

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS – CCAE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

LETÍCIA MÁRIA COSTA FREGULHIA

**EFICIÊNCIA DA SELEÇÃO VISUAL PARA PRODUÇÃO DE MASSA VERDE DE
FORRAGEM EM *Cynodon* spp.**

ALEGRE – ES

2018

LETÍCIA MÁRIA COSTA FREGULHIA

**EFICIÊNCIA DA SELEÇÃO VISUAL PARA PRODUÇÃO DE MASSA VERDE DE
FORRAGEM EM *Cynodon* spp.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestra em Ciências Veterinárias, linha de pesquisa Reprodução e Nutrição Animal.
Orientadora: Prof. Dra. Gisele Rodrigues Moreira.
Coorientador: Dr. Flávio Rodrigo Gandolfi Benites.

ALEGRE - ES

2018

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial Sul, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

F858e Fregulhia, Leticia Mária Costa, 1990-
Eficiência da seleção visual para produção de massa verde de
forragem em *Cynodon* spp / Leticia Mária Costa Fregulhia. – 2018.
56 f.

Orientador: Gisele Rodrigues Moreira.

Coorientador: Flávio Rodrigo Gandolfi Benites.

Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade
Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

1. Plantas forrageiras. 2. Plantas – Melhoramento genético. 3.
Forragem. I. Moreira, Gisele Rodrigues. II. Benites, Flávio Rodrigo
Gandolfi. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de
Ciências Agrárias e Engenharias. IV. Título.

CDU: 619

Bibliotecária: Lizzie de Almeida Chaves – CRB-6 ES-000871/O

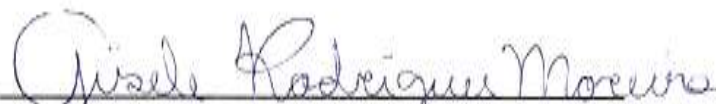
LETÍCIA MÁRIA COSTA FREGULHIA

**EFICIÊNCIA DA SELEÇÃO VISUAL PARA PRODUÇÃO DE MASSA VERDE
DE FORRAGEM EM *Cynodon* spp.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias (CCAEE), da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestra em Ciências Veterinárias, linha de pesquisa Reprodução e Nutrição Animal.

Aprovada em 28 de fevereiro de 2018.

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof.^a. Dra. Gisele Rodrigues Moreira
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora



Prof.^a. Dra. Maria Izabel Vieira de Almeida
Universidade Federal do Espírito Santo



Prof. Dr. Fausto de Souza Sobrinho
Pesquisador Embrapa Gado de Leite

Aos meus pais Djalma Santos Fregulhia e Ana Zita Costa Fregulhia e à minha irmã Larissa Germana Costa Fregulhia.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, pela saúde e por sempre trilhar meus caminhos.

Aos meus pais Djalma Santos Fregulhia e Ana Zita Costa Fregulhia, à minha irmã Larissa Germana Costa Fregulhia e a toda minha família pelo amor, incentivo e apoio durante toda a minha vida.

À Prof^ª. Dra. Gisele Rodrigues Moreira pela atenção, orientação e pelos ensinamentos no decorrer do mestrado.

Ao meu coorientador Dr. Flávio Rodrigo Gandolfi Benites pela atenção e disponibilidade em ajudar, não medindo esforços para a realização deste trabalho.

Aos pesquisadores da Embrapa Gado de Leite, Dr. Fausto Souza Sobrinho, Dr. Carlos Eugênio Martins, Dr. Wadson Sebastião Duarte da Rocha e Dra. Maria Izabel Carneiro Ferreira por todos os conselhos e conhecimento repassado.

Ao Prof. Dr. Antônio Carlos Cóser pela amizade, pelos conselhos e por disponibilizar sua sala como ambiente de estudo para elaboração deste trabalho.

A todos os funcionários e estagiários da Embrapa Gado de Leite. Em especial aos funcionários Leonardo, José do Carmo, Reginaldo, Evandro, Binha, Vicente, Sr. Mariano, José Luiz, Diogo, Jonas, Betinho, Dona Deusa, Suela, Salvati e Raimundo.

À minha amiga Nara Clara Lazaroni e Merchid por sempre dividir comigo as vitórias e derrotas, além de permanecer ao meu lado desde os tempos áureos de graduação.

À minha amiga Sâmila Esteves Delprete por toda ajuda, cumplicidade e por se fazer minha família durante o período do Mestrado.

Aos meus amigos de Tabuleiro, Viçosa e Alegre, em especial aos meus amigos Vítor Santos Corrêa e Cássia Soares pelo apoio na elaboração deste trabalho.

À Universidade Federal do Espírito Santo por proporcionar a realização deste sonho.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias pela carga de conhecimento transmitida.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

“As novidades surgem da associação até então
despercebida entre elementos antigos.

Criar é recombinar.”

François Jacob

RESUMO

FREGULHIA, L. M. C. **Eficiência da seleção visual para produção de massa verde de forragem em *Cynodon* spp.**. 2018. 56p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Centro de Ciências Agrárias e Engenharias - CCAE. Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2018.

A seleção visual é utilizada constantemente nas etapas iniciais dos ciclos de seleção em programas de melhoramento genético auxiliando na seleção ou descarte de genótipos. No entanto, sua eficiência em identificar genótipos superiores tem sido questionada em algumas culturas. Assim, objetivou-se neste trabalho, verificar a eficiência da seleção visual para produção de massa verde de forragem em clones de *Cynodon* spp.. Para isso, foram avaliados 140 clones de *Cynodon* spp. juntamente com as testemunhas Tifton 85 (*Cynodon* sp.) e Jiggs (*Cynodon dactylon*), em experimento delineado em blocos aumentados. Os caracteres avaliados foram nota de vigor referente à produção de massa verde e produção de massa verde de forragem (kg), analisados usando a abordagem de modelos mistos REML/BLUP. A eficiência da seleção visual foi estimada pelo número de coincidências entre as plantas quando realizadas diferentes estratégias de seleção. Os ganhos genéticos foram estimados via valores genotípicos da produção de massa verde de forragem e nota de vigor, nas intensidades de seleção em que foi obtida coincidência entre plantas selecionadas acima de 80%. A seleção das médias BLUP da produção de massa verde de forragem (BLUP PMV) via seleção das médias BLUP da nota de vigor (BLUP NV) resultou no maior índice de coincidência (90%) na intensidade de seleção de 45%. O maior ganho genético foi obtido na intensidade de seleção de 35%, independente da estratégia. Conclui-se que a seleção visual em clones de *Cynodon* spp. para produção de massa verde de forragem é eficiente no descarte de clones inferiores nas etapas iniciais de um ciclo de seleção do programa de melhoramento genético do gênero.

Palavras-chave: Seleção massal. Ganho genético. Melhoramento de forrageiras.

ABSTRACT

FREGULHIA, L. M. C. Efficiency of visual selection for forage green mass production in *Cynodon* spp .. 2018. 56p. Dissertation (Masters in Veterinary Sciences) - Center of Agrarian Sciences and Engineering - CCAE. Federal University of Espírito Santo, Alegre, ES, 2018.

Visual selection is used constantly in the initial stages of selection cycles in breeding programs, aiding in the selection or disposal of genotypes. However, its efficiency in identifying superior genotypes has been questioned in some cultures. Thus, the objective of this work was to verify the efficiency of visual selection for green forage mass production in *Cynodon* spp. clones. For this purpose, 140 clones of *Cynodon* spp. together with the Tifton 85 (*Cynodon* sp.) and Jiggs (*Cynodon dactylon*) controls, in an enlarged block experiment. The evaluated characters were a note of vigor regarding green mass production and green forage mass production (kg), analyzed using the mixed model approach REML / BLUP. The efficiency of visual selection was estimated by the number of coincidences between plants when different selection strategies were performed. Genetic gains were estimated via genotype values of forage green mass production and vigor score, in the selection intensities where coincidence was obtained between selected plants above 80%. The selection of the BLUP means of the production of green forage mass (BLUP GMP) through selection of the BLUP averages of the vigor note (BLUP VN) resulted in the highest coincidence index (90%) in the selection intensity of 45%. The highest genetic gain was obtained in the intensity of selection of 35%, independent of the strategy. It is concluded that the visual selection in clones of *Cynodon* spp. for the production of green forage mass is efficient in discarding lower clones in the initial stages of a cycle of selection of the genetic improvement program of the genus *Cynodon*.

