,81A
Média	11,34CD	13,80B	12,28C	12,68BC	10,71D	15,96A

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 12- Valores médios da característica diâmetro de colmo (DC), avaliada em oito genótipos de capim-elefante em função da idade da planta (2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses), no segundo ano de avaliação para fins energéticos, Campos dos Goytacazes - RJ, 2014 a 2016.

Genótipos	Idade da Planta (Meses)					
	2	4	6	8	10	12
Cubano Pinda	12,37B	12,59B	14,42AB	12,91AB	17,95A	14,22AB
Vruckwona	11,57A	12,09A	14,29A	13,38A	16,65A	14,88A
IAC-Campinas	12,61B	12,76B	14,01B	14,61B	20,39A	13,55B
Cana D'África	12,93A	13,68A	15,30A	16,56A	17,99A	15,44A
Cameroon	12,70A	12,88A	14,14A	15,11A	17,74A	13,55A
CPAC	12,83A	13,59A	13,49A	13,96A	17,55A	15,22A
IJ 7139	11,9A	12,36A	15,17A	15,14A	15,88A	15,33A
BAG-86	12,87A	13,52A	13,62A	13,61A	15,96A	15,22A
Média	12,47C	12,94BC	14,31BC	17,52B	17,52A	14,68B

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

4.3. Análise de variância para regressão polinomial conjunta (modelos lineares de 1° e 2° grau)

As estimativas de quadrados médios para as fontes de variação (FV), devido à regressão e aos desvios de regressão para os modelos lineares de 1° grau e de 2° grau, aplicados aos valores médios de produção de matéria seca referentes às seis idades nos dois anos de cultivo, encontram-se na Tabela 13.

Com relação ao primeiro ano de avaliação, todos os genótipos apresentaram efeito linear de segundo grau, exceto os genótipos G4 (Capim Cana D'África) e G7 (IJ 7139), que apresentaram efeito linear de primeiro grau ($P < 0,01$), indicando que os mesmos não atingiram sua capacidade máxima de produção de matéria seca no intervalo de tempo dos cortes avaliados (Figura 2).

Os pontos de máxima produção de matéria seca (PMS), para os genótipos G1 (Cubano Pinda), G2 (Vruckwona), G3 (IAC-Campinas), G5 (Cameroon), G6 (CPAC) e G8 (BAG-86), foram obtidos aos 8,86 meses, 10,31 meses, 9,13 meses, 9,06 meses, 9,62 meses, e 8,87 meses, respectivamente. As produções máximas estimadas para esses genótipos foram G1 (Cubano Pinda) $24,56 \text{ t.ha}^{-1}$, G2 (Vruckwona) $29,9 \text{ t.ha}^{-1}$, G3 (IAC-Campinas) $18,26 \text{ t.ha}^{-1}$, G5 (Cameroon), $28,38 \text{ t.ha}^{-1}$, G6 (CPAC) $24,53 \text{ t.ha}^{-1}$ e G8 (BAG-86) $27,63 \text{ t.ha}^{-1}$.

No segundo ano, a maioria dos genótipos avaliados não apresentaram pontos de máxima, sendo observado um acúmulo de matéria seca durante os 12 meses de produção. Somente o genótipo 7 (IJ 7139) apresentou efeito linear de segundo grau ($P < 0,01$). O ponto de máxima produção para este genótipo foi obtido aos 10,25 meses, sendo a produção de matéria seca máxima estimada de $26,44 \text{ t.ha}^{-1}$ (Figura 3).

Tabela 13- Estimativas de quadrados médios para as fontes de variação, devido à regressão (Reg.) e aos desvios de regressão (Desv.) para os modelos lineares de 1º e 2º graus para característica produção de matéria seca (PMS), em função de seis épocas de corte envolvendo oito genótipos^{1/} de capim-elefante. Campos dos Goytacazes - RJ, 2014 a 2016.

F.V.	Q.M. da Regressão para característica PMS							Modelo	
	G.L.	1º grau	R²(%)	G.L.	2º grau	R²(%)			
G1	Ano 1	Reg.	1	474,11**	45,02	2	292,01**	72,75	2
		Desv.	4	144,73**		3	95,63**		
	Ano 2	Reg.	1	482,68**	87,19	2	50,48 ^{ns}	96,31	1
		Desv.	4	17,71 ^{ns}		3	6,79 ^{ns}		
G2	Ano 1	Reg.	1	1061,60**	47,42	2	206,06**	56,63	2
		Desv.	4	294,19**		3	323,56**		
	Ano 2	Reg.	1	1046,70**	87,46	2	6,82 ^{ns}	88,03	1
		Desv.	4	37,49*		3	47,71*		
G3	Ano 1	Reg.	1	614,73**	63,04	2	288,83**	92,67	2
		Desv.	4	90,07**		3	23,81 ^{ns}		
	Ano 2	Reg.	1	731,12**	87,95	2	38,30 ^{ns}	92,56	1
		Desv.	4	25,02 ^{ns}		3	20,59 ^{ns}		
G4	Ano 1	Reg.	1	1683,53**	92,89	2	91,70**	97,95	1
		Desv.	4	32,17 ^{ns}		3	12,33 ^{ns}		
	Ano 2	Reg.	1	1260,36**	90,58	2	0,23 ^{ns}	90,6	1
		Desv.	4	32,75 ^{ns}		3	43,59*		
G5	Ano 1	Reg.	1	922,51**	62,8	2	461,85**	94,24	2
		Desv.	4	136,60**		3	28,18 ^{ns}		
	Ano 2	Reg.	1	864,64**	93,66	2	28,015 ^{ns}	96,69	1
		Desv.	4	14,62 ^{ns}		3	10,16 ^{ns}		
G6	Ano 1	Reg.	1	586,94**	65,659	2	182,12**	86,03	2
		Desv.	4	76,74**		3	41,61 ^{ns}		
	Ano 2	Reg.	1	252,56**	66,31	2	25,93 ^{ns}	73,12	1
		Desv.	4	32,06 ^{ns}		3	34,11 ^{ns}		
G7	Ano 1	Reg.	1	1645,53**	85,09	2	155,39 ^{ns}	93,12	1
		Desv.	4	72,08 ^{ns}		3	44,31 ^{ns}		
	Ano 2	Reg.	1	630,64**	67,75	2	127,61**	81,47	2
		Desv.	4	75,015**		3	57,48*		
G8	Ano 1	Reg.	1	801,84**	46,29	2	486,19**	74,35	2
		Desv.	4	232,58**		3	148,05*		
	Ano 2	Reg.	1	1230,90**	89,3	2	17,85 ^{ns}	90,59	1
		Desv.	4	36,86 ^{ns}		3	43,20*		

** = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; * = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns = Não significativo.

^{1/} Cubano Pinda, Vruckwona, IAC-Campinas, Capim Cana D'África, Cameroon, CPAC, IJ 7139 e BAG-86.

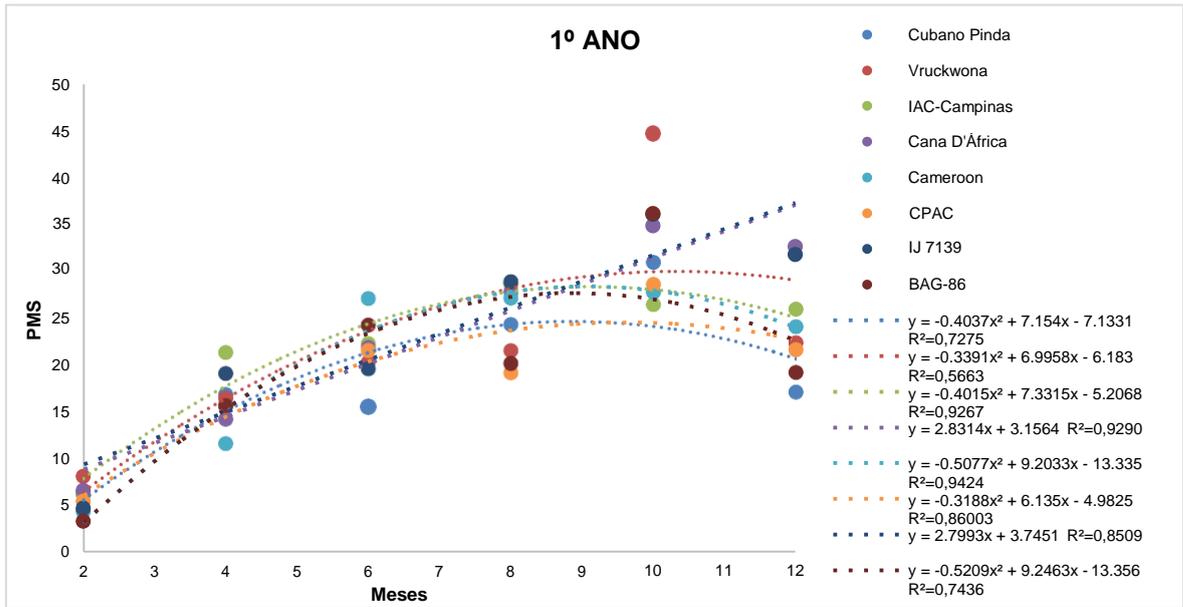


Figura 2. Linhas e curvas de regressão ajustadas para a produção de matéria seca (PMS) em função da idade de corte, no primeiro ano de cultivo. Campos dos Goytacazes - RJ, 2014 a 2016.