Keywords: Mass selection. Genetic gain. Improvement of forages.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise de Deviance e teste da razão de verossimilhança (LRT), por corte, para os caracteres nota de vigor referente à produção de massa verde (NV) e produção de massa verde de forragem (kg) (PMV), avaliados em 140 clones de meios-irmãos de <i>Cynodon</i> spp. e duas testemunhas (Tifton 85 e Jiggs), Coronel Pacheco-MG, 2016-2017.	32
Tabela 2 - Análise de Deviance e teste da razão de verossimilhança (LRT), em quatro cortes, para os caracteres nota de vigor referente à produção de massa verde (NV) e produção de massa verde de forragem (kg) (PMV), avaliados em 140 clones de meios-irmãos de <i>Cynodon</i> spp. e duas testemunhas (Tifton 85 e Jiggs), Coronel Pacheco-MG, 2016-2017.	33
Tabela 3 - Estimativas dos componentes de variância pelo modelo iterativo com todos os efeitos testados, para os caracteres nota de vigor referente à produção de massa verde (NV) e produção de massa verde de forragem (PMV) (kg), em cada corte e pela análise conjunta dos quatro cortes, avaliados em 140 clones de meios-irmãos de <i>Cynodon</i> spp. e duas testemunhas (Tifton 85 e Jiggs), Coronel Pacheco-MG, 2016-2017.	35
Tabela 4 - Estimativas de parâmetros genéticos pelo modelo iterativo com todos os efeitos testados, para os caracteres nota de vigor referente à produção de massa verde (NV) e produção de massa verde de forragem (PMV) (kg), em cada corte e pela análise conjunta dos quatro cortes, avaliados em 140 clones de meios-irmãos de <i>Cynodon</i> spp. e duas testemunhas (Tifton 85 e Jiggs), Coronel Pacheco-MG, 2016-2017.	37
Tabela 5 - Coeficiente de determinação com a realização de m medidas repetidas em comparação a que se usa apenas uma, para os caracteres nota de vigor referente à produção de massa verde (NV) e produção de massa verde de forragem (kg) (PMV), avaliados em 140 clones de meios-irmãos de <i>Cynodon</i> spp. e duas testemunhas (Tifton 85 e Jiggs), Coronel Pacheco-MG, 2016-2017.	40
Tabela 6 - Índice de coincidência (%), em diferentes intensidades de seleção, avaliados em 140 clones de meios-irmãos de <i>Cynodon</i> spp. selecionados pela nota de vigor referente à produção de massa verde (VIGOR), pela média fenotípica com base na produção de massa verde de forragem (PMV) e seleção com base nas	

médias BLUP para as notas de vigor (BLUP VIGOR) e para produção de massa verde de forragem (BLUP PMV), Coronel Pacheco-MG, 2016-2017.....	41
Tabela 7 - Estimativas das médias dos clones selecionados (\bar{X}_s), média original (\bar{X}_o) e do ganho com a seleção (GS) direta e indireta para produção de massa verde de forragem (PMV), com base nas intensidades de seleção que obtiveram coincidências entre plantas selecionadas acima de 80%, obtidas em 140 clones de meios-irmãos de <i>Cynodon</i> spp. e duas testemunhas (Tifton 85 e Jiggs), Coronel Pacheco-MG, 2016-2017.....	44
Tabela 8 - Seleção de clones considerando todos os cortes, análise conjunta, na intensidade de seleção a 35%, para os caracteres nota de vigor referente à produção de massa verde (NV) e produção de massa verde de forragem (kg) (PMV), avaliados em 140 clones de <i>Cynodon</i> spp. e duas testemunhas (Tifton 85 e Jiggs), Coronel Pacheco-MG, 2016-2017.....	45

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
	2.1 O gênero <i>Cynodon</i>	14
	2.2 Melhoramento genético do gênero <i>Cynodon</i>	16
	2.3 Modelos mistos (REML/BLUP) no melhoramento genético	19
	2.4 Seleção visual	21
3	MATERIAL E MÉTODOS	24
	3.1 Localização do experimento	24
	3.2 Clones avaliados.....	24
	3.3 Condução do experimento e delineamento experimental	25
	3.3 Análises estatísticas.....	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5	CONCLUSÃO.....	47
6	REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

As áreas de pastagens, no Brasil, totalizam cerca de 190 milhões de hectares e a cada ano, o país recupera e/ou renova estas áreas em torno de oito milhões de hectares (ANUALPEC, 2008; JANK, 2014). As gramíneas forrageiras constituem grande parte das áreas de pastagens, e o Brasil possui aproximadamente 20% de todas as diversidades forrageiras do mundo (VILELA-MORALES e VALOIS, 2000).

Dentre os gêneros e espécies de gramíneas forrageiras utilizadas como pastagens, o gênero *Cynodon* apresenta elevado conteúdo protéico e fibra altamente digestível, grande potencial produtivo, resposta à fertilização e adaptação em diferentes condições edafoclimáticas (HANNA; SOLENBERGER, 2007; REZENDE et al., 2015). Desta forma, a Embrapa implantou um programa de melhoramento genético para o gênero *Cynodon* em 2011, com o objetivo de desenvolver cultivares com elevado potencial produtivo, adaptadas às condições edafoclimáticas brasileiras (BENITES; SOUZA SOBRINHO; VILELA, 2016).

Nas etapas iniciais de ciclos de seleção nos programas de melhoramento genético de gramíneas forrageiras, a atenção deve ser redobrada quanto à avaliação e seleção acurada de genótipos superiores em razão do elevado número de genótipos avaliados. A seleção visual é uma alternativa constantemente utilizada e de baixo custo, contudo têm-se discutido acerca da eficiência na classificação de genótipos que sejam efetivamente superiores, em virtude da variabilidade fenotípica (CUTRIM; RAMALHO; CARVALHO, 1997). No que diz respeito ao melhoramento genético de gramíneas forrageiras algumas características são avaliadas por meio da atribuição de notas, tais como: resistência a pragas e/ou doenças (SILVA, 2013), densidade de perfilho (FIGUEIREDO; NUNES; VALLE, 2012); rebrota, tolerância ao frio, crescimento durante determinada estação do ano (FÈ et al., 2015) e vigor da planta referente à produção de massa verde de forragem (TEIXEIRA, 2015; FONSECA, 2017).

Para que a seleção visual seja eficiente, preconiza-se, portanto determinar correlações entre os caracteres avaliados, buscando caracteres de maior herdabilidade para obtenção de ganhos genéticos em outros caracteres de herdabilidade baixa (VENCOVSKY, 1978; FALCONER, 1987; CRUZ, 2005). Apesar da utilização do método de seleção visual em programas de melhoramento genético

de gramíneas forrageiras, sua eficiência ainda não foi quantificada para o gênero *Cynodon*.

Diante do exposto, no presente trabalho objetivou-se verificar a eficiência da seleção visual, via notas de vigor da planta, para seleção de clones de *Cynodon* spp. quanto à produção de massa verde de forragem.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O gênero *Cynodon*

O gênero *Cynodon* apesar de representar um grupo pequeno e distinto dentro da família *Poaceae* (CLAYTON; RENVOIZE, 1992) apresenta espécies perenes, com alta variabilidade morfológica, adaptadas às diferentes condições edafoclimáticas, elevada produtividade e qualidade de forragem, resistência ao pisoteio, bem como são exigentes e responsivas à fertilidade do solo. Dentre as gramíneas existentes em condições tropicais, estes fatores contribuem para que o gênero *Cynodon* seja uma alternativa promissora para exploração a pasto visando à eficiência da atividade leiteira (VILELA, 2005).