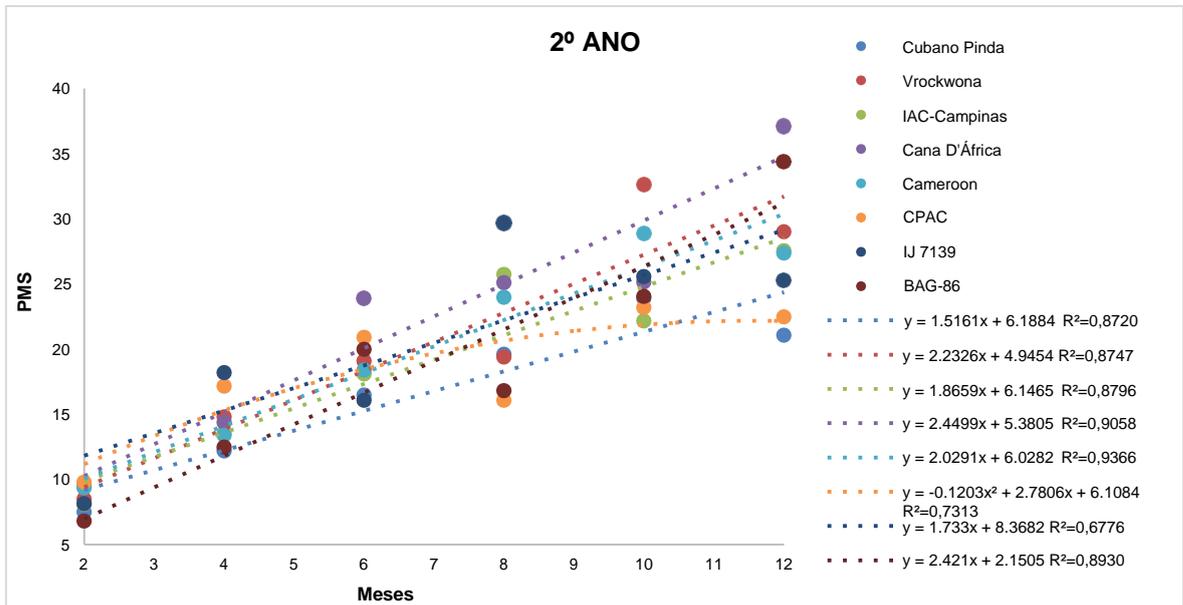


Figura 3. Linhas e curvas de regressão ajustadas para a característica produção de matéria seca (PMS) em função da idade de corte, no segundo ano de cultivo. Campos dos Goytacazes - RJ, 2014 a 2016.

A tendência de aumento na produção de matéria seca com o aumento da idade de corte, verificada neste experimento, concorda com os resultados observados por Acunha & Coelho (1994), Costa et al. (1997) e Freitas et al. (2017), com capim-elefante e por Rodrigues et al. (2004), com capim Tanzânia. Segundo Costa & Saibro (1984), os cortes das plantas em estádios mais avançados de crescimento proporcionam maiores rendimentos de forragem, como consequência do maior período de tempo para o acúmulo de matéria seca.

Muitos trabalhos corroboram com os resultados aqui encontrados, como o de Araújo (2016), ao avaliar o desempenho produtivo de 83 genótipos de capim-elefante sob o regime de cortes anuais, em Campos dos Goytacazes - RJ, que obteve produções de matéria seca variando de 26,73 à 36,02 t.ha⁻¹ em quatro cortes de avaliação. Resultados estes que são semelhantes aos encontrados neste trabalho. E o de Carvalho (2014) que, realizando a caracterização de genótipos de capim-elefante em regiões semiáridas, aos oito meses de idade, obteve produção de matéria seca de 28,77 t.ha⁻¹.

As significâncias para os componentes lineares de 1º e 2º grau, assim como os desvios de regressão para a característica percentagem de matéria seca (%MS), envolvendo oito genótipos de capim-elefante, são apresentados na Tabela 14. Como é possível observar, todos os oito genótipos avaliados apresentaram pontos de máxima percentagem de matéria seca, nos dois anos de cultivo, indicando que estes não acumularam matéria seca durante os 12 meses de cultivo, devido à apresentação de um ponto de máxima produção (Figura 4 e Figura 5).

O aumento do teor de MS com o desenvolvimento das plantas forrageiras decorre das modificações estruturais dos tecidos, do metabolismo e das transformações de fotoassimilação das folhas para os frutos e outros órgãos da planta (Mendonça & Rocha, 1985). Para Euclides (1995), a ampliação da idade das plantas promove redução do seu conteúdo celular e aumenta a parede celular, contribuindo para o aumento do seu teor de matéria seca.

Os pontos máximos de percentagens de matéria seca obtidas para os genótipos 1, 3, 4, 5, 6 e 8 ocorreram próximos aos nove meses de idade, já os genótipos 2 e 7 ocorreram próximos aos 10 meses. As percentagens máximas obtidas variaram de 37,84% para o genótipo 6 aos nove meses de idade, a

40,31% para o genótipo 7 aos 10 meses de idade, no primeiro ano de cultivo (Figura 3).

Com relação ao segundo ano de cultivo, os genótipos 3, 4 e 5 atingiram o ponto de máxima com oito meses de idade, já os genótipos 1, 2, 6, 7 e 8, atingiram o ponto de máxima percentagem de matéria seca aos nove meses de idade, sendo o genótipo 8, o que apresentou maior percentagem de matéria seca (37.03%). Já a menor percentagem de matéria seca foi obtida pelo genótipo 2 (34.63%), ambos aos nove meses de idade (Figura 4). Rossi et al. (2014), que ao avaliar a %MS de 40 genótipos de capim-elefante em Campos dos Goytacazes-RJ, encontraram resultados semelhantes, com média geral de 34,28% aos 10 meses de idade.

Tabela 14 - Estimativas de quadrados médios para as fontes de variação, devido à regressão (Reg.) e aos desvios de regressão (Desv.) para os modelos lineares de 1º e 2º graus para característica percentagem de matéria seca (%MS), em função de seis épocas de corte envolvendo oito genótipos^{1/} de capim-elefante. Campos dos Goytacazes - RJ, 2014 a 2016.

F.V.		Q.M. da Regressão para característica %MS							
		G.L.	1º grau	R²(%)	G.L.	2º grau	R²(%)	Modelo	
G1	Ano 1	Reg.	1	615,92**	62,06	2	356,49**	97,97	2
		Desv.	4	94,14**		3	6,69**		
	Ano 2	Reg.	1	361,26**	52,65	2	221,53**	84,93	2
		Desv.	4	81,22**		3	34,45**		
G2	Ano 1	Reg.	1	553,37**	81,18	2	91,48**	94,6	2
		Desv.	4	32,07**		3	12,27**		
	Ano 2	Reg.	1	284,02**	43,05	2	174,75**	69,53	2
		Desv.	4	93,94**		3	66,99**		
G3	Ano 1	Reg.	1	675,38**	66,7	2	308,84**	97,2	2
		Desv.	4	84,29**		3	9,43 ns		
	Ano 2	Reg.	1	274,75**	45,41	2	289,32**	93,22	2
		Desv.	4	82,57**		3	13,66 ns		
G4	Ano 1	Reg.	1	731,78**	63,42	2	387,49**	97	2
		Desv.	4	105,52**		3	11,52 ns		
	Ano 2	Reg.	1	134,22**	20,79	2	366,91**	77,62	2
		Desv.	4	127,84**		3	48,15**		
G5	Ano 1	Reg.	1	659,13**	67,06	2	309,97**	98,6	2
		Desv.	4	80,94**		3	4,59 ns		
	Ano 2	Reg.	1	214,57**	36,48	2	328,61**	92,34	2
		Desv.	4	93,41**		3	15,01 ns		
G6	Ano 1	Reg.	1	540,82**	55,66	2	380,33**	94,8	2
		Desv.	4	107,72**		3	16,85*		
	Ano 2	Reg.	1	412,00**	56,01	2	233,51**	87,75	2
		Desv.	4	80,91**		3	30,05 ns		
G7	Ano 1	Reg.	1	879,76**	75,42	2	251,28**	96,96	2
		Desv.	4	71,70**		3	11,84 ns		
	Ano 2	Reg.	1	405,33**	67,25	2	163,36**	94,35	2
		Desv.	4	49,35**		3	11,34 ns		
G8	Ano 1	Reg.	1	571,44**	59,77	2	332,69**	94,56	2
		Desv.	4	96,17**		3	17,32*		
	Ano 2	Reg.	1	415,28**	54,83	2	235,14**	85,87	2
		Desv.	4	85,55**		3	35,68*		

** = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; * = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns = Não significativo.

^{1/} Cubano Pinda, Vruckwona, IAC-Campinas, Capim Cana D'África, Cameroon, CPAC, IJ 7139 e BAG-86.

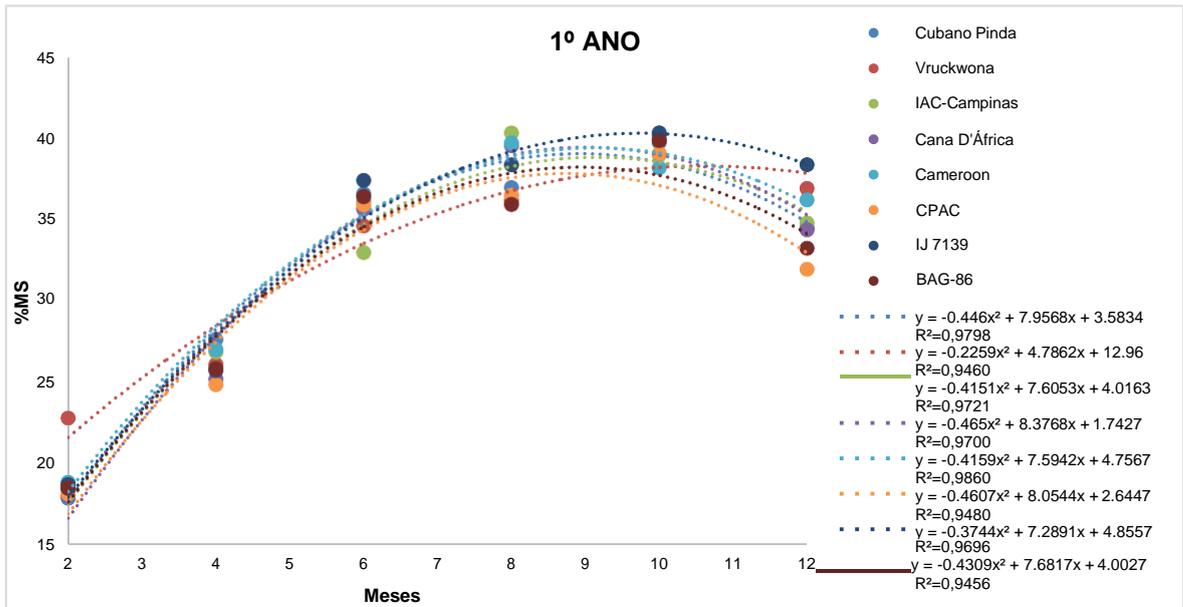


Figura 4. Curvas de regressão ajustadas para a característica percentagem de matéria seca (%MS) em função da idade de corte, no primeiro ano de cultivo. Campos dos Goytacazes - RJ, 2014 a 2016.

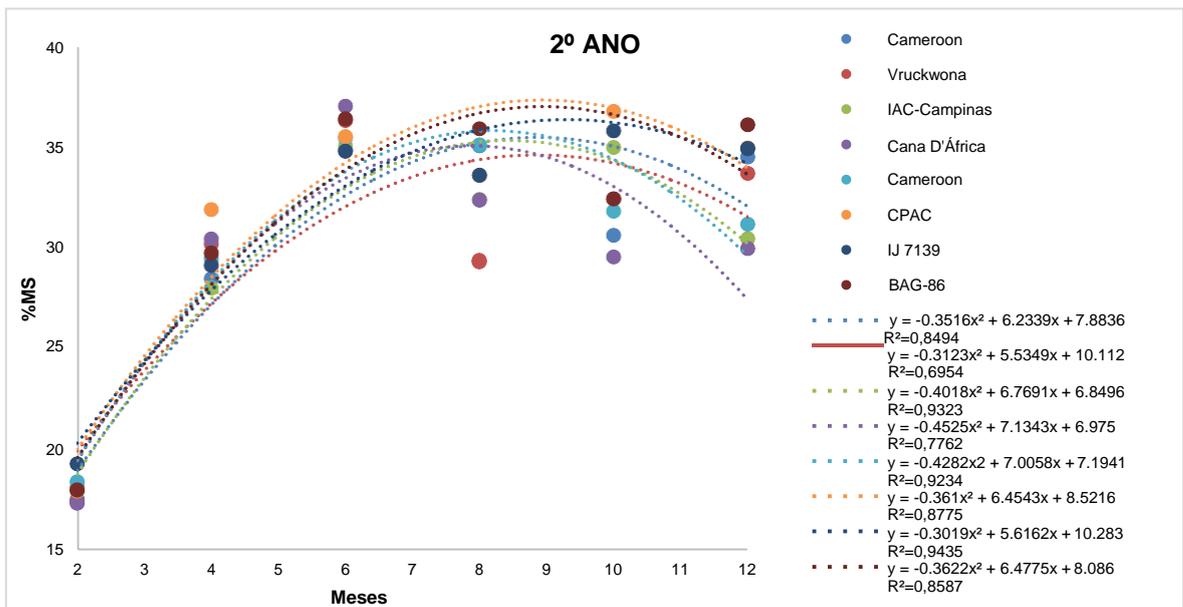


Figura 5 Curvas de regressão ajustadas para a característica percentagem de matéria seca (%MS) em função da idade de corte, no segundo ano de cultivo. Campos dos Goytacazes - RJ, 2014 a 2016.

Souza Sobrinho et al. (2005) encontraram uma média de 24,47% com intervalos de corte de 3 meses. Já Santos et al. (2001), avaliando a composição química do capim-elefante cv. Roxo, encontraram %MS média de 19,7% com 3 meses e 17,4% aos 2 meses, no período seco e chuvoso, respectivamente. Comparando os resultados obtidos com os resultados encontrados por Santos et al. (2001) e Souza Sobrinho et al. (2005), pode-se afirmar que há um incremento na percentagem de matéria seca quando se aumenta o intervalo de corte.

Para a característica número de perfilhos (NP), verifica-se que esta característica não foi influenciada pelas diferentes idades da planta de modo linear, visto que apenas um genótipo (G4) se diferenciou dos demais pelo teste de médias de F de Fisher, a 5% ($P < 0,05$), e os demais genótipos apresentaram ausência de regressão, conforme apresentado na Tabela 15.

Tabela 15- Estimativas de quadrados médios para as fontes de variação, devido à regressão e aos desvios de regressão para os modelos lineares de 1º e 2º graus para característica percentagem de matéria seca (%MS), envolvendo 8 genótipos de capim-elefante. Campos dos Goytacazes - RJ, 2014 a 2016.

F.V.		Q.M. da Regressão para característica NP							
		G.L.	1º grau	R²(%)	G.L.	2º grau	R²(%)	Modelo	
G1	Ano 1	Reg.	1	202,07 ^{ns}	32,22	2	4,60 ^{ns}	32,96	Ausência
		Desv.	4	106,26 ^{ns}		3	140,15 ^{ns}		
	Ano 2	Reg.	1	21,36 ^{ns}	8,69	2	146,30 ^{ns}	68,2	Ausência
		Desv.	4	56,12 ^{ns}		3	26,06 ^{ns}		
G2	Ano 1	Reg.	1	82,46 ^{ns}	7,02	2	12,10 ^{ns}	8,05	Ausência
		Desv.	4	273,09 ^{ns}		3	360,08 ^{ns}		
	Ano 2	Reg.	1	74,39 ^{ns}	21,27	2	128,58 ^{ns}	58,02	Ausência
		Desv.	4	68,86 ^{ns}		3	48,95 ^{ns}		
G3	Ano 1	Reg.	1	182,36 ^{ns}	49,47	2	0,88 ^{ns}	49,7	Ausência
		Desv.	4	46,58 ^{ns}		3	61,81 ^{ns}		
	Ano 2	Reg.	1	39,42 ^{ns}	9,64	2	84,60 ^{ns}	30,33	Ausência
		Desv.	4	92,38 ^{ns}		3	94,98 ^{ns}		
G4	Ano 1	Reg.	1	16,01 ^{ns}	5,86	2	114,70 ^{ns}	47,86	Ausência
		Desv.	4	64,28 ^{ns}		3	47,47 ^{ns}		
	Ano 2	Reg.	1	560,22 ^{**}	44,15	2	347,70 [*]	71,55	2
		Desv.	4	177,18 [*]		3	120,34 ^{ns}		
G5	Ano 1	Reg.	1	105,71 ^{ns}	23,69	2	143,27 ^{ns}	55,79	Ausência
		Desv.	4	85,14 ^{ns}		3	65,77 ^{ns}		
	Ano 2	Reg.	1	68,56 ^{ns}	23,37	2	206,30 ^{ns}	93,7	Ausência
		Desv.	4	56,19 ^{ns}		3	6,16 ^{ns}		
G6	Ano 1	Reg.	1	8,35 ^{ns}	3,55	2	41,87 ^{ns}	21,33	Ausência
		Desv.	4	56,76 ^{ns}		3	61,73 ^{ns}		
	Ano 2	Reg.	1	171,90 ^{ns}	43,14	2	135,82 ^{ns}	77,23	Ausência
		Desv.	4	56,64 ^{ns}		3	30,24 ^{ns}		
G7	Ano 1	Reg.	1	23,32 ^{ns}	4,93	2	0,33 ^{ns}	5	Ausência
		Desv.	4	112,50 ^{ns}		3	149,89 ^{ns}		
	Ano 2	Reg.	1	26,78 ^{ns}	5,99	2	12,01 ^{ns}	8,68	Ausência
		Desv.	4	105,04 ^{ns}		3	136,05 ^{ns}		
G8	Ano 1	Reg.	1	-0,01 ^{ns}	0,00	2	47,59 ^{ns}	9,95	Ausência
		Desv.	4	119,58 ^{ns}		3	143,57 ^{ns}		
	Ano 2	Reg.	1	115,87 ^{ns}	37,57	2	105,45 ^{ns}	71,75	Ausência
		Desv.	4	48,14 ^{ns}		3	29,04 ^{ns}		

** = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; * = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns = Não significativo.