Em razão das discordâncias quanto ao número de espécies e variedades, o gênero *Cynodon* possui taxonomia questionável (BENITES; SOUZA SOBRINHO; VILELA, 2016). Os poucos acervos nacionais que discorrem sobre a taxonomia (ALVIM et al., 1996; VILELA, 2005; PEDREIRA, 2010) consideram a abordagem realizada por Harlan et al. (1970b), o qual admite a distribuição geográfica e centro de origem das espécies. Isto posto, Harlan et al. (1970b) reclassificaram as espécies de *Cynodon*, inserindo como nova, o híbrido triplóide *Cynodon x magennisii*, natural do cruzamento entre *C. dactylon* e *C. transvaalensis*, alterando desta maneira de oito para nove espécies e dez variedades.

Harlan e De Wet (1969), Harlan et al. (1970b) e Wu e Taliaferro (2009) que consideram a classificação de nove espécies e 10 variedades de *Cynodon* conceituam apenas espécies e variedades encontradas em sua maioria no continente Africano e Asiático. Por outro lado, Caro e Sanchez (1969, 1970) descrevem espécies originárias no continente Americano. Os autores portenhos, portanto realizaram reclassificação botânica de cada uma das espécies com a colaboração do Instituto Smithsonian em Washington D.C. Algumas gramíneas do gênero *Cynodon*, previamente classificadas como *C. dactylon* foram reclassificadas como novas espécies. Ao final do estudo, cerca de 20 novas espécies foram identificadas e a maior parte delas localizadas na Argentina, Brasil, Chile, EUA, Uruguai e Paraguai.

No The Plant List (2015) encontram-se catalogadas 13 espécies, 4 subespécies, 25 variedades, 96 sinônimos e 5 espécies sem descrição. Segundo Benites, Souza Sobrinho e Vilela (2016) estas classificações questionam a sistemática do gênero, necessitando de dados moleculares, bioquímicos, citogenéticos e botânicos a fim de identificar as espécies corretamente.

Clayton e Harlan (1970) elaboraram uma chave para a identificação das espécies africanas tropicais de *Cynodon*, usando a presença de rizomas como principal característica de identificação de *C. dactylon* (Gramas Bermudas com rizomas e estolões) e *C. plectostachyus*, *C. aethiopicus* e *C. nlemfuensis* (Gramas Estrelas, apenas estolões), ressaltando a existência de grande variabilidade dentro de *C. dactylon*. As espécies de maior relevância como gramíneas forrageiras são *C. dactylon* e *C. nlemfuensis* (TALIAFERRO; ROUQUETTE; MISLEVY, 2004).

A espécie *C. dactylon* (grama bermuda) é considerada o táxon de maior importância econômica, em virtude da variabilidade morfológica, distribuição cosmopolita e potencial de utilização (PEDREIRA, 2010). Harlan e De Wet (1969), Taliaferro, Rouquette e Mislevy (2004) e Wu e Taliaferro (2009) descrevem três raças na variedade *dactylon*. A primeira raça é descrita como Tropical com distribuição pan-tropical, apresentando pequeno porte (menor que 20 cm), adaptação a solos ácidos, pobres e lixiviados. Possui potencial produtivo em áreas de encharcamento e seca. A segunda raça é a Temperada, aparência semelhante à Tropical, diferenciando em características de adaptabilidade. Encontra-se em áreas de clima frio e exibem maior desenvolvimento que a raça tropical, é tolerante as baixas temperaturas, porém suportam menos ao encharcamento e solos com baixo teor de pH e fertilidade (WU; TALIAFERRO, 2009; TALIAFERRO; ROUQUETTE; MISLEVY, 2004). A terceira raça é nomeada de Selêucida em razão de seu centro de origem compreender a região do antigo Império Selêucida (atualmente Paquistão e Turquia). São plantas ásperas, vigorosas, de coloração azulada, com alguma pilosidade, particularmente produtiva em solos férteis e tolerantes a períodos frios. Seus colmos prostrados aparentam “galopar”, surgindo do solo como estolões para logo adiante tornar ao subsolo como rizomas (HARLAN et al., 1970b).

As espécies *C. nlemfuensis*, *C. aethiopicus* e *C. plectostachyus* (gramas estrela) têm como centro de origem Leste e Centro da África. Em geral são mais robustas, com folhas maiores que as plantas da variedade *dactylon* e, em crescimento livre, podem chegar a 2 m de altura sob condições extremas

(TALIAFERRO; ROUQUETTE; MISLEVY, 2004). Normalmente produzem estolões vigorosos que podem atingir mais de 10 m de comprimento (HARLAN, 1970). São espécies consideradas como essencialmente tropicais que apresentam boa resistência sob déficit hídrico estacional, ainda que severo (MISLEVY et al., 1989a, 1989b). Semelhante ao que ocorre entre as variedades de *C. dactylon* há grande variabilidade morfológica entre as espécies de gramas-estrela (CLAYTON; HARLAN, 1970; HARLAN et al., 1970b).

A maior parte das espécies estudadas, incluindo *C. dactylon*, *C. nlemfuensis*, *C. plectostachyus* e *C. aethiopicus*, encontram-se localizadas em parte da região tropical e, às vezes, na região subtropical do leste da África. *C. incompletus* e *C. trasnvaalensis* estão distribuídos pela África do Sul, ao passo que *C. arcuatus* e *C. barbieri* ocorrem predominantemente no sul da Ásia e Ilhas do Pacífico Sul (HARLAN, 1970).

Normalmente as gramíneas do gênero *Cynodon* são propagadas vegetativamente, usando-se parte área da planta ou plantas inteiras, incluindo parte do sistema radicular (PEDREIRA, 2010). Contudo a alta variabilidade encontrada dentro do gênero é devido à reprodução sexual. A capacidade reprodutiva por meio de sementes geralmente é baixa, porém muitas espécies possuem tal capacidade de produção que permite a recombinação e segregação genética (WU; TALIAFERRO, 2009). As plantas de *C. dactylon* apresentam elevada variação da polinização cruzada com auto fecundação ocorrendo numa frequência de 0,5 a 3,0% (WU et al., 2006; TALIAFERRO et al., 2004). Andrade et al. (2009) revelaram que gramas-estrela não produzem sementes viáveis em níveis que possibilita essa forma de propagação comercial.

O número básico de cromossomos do gênero é nove ($x = 9$) (DHALIWAL; GUPTA, 2011; ZHI-YUN et al., 2013) sendo descritas plantas com diferentes níveis de ploidia, compreendendo diplóides ($2n = 18$), triplóides ($2n = 3x = 27$), tetraplóide ($2n = 4x = 36$) e, em menor quantidade, pentaploide ($2n = 5x = 45$) e hexaploide ($2n = 6x = 54$) (HARLAN et al., 1970a; WU; TALIAFERRO, 2009).

2.2 Melhoramento genético do gênero *Cynodon*

Ao contrário de outras gramíneas forrageiras, o melhoramento genético dos híbridos de *Cynodon* teve início nos Estados Unidos, no ano de 1940. Em 1953, Dr. Glenn W. Burton pesquisador da Universidade de Geórgia, em Tifton (EUA) desenvolveu o primeiro híbrido, denominado “Coastal” Bermuda (F_1 , tetraploide e estéril). A cv. Coastal foi à primeira gramínea largamente implantada por propagação vegetativa, sendo um marco no melhoramento genético de plantas nos EUA (HARLAN, 1970). Logo, novos híbridos ou cultivares de *Cynodon* foram desenvolvidos, principalmente no programa de melhoramento de G. W. Burton, em Tifton, e lançados por universidades e centros de pesquisa, com o objetivo de atender as características edafoclimáticas regionais (PEDREIRA, 2010).