^{1/} Cubano Pinda, Vruckwona, IAC-Campinas, Capim Cana D'África, Cameroon, CPAC, IJ 7139 e BAG-86.

O genótipo 4 (Capim Cana D'África), no segundo ano de cultivo, foi o único que apresentou efeito significativo para regressão ($P > 0,05$), apresentando ponto de mínima produção aos 5 meses de idade (Figura 6), tal fato pode ter ocorrido em função de algum erro experimental, tendo em vista que os colmos nas plantas com menos de 2 meses de idade ainda não estão bem delimitados, podendo ter ocorrido algum erro na identificação dos colmos, fato este que pode ser o causal para o coeficiente de variação para esta característica ter sido considerado como muito alto (34.29%) (Tabela 2).

Outra hipótese para tal resultado pode ser devido à existência de alguns perfilhos com menor tamanho, quando comparado aos demais, e com isso, estes tenham recebido menor intensidade luminosa, devido ao sombreamento ocasionado pelos perfilhos que estavam com maior tamanho, o sombreamento pode ter ocasionado a morte dos mesmos. Segundo Teixeira Vitor et al. (2009), a baixa intensidade luminosa limita a produção em genótipos de capim-elefante.

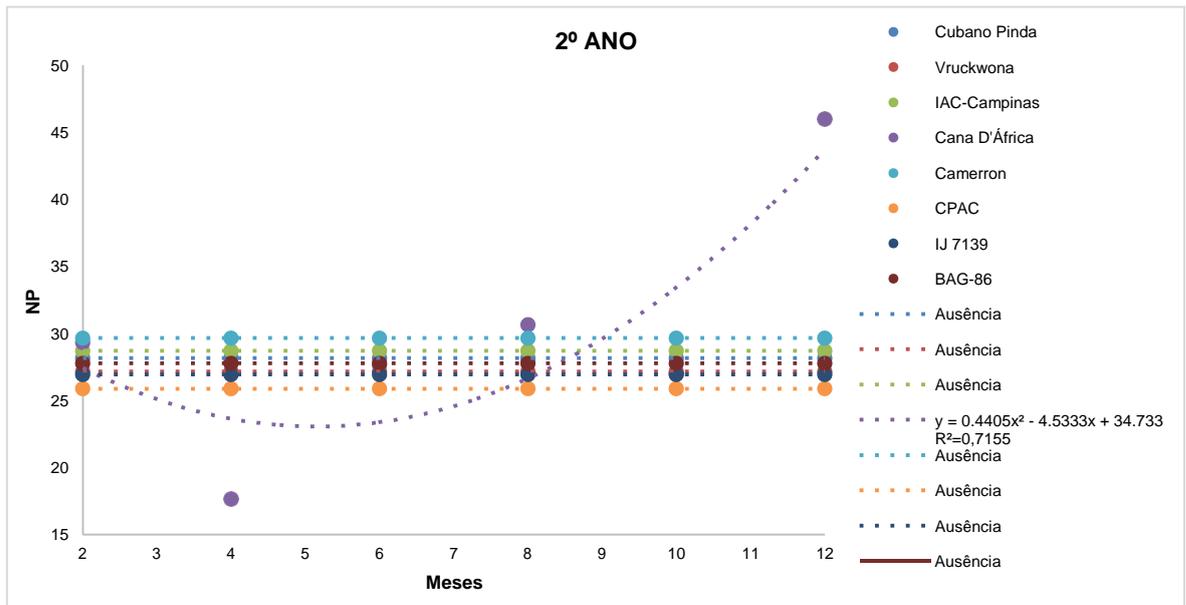


Figura 6. Curvas de regressão ajustadas para a característica número de perfilhos (NP) em função da idade de corte, no segundo ano de cultivo. Campos dos Goytacazes - RJ, 2014 a 2016.

As significâncias para os modelos lineares de 1º e 2º grau, assim como os desvios de regressão para a característica altura de plantas (ALT), envolvendo 8 genótipos de capim-elefante, são apresentados na Tabela 16. Semelhante ao observado para a característica percentagem de matéria seca (%MS), todos os oito genótipos avaliados apresentaram significância para fonte de variação regressão de segundo grau, apresentando, portanto, pontos de altura máxima, nos dois anos de cultivo (Figura 7 e Figura 8).

As pastagens apresentam vários estágios de crescimento, o crescimento inicial é lento, seguido de um período no qual o crescimento é linear com o tempo, e, posteriormente, ocorre um declínio, quando as folhas superiores das pastagens impedem que as inferiores recebam luz para fotossintetizarem eficientemente (Escuder, 1980). Sendo assim, os pontos de máxima para característica altura de planta foram encontrados aos 9.4 meses, 9.7 meses, 9.9 meses, 10.6 meses, 9.9 meses, 8.8 meses, 10.4 meses e 9.9 meses para os genótipos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8, respectivamente, no primeiro ano de cultivo. Resultados semelhantes foram observados no segundo ano de cultivo, onde os pontos de máxima ocorreram entre os 8 e 10 meses de idade.

A altura máxima estimada no primeiro ano de cultivo foi de 3.10m no genótipo 4 (Capim Cana D'África), já a menor altura foi de 2.87m no genótipo 6 (CPAC). No segundo ano de cultivo, foram encontradas maiores alturas estimadas, quando comparada ao primeiro ano de cultivo, sendo os maiores valores encontrados, nos genótipos 2 (Vruckwona), 5 (Cameroon) e 7 (IJ 7139), sendo esta de 3.26m. O menor valor estimado no segundo ano de cultivo foi de 3,15m., para os genótipos 1 (Cubano Pinda) e 8 (BAG-86), de 3,15m.

Resultados semelhantes foram encontrados por Almeida (2016), com os mesmos genótipos avaliados no presente trabalho que encontrou medias de 3,32 e 3,03m no primeiro e segundo anos de avaliação, respectivamente. Já Santos (2013) encontraram média de 3,67m para 3 cortes, avaliando 3 genótipos de capim-elefante e Oliveira et al. (2015), ao avaliar seis genótipos de capim-elefante, observaram média geral de 3,54m.

Tabela 16- Estimativas de quadrados médios para as fontes de variação, devido à regressão e aos desvios de regressão para os modelos lineares de 1º e 2º graus para característica Altura (ALT), envolvendo 8 genótipos de capim-elefante. Campos dos Goytacazes - RJ, 2014 a 2016.

F.V.		Q.M. da Regressão para característica ALT							
		G.L.	1º grau	R²(%)	G.L.	2º grau	R²(%)	Modelo	
G1	Ano 1	Reg.	1	2,46**	66,69	2	0,94**	92,15	2
		Desv.	4	0,31**		3	0,10**		
	Ano 2	Reg.	1	4,94**	65,64	2	1,93**	91,29	2
		Desv.	4	0,65**		3	0,22**		
G2	Ano 1	Reg.	1	2,39**	66,66	2	0,68**	85,66	2
		Desv.	4	0,30**		3	0,17*		
	Ano 2	Reg.	1	3,77**	61,2	2	2,05**	94,37	2
		Desv.	4	0,60**		3	0,12*		
G3	Ano 1	Reg.	1	2,86**	68,32	2	0,72**	85,62	2
		Desv.	4	0,33**		3	0,20*		
	Ano 2	Reg.	1	3,65**	55,78	2	2,67**	96,58	2
		Desv.	4	0,72**		3	0,08 ^{ns}		
G4	Ano 1	Reg.	1	3,48**	79,65	2	0,57**	92,61	2
		Desv.	4	0,22**		3	0,11 ^{ns}		
	Ano 2	Reg.	1	3,88**	67,87	2	1,57**	95,35	2
		Desv.	4	0,46**		3	0,09 ^{ns}		
G5	Ano 1	Reg.	1	2,96**	71,91	2	0,67**	88,05	2
		Desv.	4	0,29**		3	0,16*		
	Ano 2	Reg.	1	3,31**	54,61	2	2,56**	96,9	2
		Desv.	4	0,69**		3	0,06 ^{ns}		
G6	Ano 1	Reg.	1	1,98**	56,81	2	1,31**	94,28	2
		Desv.	4	0,38**		3	0,07 ^{ns}		
	Ano 2	Reg.	1	3,73**	65,56	2	1,71**	95,57	2
		Desv.	4	0,49**		3	0,08 ^{ns}		
G7	Ano 1	Reg.	1	3,76**	79,52	2	0,69**	94,15	2
		Desv.	4	0,24**		3	0,09 ^{ns}		
	Ano 2	Reg.	1	4,10**	60,73	2	1,80**	87,38	2
		Desv.	4	0,66**		3	0,28**		
G8	Ano 1	Reg.	1	3,81**	71,13	2	0,98**	89,49	2
		Desv.	4	0,39**		3	0,19*		
	Ano 2	Reg.	1	3,31**	60,56	2	1,74**	92,47	2
		Desv.	4	0,54**		3	0,14*		

** = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; * = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns = Não significativo.

^{1/} Cubano Pinda, Vruckwona, IAC-Campinas, Capim Cana D'África, Cameroon, CPAC, IJ 7139 e BAG-86.

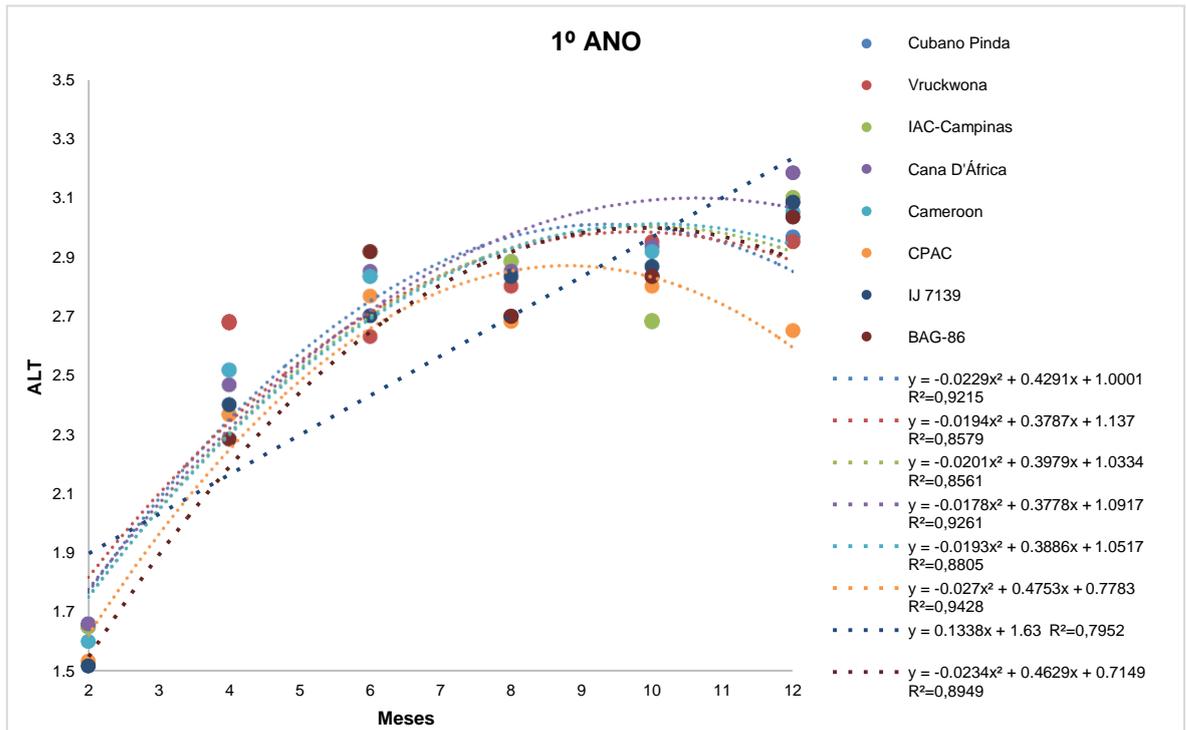


Figura 7. Curvas de regressão ajustadas para a característica altura de plantas (ALT) em função da idade de corte, no primeiro ano de cultivo. Campos dos Goytacazes - RJ, 2014 a 2016.

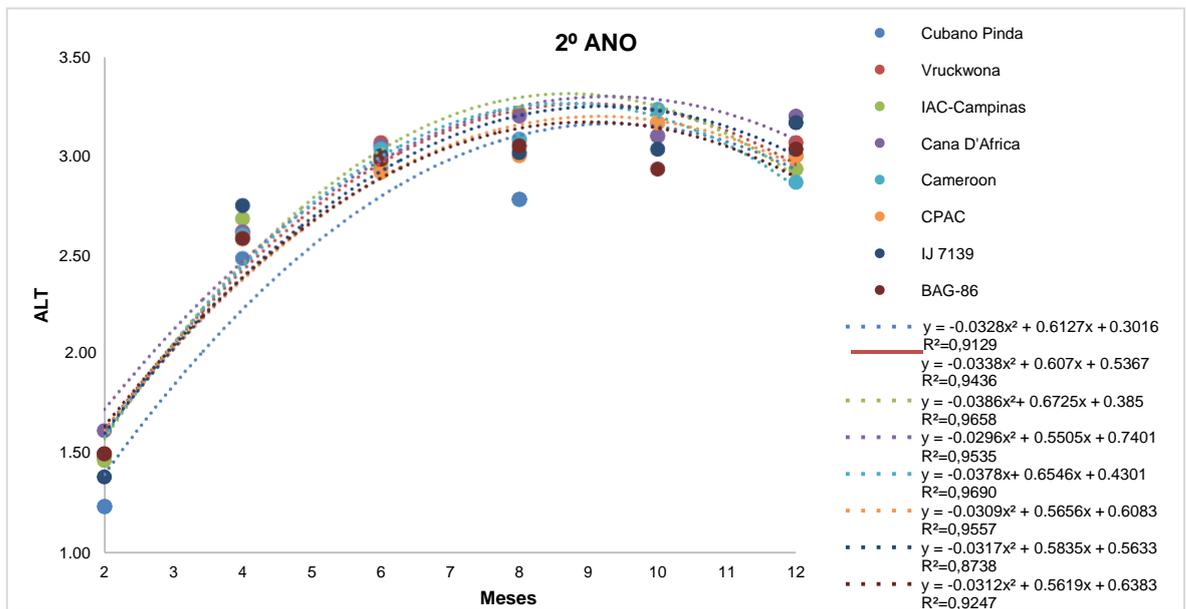


Figura 8. Curvas de regressão ajustadas para a característica altura de plantas (ALT) em função da idade de corte, no segundo ano de cultivo. Campos dos Goytacazes - RJ, 2014 a 2016.

As estimativas de quadrados médios para as fontes de variação, devido à regressão e aos desvios de regressão para os modelos lineares de 1º e 2º grau

para característica Diâmetro de Colmo (DC), envolvendo 8 genótipos de capim-elefante, são apresentados na Tabela 17, onde é possível observar que os genótipos 1 (Cubano Pinda), 2 (Vruckwona) e 3 (IAC-Campinas) no primeiro ano de cultivo, o genótipo 8 (BAG-86) no segundo ano de cultivo, e o genótipo 5 (Cameroon) nos dois anos de cultivo, apresentaram ausência de regressão, indicando que os pontos não se ajustam linearmente (Figura 9 e Figura 10).

Os genótipos 1 (Cubano Pinda), 7 (IJ 7139) e 8 (BAG-86), no primeiro ano de cultivo, apresentaram ajuste linear de primeiro grau, assim como os genótipos 1 (Cubano Pinda), 2 (Vruckwona) e 3 (IAC-Campinas), 4 (Capim Cana D'África), 6 (CPAC) e 7 (IJ 7139) no segundo ano de cultivo, indicando que estes genótipos não atingiram o ponto de máxima produção durante os 12 meses de avaliação, sendo os maiores diâmetros observados nos genótipos 8 (BAG-86) e 3 (IAC-Campinas), no primeiro e segundo anos de cultivo, respectivamente. As médias gerais de 12,7 e 14,4 mm, para o primeiro e segundo ano de cultivo, encontradas neste estudo, são inferiores aos resultados observados por Oliveira (2012), que observou média de 16,00 mm para seis genótipos de capim-elefante.

O genótipo 6 (CPAC), no primeiro ano de cultivo, foi o único que apresentou efeito linear de segundo grau, porém, este de modo semelhante ao ocorrido com o genótipo 4 (Capim Cana D'África), para a característica número de perfilhos (NP), apresentou ponto de mínima produção, tendo ocorrido aos 5 meses de idade. Contudo, o valor do R^2 foi de 33,85%, o que indica que a equação explica muito pouco da regressão, sendo esta, portanto, pouco confiável.

A ocorrência de pontos de mínima produção não era esperada, porém, tal fato pode ter ocorrido em virtude das condições climáticas ocorridas na região, como é possível observar na figura 1, onde mostra os dados pluviométricos (mm). Os meses que antecederam o corte realizado aos 6 meses de idade, foi precedido de um período de estiagem (agosto e setembro de 2014), tal condição climática pode ter ocasionado a diminuição no diâmetro dos colmos.

Tabela 17- Estimativas de quadrados médios para as fontes de variação, devido à regressão e aos desvios de regressão para os modelos lineares de 1º e 2º graus para característica Diâmetro de Colmo (DC), envolvendo 8 genótipos de capim-elefante. Campos dos Goytacazes - RJ, 2014 a 2016.