Para o território brasileiro parece não haver registro formal ou oficial da introdução do gênero *Cynodon*, ademais, sua evolução também é pobremente documentada. A maior parte dos estudos refere-se a avaliações de acessos importados das Américas Central e Norte (PEDREIRA, 2010). ALVIM et al. (1996) relatam que as gramíneas de *Cynodon* passaram a ter importância na pecuária brasileira na década de 1990, tornando-se conhecidas como “capins da moda”.

Apesar de o gênero *Cynodon* ser pouco representativo em relação às áreas ocupadas pelos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* (*Urochloa*), alguns dos genótipos são dignos de relevância devido à alta disseminação no país e dos ótimos resultados obtidos em meio acadêmico ou por geneticistas da área (PEDREIRA et al., 1998). Dentre os capins do gênero *Cynodon* introduzidos e cultivados no Brasil estão o Tifton 85, Tifton 68, Coast-cross, Jiggs, Florakirk, Florico e Florona.

Lançada em 1992, a cultivar Tifton 85 é resultante do cruzamento de Tifton 68 (*C. nlemfuensis*) e uma introdução (PI 290884), aparentemente de *C. dactylon*, oriunda da África do Sul. É um híbrido interespecífico (F_1), rizomatoso e estolonífero, com colmos e folhas largas, coloração verde-escuro, inflorescências menores e com cinco racemos digitados e de rápido estabelecimento. Gramínea que se destaca pela alta produtividade, qualidade e digestibilidade com boa relação folha/colmo comparada a Tifton 68 (BURTON et al., 1993).

A cultivar Jiggs é uma variedade de grama bermuda (*C. dactylon*) e tem suas origens de certa forma desconhecidas. Acredita-se que tenha sido um lançamento particular de produtores americanos, supostamente de um pecuarista do oeste do Texas chamado J. C. Riggs (BADE, 2000). Planta perene, de porte médio, dossel forrageiro denso e coloração verde-clara, folhas e estolões finos e poucos rizomas

(MISLEVY, 2002). Gramínea de alta produtividade, resistente a solos mal drenados e possui potencial de produção competitivo com outras forrageiras em diferentes condições climáticas e estações do ano (VENDRAMINI, 2008; BRANDSTETTER, 2016).

Mislevy et al. (2008) analisaram o acúmulo de forragem e o valor nutritivo dos cultivares Jiggs e Tifton 85, utilizando a técnica de pastejo intermitente. Observaram maior acúmulo de forragem para a cultivar Jiggs (13,9 ton.ha⁻¹) em relação ao Tifton 85 (11,9 ton.ha⁻¹), porém não encontraram diferenças quanto ao valor protéico. Vendramini et al. (2010) comparando quatro cultivares do gênero *Cynodon*, Jiggs, Coastcross, Tifton 85 e Florakirk, relataram maior acúmulo de forragem da cultivar Jiggs ao longo do verão. Apesar das diferenças entre as duas gramíneas forrageiras, as características produtivas e nutricionais as tornam excelentes alternativas para a introdução em sistemas pecuários (REZENDE et al., 2015).

Desta forma, a Embrapa desde 1992 tem avaliado as cultivares de *Cynodon* introduzidas há três décadas no país. Os resultados para produção de leite a pasto foram promissores (ALVIM; VILELA; LOPES, 1997, 1999; VILELA et al., 1996, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007; VILELA; RESENDE; LIMA, 2005; VILELA, 2005), o que acarretou à implantação de um programa de melhoramento genético para o gênero *Cynodon* a partir de 2011 (BENITES; SOUZA SOBRINHO; TECHIO, 2016).

O programa de melhoramento genético do gênero *Cynodon* objetiva o desenvolvimento de cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas brasileiras. Utilizou-se como estratégia, para explorar a variabilidade genética, a coleta de sementes em pastagens da cultivar Grama Estrela Roxa (*C. nlemfuensis*), introdução e avaliação de acessos exóticos provenientes do United States Department of Agricultural (USDA) – EUA, além da introdução de sementes de meios-irmãos do banco de germoplasma do International Livestock Research Institute (ILRI) – Etiópia (BENITES; SOUZA SOBRINHO; VILELA, 2016).

A resistência à cigarrinha das pastagens é considerada como um dos principais alvos de programas de melhoramento genético de forrageiras (SOUZA SOBRINHO; BENITES, 2015). Almeja-se que as novas cultivares associe produtividade de forragem com resistência à cigarrinha das pastagens (BENITES; SOUZA SOBRINHO; VILELA, 2016).

As cigarrinhas das pastagens são insetos sugares e capazes de reduzir radicalmente a produção e qualidade da forragem, com conseqüente redução na

capacidade de suporte (VALÉRIO, 2009). Segundo Oliveira (1997) cerca de 10 milhões de hectares de gramíneas são infestados com cigarrinhas, as quais provocam prejuízos entre 10 e 100%. Nas regiões do Brasil encontram-se diferentes gêneros e espécies de cigarrinhas das pastagens, as de maior importância econômica são: *Deois incompleta* (Walker), *Notozulia entreliana* (Berg), *Deois schach* (Fabricius), *Deois flavopicta* (Stal) e *Mahanarva* sp.(VALÉRIO, 2009).

Auad et al. (2012) avaliaram nove cultivares do gênero *Cynodon* no Brasil quanto à resistência à cigarrinha das pastagens (*Notozulia entreliana*). Os cultivares Florona e Jiggs apresentaram 50% de sobrevivência de ninfas enquanto a Grama Estrela Branca manifestou 76% de sobrevivência. O padrão estabelecido por Cardona, Miles, Sotelo (1999) define que uma planta é resistente à cigarrinha das pastagens quando a porcentagem de sobrevivência de ninfas for abaixo de 30%. Assim, nenhuma das gramíneas avaliadas foi considerada resistente à cigarrinha *Notozulia entreliana*.

Benites, Souza Sobrinho e Vilela (2016) relataram avaliação em 29 clones de *C. nlemfuensis* (Gramma Estrela Roxa) quanto à produtividade de forragem e resistência à cigarrinha das pastagens *Mahanarva spectabilis*. Com relação à produtividade de forragem, o clone 14 apresentou estatisticamente superioridade a cultivar Tifton 85 e, os clones 7, 20, 21, exibiram desempenho semelhante. No que se refere à resistência à cigarrinha das pastagens, os percentuais de sobrevivência das ninfas dos clones variou de 15 a 95%. O clone 7 apresentou nível de sobrevivência de ninfas de *M. spectabilis* semelhante estatisticamente a cultivar *Brachiaria Marandu*. Logo, o clone 7 agregou resistência à cigarrinha das pastagens e produtividade de forragem.

2.3 Modelos mistos (REML/BLUP) no melhoramento genético

Em plantas perenes pode ser observada a ocorrência de dados desbalanceados, nesta situação a utilização de análises tradicionais como a análise de variância (ANOVA) conduz a estimativas equivocadas dos componentes de variância (RODRIGUES, 2016). Desta forma, Resende (2002) indica a utilização da estimação de componentes da variância por máxima verossimilhança restrita (REML) e a predição de valores genéticos pela melhor predição linear não viciada

(BLUP) como os procedimentos analíticos adequados. O REML/BLUP também é definido como metodologia de modelos mistos.

A utilização de modelos mistos gera estimativas mais precisas dos componentes da variação genética e dos valores genéticos individuais, visto que possibilita a predição acurada e não enviesada dos valores genéticos mesmo sob desbalanceamento. Além disso, facilita o uso simultâneo das informações do indivíduo, da família e de medidas repetidas no tempo (PEREIRA et al., 2013).