F.V.		Q.M. da Regressão para característica DC							
		G.L.	1º grau	R²(%)	G.L.	2º grau	R²(%)	Modelo	
G1	Ano 1	Reg.	1	0,41 ^{ns}	1,93	2	3,10 ^{ns}	16,38	Ausência
		Desv.	4	5,26 ^{ns}		3	5,98 ^{ns}		
	Ano 2	Reg.	1	24,31*	37,49	2	1,72 ^{ns}	40,14	1
		Desv.	4	10,14 ^{ns}		3	12,94 ^{ns}		
G2	Ano 1	Reg.	1	5,26 ^{ns}	7,84	2	1,46 ^{ns}	10,01	Ausência
		Desv.	4	15,47**		3	20,14 ^{ns}		
	Ano 2	Reg.	1	36,82**	69,82	2	1,83 ^{ns}	73,29	1
		Desv.	4	3,98 ^{ns}		3	4,70 ^{ns}		
G3	Ano 1	Reg.	1	1,11 ^{ns}	2	2	0,09 ^{ns}	2,16	Ausência
		Desv.	4	13,56**		3	18,05**		
	Ano 2	Reg.	1	34,02*	26,8	2	10,10 ^{ns}	34,75	1
		Desv.	4	23,24**		3	27,62**		
G4	Ano 1	Reg.	1	18,99**	34,5	2	5,96 ^{ns}	45,33	1
		Desv.	4	9,01*		3	10,03*		
	Ano 2	Reg.	1	30,64*	59,78	2	10,67 ^{ns}	80,6	1
		Desv.	4	5,15 ^{ns}		3	3,32 ^{ns}		
G5	Ano 1	Reg.	1	1,68 ^{ns}	3,76	2	10,09 ^{ns}	26,26	Ausência
		Desv.	4	10,79**		3	11,02**		
	Ano 2	Reg.	1	16,78 ^{ns}	31,7	2	9,55 ^{ns}	49,74	Ausência
		Desv.	4	9,04 ^{ns}		3	8,87 ^{ns}		
G6	Ano 1	Reg.	1	18,99**	17,5	2	17,75*	33,85	2
		Desv.	4	22,39**		3	23,94**		
	Ano 2	Reg.	1	25,21*	57,21	2	0,02 ^{ns}	57,25	1
		Desv.	4	4,72 ^{ns}		3	6,28 ^{ns}		
G7	Ano 1	Reg.	1	31,86**	39,11	2	7,31 ^{ns}	48,07	1
		Desv.	4	12,40**		3	14,10**		
	Ano 2	Reg.	1	32,93*	75,37	2	6,36 ^{ns}	89,91	1
		Desv.	4	2,69 ^{ns}		3	1,47 ^{ns}		
G8	Ano 1	Reg.	1	27,23**	21,14	2	6,81 ^{ns}	26,43	1
		Desv.	4	25,39**		3	31,58**		
	Ano 2	Reg.	1	15,51 ^{ns}	73,8	2	0,16 ^{ns}	74,55	Ausência
		Desv.	4	1,38 ^{ns}		3	1,78 ^{ns}		

** = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; * = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns = Não significativo.

^{1/} Cubano Pinda, Vruckwona, IAC-Campinas, Capim Cana D'África, Cameroon, CPAC, IJ 7139 e

BAG-86.

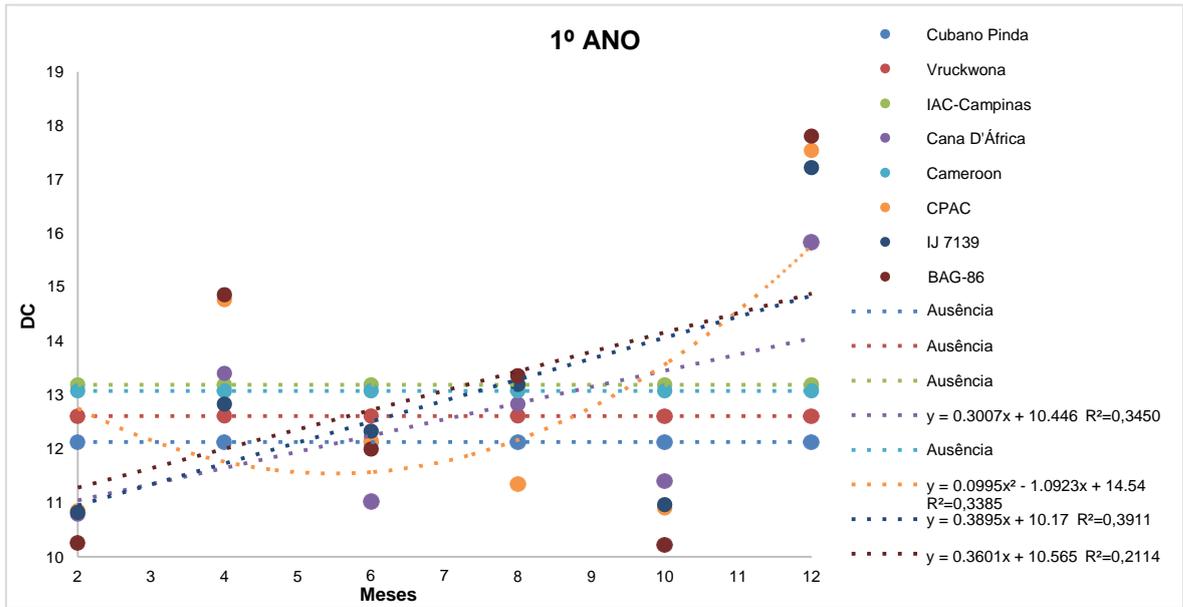


Figura 9. Linhas e curvas de regressão ajustadas para a característica diâmetro de colmo (DC), em função da idade de corte, no primeiro ano de cultivo. Campos dos Goytacazes - RJ, 2014 a 2016.

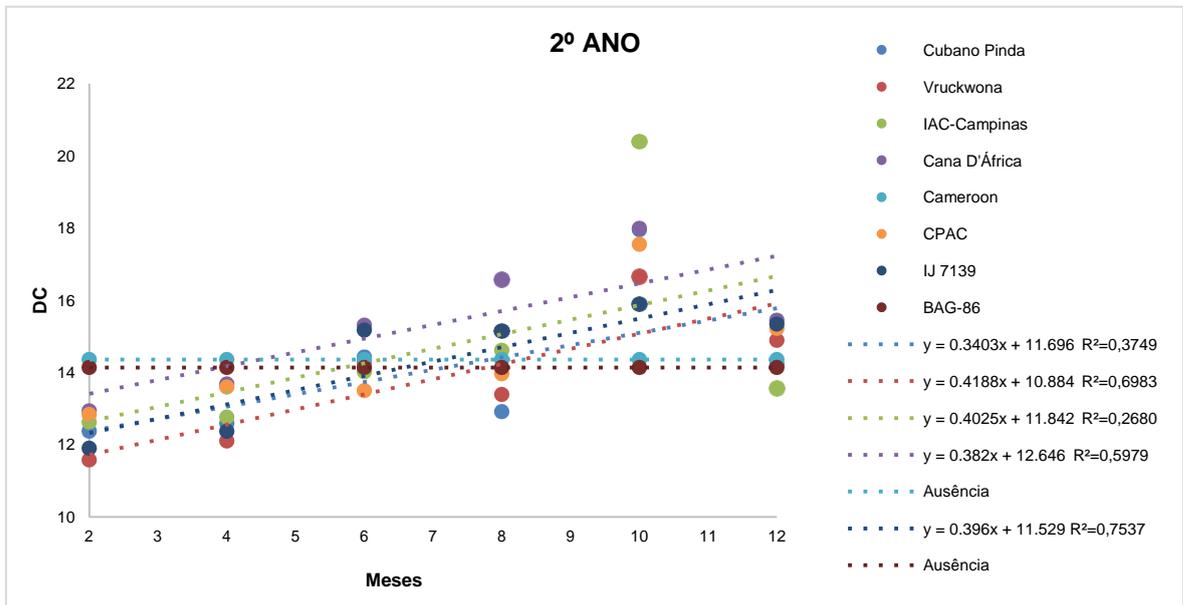


Figura 10. Linhas de regressão ajustadas para a característica diâmetro de colmo (DC), em função da idade de corte, no segundo ano de cultivo. Campos dos Goytacazes - RJ, 2014 a 2016.

5. CONCLUSÕES

Os genótipos avaliados não apresentaram diferenças significativas estatisticamente, demonstrando que para as características avaliadas, estes genótipos são próximos geneticamente.

O aumento do intervalo de cortes resulta em incrementos na produção de matéria seca, sendo a idade de corte aos 10 meses, a que se mostrou mais eficiente, resultando em maior produtividade de biomassa energética.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acunha, J. B. V.; Coelho, R. W. (1994) Influência da altura e frequência de corte no capim-elefante anão. I. Produção de matéria seca e proteína bruta. In: *reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia*, 31., 1994, Maringá. Resumos...Maringá: SBZ, 1994. p.330.
- Agência nacional de energia elétrica - ANEEL (2006) Disponível em:<[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/05-Biomassa\(2\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/05-Biomassa(2).pdf)>. Acesso em: 10 dez. 2017.
- Agrosoft Brasil (2008) Capim-elefante, novo campeão em biomassa no Brasil. Agência Envolverde. Disponível em: <http://www.agrosoft.org.br/pdf.php/?node=26484>
- Alcântara, P. B.; Bufarah, G. (1983) *Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas*. São Paulo, Editora Nobel, 2. Ed. 150p.
- Almeida, B. O. (2016) *Avaliação da adubação nitrogenada e potássica em oito genótipos de capim-elefante para fins energéticos em Campos dos Goytacazes*. (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes – RJ, UENF, 71p.
- Araújo, M. S. B (2016) *Interação genótipo versus cortes anuais e comparação de métodos de estabilidade e de índices de seleção em capim-elefante* (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Campos dos Goytacazes-RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 81p
- Auad, A.M.; Simões, A.D.; Deresz, F.; Castro, M.M.; Souza Sobrinho, F.; Pereira, A.V.; Braga, A.L.F.; Ledo, F.J.S.; Paula – Moraes, S.V. Flutuação populacional de Deoisschach (Fabricus, 1787) em pastagens de Brachiaria brizantaha. In: *reunião*

anual da sociedade brasileira de zootecnia, 43., 2006, João Pessoa. Anais...JoãoPessoa:SBZ, UFPB, 2006. 1 CD-ROOM.