Herderson (1975) propôs o BLUP (*Best Linear Unbiased Prediction*) como uma forma de predição dos efeitos aleatórios, adequando os dados aos efeitos fixos e ao número desigual de informações por meio de modelos mistos. A aplicação do BLUP potencializa a acurácia seletiva (RESENDE, 2002), ainda assim, são necessárias estimativas de componentes de variância e de parâmetros genéticos. O REML (*Restricted Maximum Likelihood*) é o procedimento efetivo capaz de obter tais estimativas (VIANA; RESENDE, 2014). Este procedimento elaborado por Patterson e Thompson (1971) é não viciado e permite a imposição de restrições de não negatividade. Elimina o vício em razão das mudanças nas frequências alélicas pela seleção e pelo uso da matriz de parentesco. Logo, a estimação dos componentes de variância para uma população base não selecionada e a predição de valores genéticos individuais de qualquer geração é concluída com precisão (RESENDE, 2002).

As principais vantagens do método REML/BLUP são: correção dos dados para os efeitos ambientais; estimação dos componentes de variância e predição de valores genéticos; comparação de indivíduos ou variedades através do tempo e espaço; aplicação a dados desbalanceados e delineamentos não ortogonais; maximiza a acurácia seletiva, o ganho genético e a eficiência dos programas de melhoramento e permite utilizar grande número de informações simultaneamente (RESENDE, 2002; STURION; RESENDE, 2010; VIANA; RESENDE, 2014).

A metodologia do REML/BLUP tem sido empregada com sucesso em diversas plantas perenes, tais como: *Pennisetum purpureum* (ROCHA, 2015; SILVA, 2016), *Brachiaria humidicola* (FIGUEIREDO et al., 2012), *Panicum maximum* (BRAZ et al., 2013), Eucalyptus (MIRANDA et al., 2015) e *Coffea arábica* (RODRIGUES et al., 2013).

2.4 Seleção visual

A seleção visual é o método de seleção mais antigo utilizado pelo ser humano. No início, era baseada em plantas produtivas a fim de fornecer alimentos para as sociedades primitivas. Ocasionalmente, os traços considerados importantes foram modificados para melhor adaptação às condições edafoclimáticas, produção de sementes, resistência a pragas, tolerância à seca e outros (HALLAUER, 2011).

Os caracteres mais adequados para utilização da seleção visual são aqueles controlados por poucos genes, caráter qualitativo, que sofrem menor influência do ambiente. Assim, há necessidade de adequação das técnicas de experimentação, para maior controle do ambiente e assim permitir ao melhorista distinção não enviesada entre os genótipos (ATKINS, 1964).

O método de seleção fenotípica, massal ou massal estratificada se baseia na sensibilidade e experiência dos melhoristas, via percepção visual, para selecionar genótipos que sejam superiores (VARGAS, 1996). Apesar da contribuição do método, sua eficiência tem sido alvo de discussões (CUTRIM; RAMALHO; CARVALHO, 1997).

De modo geral, a eficiência da seleção visual está intimamente ligada a caracteres de alta herdabilidade (h^2) (ABREU et al., 2010). Briggs, Faris e Keller (1978) mensuraram sete características nas primeiras gerações de cevada (*Hordeum vulgare* L. e *H. distichum* L.) e por meio dos componentes de variância e herdabilidade comprovaram que a efetividade da seleção visual ocorria apenas nos caracteres de maior herdabilidade.

Cutrim, Ramalho e Carvalho (1997) com o objetivo de verificar a eficiência da seleção visual na produtividade de grãos de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado, utilizaram onze avaliadores que diferiam quanto ao conhecimento da cultura. Estes autores observaram baixa eficiência dos avaliadores em selecionar de fato plantas de maior produtividade, isso em razão dos mais experientes na cultura atentarem para outras características, como altura da planta, tipo de grãos e ocorrência de doenças, em detrimento da produtividade.

Cutrim, Ramalho e Carvalho (1997) recomendam, portanto a utilização da seleção visual para eliminar genótipos nitidamente inferiores. Logo, a seleção visual deve ser utilizada preferencialmente em ciclos iniciais de seleção, onde há maior variabilidade, o que permite assim distinguir melhor as plantas dentro de uma

população (DAHIYA et al., 1984). Por isso, a intensidade de seleção deve ser baixa (JENSEN, 1988).

Semelhante a este trabalho, Marques Júnior et al. (1997), com a cultura do feijoeiro e Maia, Castro e Fernandes (2010), com uma população de milho (*Zea mays L.*) apontam que o conhecimento do avaliador com a cultura não é determinante na eficiência da seleção massal, e que não se faz necessário grande número de avaliadores.

Há evidências na literatura de que a seleção visual é um método eficaz quando os caracteres avaliados possuem alta magnitude da herdabilidade e correlação positiva com a análise visual do avaliador. Ainda que a herdabilidade e/ou correlação não apresente magnitudes satisfatórias que justifique o uso da seleção visual para selecionar genótipos de alto desempenho, alguns pesquisadores ressaltam sua utilização para o descarte de genótipos inferiores (ATKINS, 1964; BURTON, 1982).

Riday (2009) ao estimar os coeficientes de correlação das notas para biomassa e produção de forragem de trevo vermelho (*Trifolium pratense L.*) em viveiros, encontrou altas magnitudes. Concluindo, que as notas para seleção visual das plantas foram tão precisas e eficientes quanto às mensurações reais dos rendimentos. Bruckner et al. (1991) analisaram a aptidão de plantas de centeio para produção de forragem. A eficácia da seleção visual para plantas de elevada produtividade foi verificada devido à alta magnitude de correlação entre a classificação visual das plantas e seus pesos.

A metodologia de escala de notas foi utilizada por Silva et al. (2013) para determinar a resistência de clones *B. ruziziensis* à *Collaria oleosa*. Para tal, oitenta clones infestados previamente com a praga foram mantidos em casa de vegetação. As notas da porcentagem de área foliar danificada pela *C. oleosa* e a redução dos teores de clorofila foram avaliados para todos os clones. Os autores constataram a existência de correlação positiva e valores de herdabilidade média acima de 50% para ambos os caracteres avaliados. Assim, evidenciando eficiência na seleção de clones de *B. ruziziensis* para o caráter resistência a *C. oleosa* e possibilidade de tal resistência ser transferida às gerações futuras.

Ainda sobre clones de *B. ruziziensis*, Teixeira (2015) aferiu a eficiência da seleção visual, em comparação à seleção massal fenotípica, à média BLUP (Melhor Predição Linear não Tendenciosa) e ao acaso, para produtividade de biomassa

verde de forragem. Como critério de avaliação utilizou-se o número de coincidências entre as plantas selecionadas com maiores médias de nota de vigor e os demais métodos de seleção. A seleção visual obteve moderada eficiência em relação à média fenotípica para fortes intensidades de seleção, expressando variações de 60 a 70%. Porém em moderadas intensidades de seleção como, por exemplo, 30%, a coincidência entre plantas selecionadas para nota de vigor e maiores médias fenotípicas supera 80%. Para comparação entre seleção visual em relação a seleção com base na média BLUP, os resultados observados foram 49% a 54% de coincidência em fortes intensidades de seleção. Para a seleção pelas médias fenotípicas em relação às médias BLUP houve pequenas variações mesmo em menores intensidades de seleção. A herdabilidade apresentou alta magnitude para a seleção com base na média BLUP seguida da seleção visual. Portanto, a seleção visual pode ser considerada útil em etapas iniciais dos ciclos de seleção de programas de melhoramento genético, principalmente para o descarte de clones inferiores, utilizando intensidades de seleção moderadas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido no Campo Experimental José Henrique Bruschi, pertencente à Embrapa Gado de Leite (CNPGL), localizado no município de Coronel Pacheco, Zona da Mata Mineira. As coordenadas geográficas de latitude e longitude são 21°33'31" Sul e 43°15'45" Oeste, respectivamente e altitude de 423m. Conforme classificação climática de Koppen-Geiger, o clima da região é do tipo Cwa (mesotérmico) com inverno seco e úmido, ao passo que o verão é quente e chuvoso. A temperatura média anual é 22°C e precipitação média de 1535 mm/ano. O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Álico (SANTOS et al., 2006).

3.2 Clones avaliados

Foram avaliados 140 clones provenientes de experimento prévio a partir da seleção em plantas de meios irmãos para resistência do tipo antibiose (porcentagem de sobrevivência de ninfas inferior a 30%) à cigarrinha das pastagens (*Mahanarva spectabilis*), pertencentes ao programa de melhoramento genético do gênero *Cynodon* da Embrapa Gado de Leite (CNPGL).

Para obtenção dos clones resistentes à cigarrinha das pastagens o experimento realizou-se da seguinte forma: após a coleta das sementes, procedeu-se ao plantio em bandejas plásticas contendo substrato comercial. As plântulas germinadas foram transplantadas para copos plásticos de 500 ml de capacidade contendo a mistura de terra, areia e esterco (1:1:1), onde permaneceram por 60 dias.

Entre dezembro de 2015 e janeiro de 2016, logo depois do completo desenvolvimento das plantas, um experimento em blocos aumentados (FEDERER, 1956) foi instalado para avaliar a resistência à cigarrinha das pastagens *Mahanarva spectabilis*. Um total de 17 famílias com 20 clones dentro de cada foi analisado. Como não existe padrão de resistência e susceptibilidade no gênero *Cynodon* para

as cigarrinhas das pastagens que ocorrem nas condições tropicais, utilizou-se como testemunhas resistente e susceptível as cultivares de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, respectivamente.

No momento da instalação do experimento um jato de água foi direcionado em cada um dos copos para que as raízes das plantas fossem expostas. Cada planta foi infestada com seis ovos próximos à eclosão e em seguida, o copo foi tampado e envolto com gaze, evitando assim a fuga das ninfas. Cada bloco do experimento foi disposto em bandejas e conduzido em casa de vegetação com irrigação diária. Quarenta e cinco dias após o início do experimento ocorreu a aferição do número de ninfas sobreviventes, adotando-se a metodologia sugerida por Auad et al. (2007), considerando a porcentagem de ninfas sobreviventes de terceiro a quinto instar.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa Genes (CRUZ, 2006) e foi calculado o desvio padrão experimental para auxiliar na seleção de clones resistentes pelo mecanismo de antibiose. Foram selecionados então 140 clones que apresentavam porcentagem de sobrevivência de ninfas menor que 30%.

3.3 Condução do experimento e delineamento experimental

Para avaliar a eficiência da seleção visual quanto à produção de massa verde de forragem em *Cynodon* spp. foi implantado, em março de 2016, um experimento utilizando delineamento de blocos aumentados (FEDERER, 1956) constituído de cinco blocos. Os tratamentos não comuns constaram de 140 clones de meios-irmãos resistentes à cigarrinha das pastagens *Mahanarva spectabilis*, obtidos em experimento prévio pela coleta de sementes em plantas de meios-irmãos pertencentes ao programa de melhoramento genético do gênero *Cynodon* da Embrapa Gado de Leite. Os tratamentos comuns foram compostos por duas testemunhas: cultivar Tifton 85 (*Cynodon* sp.) e cultivar Jiggs (*Cynodon dactylon*).

No momento do plantio, em junho de 2016, foi realizada adubação de 200 ton.ha⁻¹ da fórmula 8-28-16. Logo após cada um dos cortes foi realizada adubação de cobertura de 50 ton.ha⁻¹ da fórmula 20-05-20 (CFSEMG, 1999). A parcela

experimental constituiu-se de uma planta, com espaçamento de 3,0m tanto nas linhas como nas entrelinhas.

Após o corte de uniformização, em outubro de 2016, foram realizados quatro cortes, o primeiro em dezembro de 2016, e os seguintes em fevereiro, abril e junho de 2017. Os intervalos de crescimento foram de 49, 72, 56 e 69 dias, respectivamente.

As variáveis avaliadas em cada corte e parcela foram nota de vigor (NV) e produção de massa verde de forragem (PMV) expressa em Kg.

A nota de vigor, que corresponde à avaliação visual das parcelas, foi realizada por quatro avaliadores com diferentes níveis de conhecimento da cultura. A escala de notas variava de 1 a 5 (1- muito ruim, 2- ruim, 3- regular, 4- bom, 5- muito bom). A nota final para cada tratamento correspondeu à média das notas dadas pelos avaliadores em cada um dos cortes.

Para avaliar a produção total de massa verde de forragem, as parcelas foram cortadas a 5,0 cm acima do nível do solo. O material cortado foi pesado por meio de dinamômetro circular analógico e o peso expresso em quilos (Kg).

3.3 Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas pelo procedimento REML/BLUP, em que os componentes de variância foram estimados pela máxima verossimilhança restrita (REML) e os valores genéticos preditos pela melhor predição linear não-viesada (BLUP).

A significância dos diferentes modelos ajustados, pela Análise de Deviance (ANADEV), foi testada utilizando o teste da razão de verossimilhança (LRT), proposto por Wilks (1938), obtido pela seguinte equação:

$$\lambda = 2(\text{Log}_e L_{p+1} - \text{Log}_e L_p)$$

em que L_{p+1} e L_p são o máximo da função de verossimilhança associado aos modelos completo e reduzido, respectivamente. O valor calculado pelo LRT pode ser comparado com a função densidade de probabilidade (tabela χ^2) que é determinada pelo grau de liberdade e probabilidade de erro (DOBSON, 1990). O número de graus de liberdade é definido pela diferença entre o número de parâmetros ou

componentes de variância entre dois modelos. Uma vez que o modelo completo é um modelo saturado, isto é, fornece uma reprodução exata dos dados, como é o caso deste trabalho, o LRT pode ser calculado pela diferença entre as deviances de dois modelos (RESENDE et al., 2014).

Delineamentos em blocos aumentados são caracterizados pela ausência de repetições dos tratamentos não comuns e pela presença de testemunhas (tratamentos comuns) repetidas em todos os blocos (RESENDE, 2007). Na metodologia de modelos mistos, quando há necessidade de escolha entre modelo aleatório e fixo, recomenda-se adotar o primeiro quando o número de tratamentos (testemunhas) em estudo for maior que cinco e, fixo quando menor. No entanto, quando o número de tratamentos (testemunhas) for igual a cinco pode-se adotar quaisquer um dos modelos, apesar de que o modelo de efeitos aleatórios seja preferível por ser mais conservador que o de efeito fixo (RESENDE; DUARTE, 2007).

Para a análise individual em cada corte, o modelo estatístico associado à seleção de genótipos sob delineamento de blocos aumentados, uma planta por parcela, avaliação em um local e testemunha como efeito aleatório é obtido pela seguinte equação:

$$y = Xf + Zg + Wb + e,$$

em que,

y é o vetor de dados;

f é o vetor dos efeitos assumidos como fixos (média geral);

g é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios);

b é o vetor dos efeitos ambientais de blocos (assumidos como aleatórios);

e é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios).

As letras maiúsculas X , Z e W representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Para análise conjunta de quatro cortes, o modelo estatístico associado à seleção de genótipos sob delineamento de blocos aumentados, uma planta por parcela, avaliação em um local, medidas repetidas e testemunha como efeito aleatório é obtido pela seguinte equação:

$$y = Xm + Zg + Wb + Tp + e,$$

em que,

y é o vetor de dados;

m é o vetor dos efeitos assumidos como fixos (medições);

g é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios);

b é o vetor dos efeitos ambientais de blocos (assumidos como aleatórios);

p é vetor dos efeitos de ambiente permanente (aleatórios);

e é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios).