- 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.
- Bhatti, M.B.; Mohammad, D.; Sartaj, Sultani, M.I. (1985) Effect of different interand intra-row spacings on forage yield and quality in elephant grass. *Pakistan Journal of Agriculture Research, Karachi*, v.6, p.107-112.
- Boddey, R. M.; Macedo, R.; Tarré, R. M.; Ferreira, E.; Oliveira, O. C.; Rezende, C. De P.; Cantarutti, R. B.; Pereira, J. M.; Alves, B. J. R.; Urquiaga, S. (2004) Nitrogen cycling in Brachiaria pastures: the key to understanding the process of pasture decline. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 103, p. 389-403.
- 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.
- 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.
- Burton, G.W. (1944) Hybrids between napier grass and catail millet. *The Journal of Heredity*, v.35, n.1, p.227-332.
- Carvalho, G. B. (2014) *Caracterização da produção de biomassa de capim-elefante (Pennisetum purpureum, Schum.) cv. Camerron, em função da adubação nitrogenada e irrigação em região semiárida*. (Doutorado em ciências) Escola Superior de agricultura – Luiz de Queiroz, 180p.
- Cavalcante, M.; Lira, M. de A. (2010) Variabilidade genética em *Pennisetum purpureum* Schumacher. *Revista Caatinga*, v.23, p.153-163.
- Costa, N. de L.; Magalhães, J. A.; Pereira, R. G. De A.; Townsend, C. R. (1997) Efeito de regimes de cortes sobre a produção de forragem e composição química de capim-elefante. (*Pennisetum purpureum*cv. Anão). Porto Velho: EMBRAPA-CPAF Rondônia. 19p. (EMBRAPA-CPAF Rondônia. *Boletim de Pesquisa*, 19).
- Costa, N. De L.; Saibro, J. C. (1984) Adubação nitrogenada, épocas e alturas de corte em *Paspalum guenoarum* Arech. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, v.20, n.1, p.33-49.

- Cruz, C. D., Regazzi, A. J., Carneiro, P. C. S. (2014) *Métodos biométricos aplicados ao melhoramento genético: volume 2*. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária. 668p.
- Cruz, C.D. GENES – (2013) A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.35, p.271-276.
- Daher, R. F.; Pereira, A. V.; Pereira, M. G.; Lédo, F. J. S.; Amaral Júnior, 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*, v.34, n.5, p.1531-1535.
- Daher, R. F., Souza, L. B., Gravina, G. A., Machado, J. C., Ramos, H. C., Silva, V. Q., Gottardo, R. D. (2014) Use of elephant grass for energy production in Campos dos Goytacazes-RJ, Brazil. *Genetics and molecular research: GMR*, 13(4):10898.
- Denis, D. J. (2016) *Applied Univariate, Bivariate and Multivariate Statistics*. [S.l.]: Wiley.
- 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.
- EMBRAPA (1985) Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite, Coronel Pacheco, MG. *Pennisetum purpureum*, Schumacher; revisão, por Limírio de Almeida Carvalho. Coronel Pacheco, MG. p. il. (EMBRAPA – CNPGL. *Boletim de Pesquisa*, 10). 1. *Pennisetum purpureum* - Revisão Bibliográfica. I. Carvalho, Limírio de Almeida, colab. II. Título. III. Série. CDD – 633.2
- Escuder, C. J. (1987) Utilização e manejo das pastagens tropicais. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.6, n.70, p.63-70. 1987.
- Euclides, V. P. B. (1995) Valor alimentício de espécies do gênero *Panicum*. In: *Simpósio Sobre Pastagem*, 9., 1988, Piracicaba. Anais. Piracicaba: FEALQ, p. 245-273.
- Evangelista, A.R., Lima, J.A. (2002) *Silagens: do cultivo ao silo*. Lavras, Editora.
- Falconer, D.S.; Mackay, T.F.C. (1996) *Introduction to quantitative genetics*. 4.ed. Edinburgh: Longman Group Limited, 464p.
- Faria, A. P.; Moda-Cirino, V.; Buratto, J. S.; Silva, C. F. B.; Destro, D. (2009) Interação genótipo x ambiente na produtividade de grãos de linhagens e cultivares de feijão. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 31(4):579-585.

- 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 triticale nos sistemas de corte e de pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36 (5): 1512-1517.
- Ferraris, R. (1979) Agronomic studies on elephantgrass as na agro-industrial crop. In: *Australian Division of Chemical Technology Research Review 1978- 1979*. Melbourne: CSIRO. P. 10-22.
- Ferreira, R. P.; Pereira, A. V. (2005) *Melhoramento de forrageiras*. In: Borém, A. (Ed.). *Melhoramento de espécies cultivadas*. Viçosa: UFV, p.781-812.
- 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, 80p
- Flores, R. A., Urquiaga, S. S., Alves, B. J. R., Collier, L. S., Morais, R. F., Prado, R. M. (2012) Adubação nitrogenada e idade de corte na produção de matéria seca do capim-elefante no Cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 16:1282-1288.
- Fonseca, J. S.; Martins, G. A. (1996) *Curso de Estatística*. 6ª Ed. São Paulo: Atlas.
- Freire, L. F.; Balieiro, F. C.; Zonta, E.; Anjo S, L. H. C.; Pereira, M. G.; Lima, E.; Guerra, J. G. M.; Ferreira, M. B. C.; LeaL, M. A. A.; Campos, D. V. B.; Polidoro, J. C. (2013) *Manual de Calagem e Adubação do Estado do Rio de Janeiro 2 ed*. Rio de Janeiro: UFRRJ e EMBRAPA, 430p.
- Freitas, R.S., Barbé, T.C., Daher, R.F., Vidal, A.K.F., Stida, W.S., da Silva, V.B., Menezes, B.R. da S., & Pereira, A.V. (2018) Chemical Composition and Energy Yield of Elephant-Grass Biomass as Function of Five Different Production Ages. *Journal of Agricultural Science*; Vol. 10, No. 1.
- Genovese, A. L., Udaeta, M. E. M., & Galvao, L. C. R. (2006) Aspectos energéticos da biomassa como recurso no Brasil e no mundo. *Proceedings of the 6. Encontro de Energia no Meio Rural*.
- 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.
- Jahuar, P.P. (1981) *Cytogenetics and breeding of pearl millet and related species*. New York: Alan R. Liss.
- Johnson, R. A.; Wichern, D. W. (2007) *Applied Multivariate Statistical Analysis*. [S.l.]: Pearson.
- Köppen, W. (1948) *Climatologia: conun estudio de los climas de La Tierra*. México: Fondo de Cultura Economica, 479 p.
- Leite, R. M. B.; Queiroz Filho, J. L. de; Silva, D. S. (2000) Produção e valor nutritivo do capim-elefante cultivar Cameroon em diferentes idades. *Agropecuária Técnica*, v.21, p.30-39.
- Lima, R. S., Daher, R. F., Goncalves, L. S., Rossi, D. A., do Amaral Júnior, A. T., Pereira, M. G., e Lédo, F. J. S. (2011) RAPD and ISSR markers in the evaluation of genetic divergence among accessions of elephant grass. *Genetics Molecular Research*, 10:1304-1313.
- Magalhães, J. A.; Lopes, E. A.; Rodrigues, B. H. N.; Costa, N. L.; Barros, N. N.; Mattei, D. A. (2006) Influência da adubação nitrogenada e da idade de corte sobre o rendimento forrageiro do capim-elefante, *Revista Ciência Agronômica*, v.37, p.91-96.
- Mazarella, V. N. G.; Ferreira, P. H.; Seguchi H. J. M. (2016) Balanços energéticos de capim-elefante x eucalipto: o capim como alternativa energética para indústrias cerâmicas. *Revista Biomassa BR*, nº 22.
- Mazzarella, V. (2008) Capim-elefante: A energia renovável moderna. Documento publicado em www.capim-elefante.org.br. Acesso em 15/10/2016.
- Mendonça, J. C., Sousa, E. F., Bernardo, S., Sugawara, M. T., Peçanha, A. L., & Gottardo, R. D. (2007) Determinação do coeficiente cultural (Kc) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em Campos dos Goytacazes, RJ. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 471-475.
- Mendonça, J.F.B.; Rocha, G.P. (1985) Rendimento do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Cameroon) em diferentes idades de corte. *Ciência Prática*, Lavras, v.9, n.1, 23-29.