As letras maiúsculas X, Z, W e T representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Adicionalmente, para se verificar o número mínimo de medições necessárias para se ter um determinado nível de precisão, na comparação entre os clones, foi obtido o coeficiente de determinação (d) para as notas de vigor e produção de massa verde de forragem.

O coeficiente de determinação (d) foi obtido pela seguinte equação:

$$d = \frac{m_i r}{m_i (r + 1) - r}$$

Segundo Resende (2002), o nível adequado de confiabilidade ou determinação depende da finalidade da seleção. Quando um grupo de indivíduos é selecionado, valores acima de 80% podem ser considerados adequados.

O coeficiente de correlação genética, estimado pela análise conjunta, entre a nota de vigor e a produção de massa verde de forragem foi obtido pelo modelo 102 no Selegen – REML/BLUP, versão 2016 (RESENDE, 2016).

Para a eficiência da seleção visual foram utilizadas quatro estratégias de seleção: 1) seleção das médias fenotípicas da produção de massa verde de forragem (PMV) via seleção visual das notas de vigor (NV); 2) seleção das médias BLUP da produção de massa verde de forragem (BLUP PMV) via seleção das médias BLUP das notas de vigor (BLUP NV); 3) seleção das médias BLUP da produção de massa verde de forragem (BLUP PMV) via seleção visual das notas de vigor (NV) e 4) seleção das médias fenotípicas da produção de massa verde de forragem (PMV) via seleção das médias BLUP das notas de vigor (BLUP NV). Assim, foram realizadas as seguintes comparações de estratégias: NV vs PMV; BLUP NV vs BLUP PMV; NV vs BLUP PMV e BLUP NV vs PMV.

Em todas as estratégias de seleção foram utilizadas diferentes intensidades de seleção que variaram de 15 a 60%, com intervalos de 5%.

A verificação da eficiência da seleção visual (ESI), em cada estratégia de seleção, foi feita utilizando o índice de coincidência de Hamblin e Zimmermann (1996), dado pela seguinte expressão:

$$ESI = \frac{A - C}{B - C} \cdot 100$$

em que:

A: número de clones selecionados coincidentes às estratégias de seleção;

B: número de clones selecionados pela respectiva intensidade de seleção;

C: número de clones nas estratégias de seleção devido ao acaso. Admitiu-se uma proporção de 5% devido ao acaso ($C = B \times 0,05$).

Foram obtidos os ganhos genéticos com a seleção direta, por meio dos valores genotípicos da produção de massa verde de forragem e seleção indireta, via valores genotípicos para nota de vigor, nas intensidades de seleção em que foi obtida coincidência entre plantas selecionadas acima de 80%.

Os ganhos genéticos (GS) obtidos com a seleção direta foram obtidos como descrito por Cruz e Carneiro (2003), por meio da expressão:

$$GS = DS \cdot h^2$$

em que:

DS = diferencial de seleção, dado pela diferença entre a média dos clones selecionados (\bar{X}_s) e a média original (\bar{X}_o);

h^2 = herdabilidade no sentido amplo do caráter, pela análise conjunta.

Os ganhos genéticos (GS) obtidos com a seleção indireta para produção de massa verde de forragem (caráter principal y) via nota de vigor (caráter auxiliar x), em cada intensidade de seleção, foram obtidos como descrito por Cruz e Carneiro (2003), por meio da expressão:

$$GS = DS_{y(x)} \cdot h_y^2$$

em que:

$DS_{y(x)}$ = diferencial de seleção indireto, em que a média dos clones selecionados é obtida em relação aos clones que apresentaram superioridade para o caráter auxiliar x;

h_y^2 = herdabilidade no sentido amplo do caráter principal y.

Todos os valores de GS obtidos foram transformados para porcentagem pela expressão:

$$GS\% = \frac{GS}{\bar{X}_o} \cdot 100$$

A ordem e os valores genotípicos (u + g) dos clones foram definidos a partir da intensidade de seleção que obteve maior ganho genético tanto direto quanto indireto.

Todas as análises foram realizadas por meio do Sistema Estatístico e Seleção Genética Computadorizada via Modelos Mistos Lineares, Selegen - REML / BLUP , versão 2016 (Resende, 2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No efeito dos clones, estimado pela análise de Deviance (ANADEV) em cada corte, foram detectadas diferenças significativas pelo teste da razão de verossimilhança (LRT) ($p < 0,05$) para os caracteres nota de vigor (NV) e produção de massa verde de forragem (PMV). Evidenciando desta maneira presença de variabilidade genética entre os clones de *Cynodon* spp. avaliados. Para o efeito de blocos, não houve significância para NV no 4º corte e para PMV a não significância para o mesmo efeito foi observada apenas no 1º corte (Tabela 1).

Em relação à média dos clones avaliados, para NV, foram encontrados valores de 3,33; 2,95; 2,89 e 3,12 nos 1º, 2º, 3º e 4º cortes, respectivamente. Quanto às médias das testemunhas observou-se que, para a testemunha Tifton 85 as médias obtidas foram 4,73; 3,96; 3,27 e 3,98 nos referidos cortes. Valores estes que excederam às dos clones. Já para a testemunha Jiggs, as médias foram inferiores às dos clones em todos os cortes (2,51; 2,73; 2,28 e 2,51) (Tabela 1).

Para PMV, as médias dos clones foram 3,13; 2,72; 4,23 e 2,64kg nos 1º, 2º, 3º e 4º cortes, respectivamente. No que se referem às médias das testemunhas, as médias da Tifton 85 foram superiores às dos clones em todos os cortes (8,04; 7,29; 6,36 e 4,42), porém em relação às médias da testemunha Jiggs estas foram inferiores às dos clones na devida ordem dos cortes, 1º, 2º, 3º e 4º (1,85; 1,77; 3,32 e 1,76) (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise de Deviance e teste da razão de verossimilhança (LRT), por corte, para os caracteres nota de vigor referente à produção de massa verde (NV) e produção de massa verde de forragem (kg) (PMV), avaliados em 140 clones de meios-irmãos de *Cynodon* spp. e duas testemunhas (Tifton 85 e Jiggs), Coronel Pacheco-MG, 2016-2017.

Efeito	NV							
	1º Corte		2º Corte		3º Corte		4º Corte	
	Deviance	LRT	Deviance	LRT	Deviance	LRT	Deviance	LRT
Clones ¹	117,69	17,80*	65,44	10,68*	100,15	4,12*	130,94	5,17*
Bloco ¹	107,98	8,09*	81,01	26,25*	100,71	4,68*	126,57	0,80 ^{ns}
Modelo completo	99,89	-	54,76	-	96,03	-	125,77	-
\bar{x}_{T1}	4,73 (4,80)	-	3,96 (4,02)	-	3,27 (3,30)	-	3,98 (4,10)	-
\bar{x}_{T2}	2,51 (2,47)	-	2,73 (2,72)	-	2,28 (2,23)	-	2,51 (2,42)	-
\bar{x}_C	3,33 (3,33)	-	2,95 (2,95)	-	2,89 (2,88)	-	3,12 (3,12)	-

Efeito	PMV							
	1º Corte		2º Corte		3º Corte		4º Corte	
	Deviance	LRT	Deviance	LRT	Deviance	LRT	Deviance	LRT
Clones ¹	353,26	30,59*	323,58	32,29*	331,01	6,53*	255,88	7,96*
Bloco ¹	325,08	2,41 ^{ns}	301,30	10,01*	332,50	8,02*	252,80	4,88*
Modelo completo	322,67	-	291,29	-	324,48	-	247,92	-
\bar{x}_{T1}	8,04 (8,66)	-	7,29 (7,78)	-	6,36 (6,92)	-	4,42 (5,02)	-
\bar{x}_{T2}	1,85 (1,68)	-	1,77 (1,66)	-	3,32 (3,08)	-	1,76 (1,46)	-
\bar{x}_C	3,13 (3,11)	-	2,72 (2,71)	-	4,23 (4,22)	-	2,64 (2,63)	-

* e ^{ns}: significativo e não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Qui-quadrado (χ^2) (Valor tabelado = 3,84);

¹: Deviance do modelo ajustado sem os referidos efeitos;

\bar{x}_{T1} : Média obtida pelos valores genotípicos da testemunha Tifton 85 (*Cynodon* sp.);

\bar{x}_{T2} : Média obtida pelos valores genotípicos da testemunha Jiggs (*Cynodon dactylon*);

\bar{x}_C : Média obtida pelos valores genotípicos dos clones de meios-irmãos;

Entre parênteses constam as médias obtidas pelos valores fenotípicos para PMV e NV.