- Menezes, B. R. S.; Daher, R. F.; Gravina, G. A.; Amaral Junior, A. T.; Oliveira, A. V.; Schneider, L. S. A.; Silva, V. B. (2014) Correlações e análise de trilha em capim-elefante para fins energéticos. *Agrária* (Recife. Online), v. 9, p. 465-470.
- Montgomery, D. C., Peck, E. A. & Vining, G. G. (2001) Introduction to Linear Regression Analysis, Wiley Series in Probability and Statistics: Texts, References, and Pocketbooks Section, third edn, *Wiley-Interscience*, New York.
- Nascimento Junior, D. (1981) Informações sobre plantas forrageiras. Viçosa, MG, UFV, *Imprensa Universitária*. 56p.
- Nascimento, I.S.; Monks, L.P.; Batista, J. (2008) Efeitos de resíduos outonais e hibernais sobre o desempenho produtivo do capim-elefante cv. Cameroon. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Pernambuco.v.3, n.2, p.191-196.
- Oliveira, de 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* (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes-RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 76p
- Oliveira, E. S. (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 de Doutorado. Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 131p.
- Oliveira, É. S.; Daher, R. F.; Ponciano, N. J.; Gravina, G. A.; Sant'ana, J. A. A.; Gottardo, R. D.; Menezes, B. R. S.; Souza, P. M.; Souza, C. L. M.; Silva, V. B.; Rocha, A. S.; Novo, A. A. C. (2015) Variation of Morpho-Agronomic and Biomass Quality Traits in Elephant Grass for Energy Purposes According to Nitrogen Levels. *American Journal of Plant Sciences*, v. 06, p. 1685-1696.
- Oliveira, M. L. F.; Daher, R.F.; Gravina, G. A.; Silva, V. B.; Viana, A. P.; Rodrigues, E. V.; Shimoya, A.; Amaral Júnior, A. T.; Menezes, B. R. S.; Rocha, A. S. (2014) Pre-breeding of elephant grass for energy purposes and biomass analysis in Campos dos Goytacazes- RJ, Brazil. *African Journal of Agricultural Research*. , v.9, p.2743 - 2758.
- Osava, Mario. Capim-elefante, novo campeão em biomassa no Brasil (2007) Disponível em: <http://www.udop.com.br/index.php?cod=78326&item=noticias> e em: <http://www.mwglobal.org/ipsbrasil.net/nota.php?idnews=3292>. Acesso em: 15/10/2016.

- Paterlini, E. M., Arantes, M. D. C., Gonçalves, F. G., Vidaurre, G. B., Bauer, M. D. O. e Moulin, J. C. (2013). Avaliação do capim-elefante para uso energético *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 4(2).
- Pearl, J. (2000) *Causality: Models, Reasoning, and Inference*. Cambridge University Press: Cambridge.
- Pereira, A. V. (1992) Escolha de variedades de capim-elefante. In: Peixoto, A. M.; Moura, J. C.; Faria, V. P. (ed.). *Anais do Simpósio sobre manejo de pastagem*, 10, Piracicaba. p. 45-62.
- Pereira, A. V., Valle, C. D., Ferreira, R. D. P., Miles, J. W. (2001) Melhoramento de forrageiras tropicais. In: Nass, L. L.; Valois, A. C. C.; Melo, I. S.; Valadares-Ingles, M. C. (Ed.). *Recursos genéticos e melhoramento de plantas*, Rondonópolis: Fundação Mato Grosso, 550-601.
- Pereira, A.V., Machado, M.A., Azevedo, A.L.S., Nascimento, C.S., Campos, A.L., Lédo, F.J.S. (2008) Diversidade genética entre acessos de capim-elefante obtida por marcadores moleculares. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 1216-1221.
- Pereira, J. A.; Morais, O. P.; Breseghello, F. (2008) Análise da heterose de cruzamentos entre variedades de arroz-vermelho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43(9):1135-1142.
- Pimentel Gomes, F. (2000) *Curso de estatística experimental*, 13 ed. São Paulo: Nobel, 479p.
- 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. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.29, p.69-74.
- Quesada, D. M., Boddey, R. M., Reis, V. M., Urquiaga. (2004) Parâmetros Qualitativos de Genótipos de Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) estudados para a produção de energia através da Biomassa. *Circular técnica* Embrapa, Seropédica, RJ
- Quesada, D.M. (2005) *Parâmetros quantitativos e qualitativos da biomassa de genótipos de capim-elefante (Pennisetum purpureum schum.) com potencial 52 para uso energético, na forma de carvão vegetal*. Seropédica, RJ. Tese (Doutorado). 65p.
- Regazzi, A. J. (1999) Teste para verificar a identidade de modelos de regressão e a igualdade de parâmetros no caso de dados de delineamentos experimentais. *Revista Ceres*, Viçosa, v.46, n.266, p.383-409.

- Rocha, A. S, Daher, R. E. F., de Amaral Gravina, G., Vander Pereira, A., Rodrigues, E. V. O., Viana, A. P., ... & da Silva Oliveira, E. (2015) Comparison of stability methods in elephant-grass genotypes for energy purposes. *African Journal of Agricultural Research*, 10(47), 4283-4294.
- Rocha, E.P., 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. *Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica*, 8, Uberlândia: Associação dos Bibliotecários do Rio de Janeiro, v. 2, p. 1015-1100.
- Rocha, Décio. (2007) Energia limpa - capim-elefante pode substituir o carvão mineral. Revista Eletrônica Ambiente em Foco – EMBRAPA AGROBIOLOGIA. Disponível em: <http://www.ambienteemfoco.com.br/?p=3656>. Acesso em: 17/11/2016.
- Rodrigues, B. H. N., Magalhães, J. A., Mattel, D. A. Efeito da idade de corte sobre o rendimento forrageiro do *Panicum maximum* cv. Tanzânia, em Parnaíba – Piauí. In: *Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária*, 31, 2004, São Luís. Anais...São Luís: SBMV/SMMV, 2004. 1 CD ROM.
- Rossi, D. A.; Menezes, B. R. S.; Daher R. F.; Gravina, G. A.; Lima, R. S. N.; Lédo, F. J. d. S.; Gottardo, R. D.; Campostrini, E.; Souza, C. L. M. (2014) Canonical correlations in elephant grass for energy purposes. *African Journal of Biotechnology*, 13(36), 3666-3671.
- Santos, M. M. P., Daher, R. F., Ponciano, N. J., Gravina, G. A., Pereira, A. V., e Santos, C. L. (2014) Respostas do capim-elefante sob doses de adubação azotada de cobertura para fins energéticos. *Revista de Ciências Agrárias*, 37(1):100-108.
- Santos, M. M. P. (2013) *Otimização da adubação nitrogenada em três cultivares de capim-elefante para fins energéticos no sul do Espírito Santo*. (Doutorado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes – RJ, UENF, 167p.
- Santos, E. A. dos; Silva, D. S. da; Queiróz Filho, J. L. de (2001) Composição Química do Capim-Elefante cv. Roxo Cortado em Diferentes Alturas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, n.1, p.18-23.
- Searle, S.R. (1971) *Linear models*. New York: John Wiley & Sons, 513p.
- Silva, D. J., Queiroz, A. C. (2002) *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*, 3, Viçosa, 235P.

- Sousa, L. B.; Daher, R. F.; Menezes, B. R. S.; Rodrigues, E. V.; Tardin, F. D.; Gravina, G. A.; Pereira, A. V. (2016) Qualidade da biomassa em híbridos de capim-elefante para fins energéticos. *Agrária* (Recife. Online), 11: 85-91.
- Souza Sobrinho, F. de; Pereira, A. V.; Ledo, F. J. da S.; Botrel, M. A., Oliveira, J. S., Xavier, D. F. (2005) Avaliação agrônômica de híbridos interespecíficos entre capim-elefante e milheto *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.40, n.9, p.873-880.
- Steel, R. G. D.; Torrie, J. H.; Dickey, D. A. (1997) *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*. 3.ed. New York: McGraw Hill Book, 666p.
- Teixeira Vitor, C. M.; 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. *Revista Brasileira Zootecnia*, 38(3):435-442.UFLA, 2a ed., 210p.
- United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC (2015) Adoption of the Paris Agreement. FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf> Acesso em 10 de jul. de 2016.
- Veiga, J.B. (1997) Utilização do capim-elefante sob pastejo In: *Capim-elefante produção e utilização* (Eds. Carvalho, M. M., Alvim, M. J., Xavier, D. F., Carvalho, L. de A.) 2 ed, ver. Brasília: EMBRAPA-SPI/ Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL.
- Vidal, A. K. F., Barbé, T. C., Daher, R. F., Filho, J. E. A., De Lima, R. S. N., Freitas, R. S., Rossi, D. A., Oliveira, É. S., Menezes, B. R. S., Entringer, G. C., Peixoto, W. F. S., & Cassaro, S. (2017) Production potential and chemical composition of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) at different ages for energy purposes. *African Journal of Biotechnology*, 16(25), 1428-1433. <http://dx.doi.org/10.5897/AJB2017.16014>.
- Xavier, D. F., Daher, R. F., Botrel, M. D. A. e Pereira, J. R. (1993) Poder germinativo de sementes de capim-elefante. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 22(4):565-571.
- 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.