Pela análise de Deviance, nos quatro cortes, detectou-se efeito dos clones significativo pelo teste da razão de verossimilhança (LRT) ($p < 0,05$) para os caracteres avaliados, confirmando a variabilidade genética entre os clones observada nos cortes individuais. Quanto ao efeito de bloco houve significância apenas para NV. Já em relação ao ambiente permanente, a presença de significância foi observada somente para o caractere PMV, ou seja, o efeito de ambiente afetou os clones constantemente nos quatro cortes realizados (interação genótipo x ambiente significativa) (Tabela 2).

Tabela 2 - Análise de Deviance e teste da razão de verossimilhança (LRT), em quatro cortes, para os caracteres nota de vigor referente à produção de massa verde (NV) e produção de massa verde de forragem (kg) (PMV), avaliados em 140 clones de meios-irmãos de *Cynodon* spp. e duas testemunhas (Tifton 85 e Jiggs), Coronel Pacheco-MG, 2016-2017.

Efeito	NV		PMV	
	Deviance	LRT	Deviance	LRT
Clones ¹	49,16	11,20*	968,67	26,04*
Bloco ¹	43,67	5,71*	942,65	0,02 ^{ns}
Ambiente permanente ¹	40,28	2,32 ^{ns}	951,67	9,04*
Modelo completo	37,96	-	942,63	-
\bar{x}_{T1}	4,03 (4,06)	-	6,73 (7,10)	-
\bar{x}_{T2}	2,47 (2,46)	-	2,08 (1,97)	-
\bar{x}_C	3,07 (3,07)	-	3,18 (3,17)	-

* e ^{ns}: significativo e não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Qui-quadrado (χ^2) (Valor tabelado = 3,84);

¹: Deviance do modelo ajustado sem os referidos efeitos;

\bar{x}_{T1} : Média obtida pelos valores genotípicos da testemunha Tifton 85 (*Cynodon* sp);

\bar{x}_{T2} : Média obtida pelos valores genotípicos da testemunha Jiggs (*Cynodon dactylon*);

\bar{x}_C : Média obtida pelos valores genotípicos dos clones de meios irmãos;

Entre parênteses constam as médias obtidas pelos valores fenotípicos para PMV e NV.

As médias dos clones para os caracteres NV e PMV foram de 3,07 e 3,18kg, respectivamente, inferiores àquelas obtidas para a testemunha Tifton 85 (4,03 e 6,73kg, respectivamente) e superiores às médias da testemunha Jiggs (2,47 e 2,08) (Tabela 2).

Segundo Cruz et al. (2014), o conhecimento da variância genotípica possui importância para os programas de melhoramento genético pelo fato de indicar a amplitude de variação genética da população para um determinado caráter.

Analisando os componentes de variância pela análise individual de cada corte, observou-se estimativas de variância genotípica (σ_g^2) variando de 0,395 a

0,575 para NV e de 0,679 a 1,936 para PMV. Quando se observa o caráter NV, as variâncias genotípicas (σ_g^2) foram superiores às residuais (σ_e^2) em todos os cortes, porém, para PMV foram superiores apenas no 1º e 2º cortes (Tabela 3).

Quanto à análise conjunta dos quatro cortes, a variância genotípica foi superior à residual tanto para NV quanto para PMV, cujos valores estimados foram 0,421 e 1,358, respectivamente (Tabela 3).

No que se refere ao componente de variância ambiental entre blocos (σ_{bloc}^2), pelas análises individuais de cada corte, não houve significância ($p > 0,05$) no 4º corte para NV. Para PMV a não significância foi observada somente no 1º corte. Pela análise conjunta houve significância da variância ambiental entre blocos para NV, e não significância para PMV (Tabela 3).

O coeficiente de determinação dos efeitos de blocos (c_{bloc}^2) indica a quantidade de heterogeneidade ambiental entre parcelas dentro de blocos. Sua interpretação deve ser feita conjuntamente ao efeito de blocos obtido pela análise de Deviance. Para o melhoramento genético de plantas é desejável que o efeito de blocos seja significativo e c_{bloc}^2 baixo, o que determina a eficiência do delineamento experimental utilizado e capacidade de teste precisa (RESENDE, 2002). Neste trabalho, as significâncias dos efeitos de blocos associados aos baixos valores de c_{bloc}^2 ocorreram em grande parte dos cortes tanto para NV (1º, 2º e 3º cortes) quanto para PMV (2º, 3º e 4º cortes). Pela análise conjunta, ambos os caracteres obtiveram estimativas de c_{bloc}^2 baixos, porém para PMV não houve significância dos efeitos de blocos (Tabela 3). A não existência de significância evidencia que qualquer delineamento experimental utilizado seria eficiente e que houve grande homogeneidade ambiental. Além disso, a capacidade de teste não foi tão precisa e possivelmente o ganho genético será menor em virtude da interação genótipo x bloco.

Tabela 3 - Estimativas dos componentes de variância pelo modelo iterativo com todos os efeitos testados, para os caracteres nota de vigor referente à produção de massa verde (NV) e produção de massa verde de forragem (PMV) (kg), em cada corte e pela análise conjunta dos quatro cortes, avaliados em 140 clones de meios-irmãos de *Cynodon* spp. e duas testemunhas (Tifton 85 e Jiggs), Coronel Pacheco-MG, 2016-2017.

Componentes	NV				Análise conjunta
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	4º Corte	
σ_g^2	0,575	0,395	0,479	0,453	0,421
σ_{bloc}^2	0,071	0,150	0,064	0,021 ^{ns}	0,048
σ_e^2	0,139	0,116	0,204	0,384	0,213
σ_f^2	0,785	0,661	0,748	0,857	0,752
σ_{perm}^2	-	-	-	-	0,069 ^{ns}
c_{bloc}^2	0,091	0,227	0,086	0,025 ^{ns}	0,064
c_{perm}^2	-	-	-	-	0,092 ^{ns}
$CV_g(\%)$	22,74	21,24	23,99	21,56	21,10
$CV_e(\%)$	11,18	11,51	15,65	19,85	15,01
CV_g/CV_e	2,03	1,84	1,53	1,09	1,41
Componentes	PMV				Análise conjunta
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	4º Corte	
σ_g^2	1,936	1,622	1,311	0,679	1,358
σ_{bloc}^2	0,150 ^{ns}	0,330	0,366	0,153	0,006 ^{ns}
σ_e^2	1,196	0,875	1,751	1,159	1,041
σ_f^2	3,282	2,827	3,428	1,991	2,849
σ_{perm}^2	-	-	-	-	0,445
c_{bloc}^2	0,046 ^{ns}	0,117	0,107	0,077	0,002 ^{ns}
c_{perm}^2	-	-	-	-	0,156
$CV_g(\%)$	44,11	46,36	27,00	31,13	36,49
$CV_e(\%)$	34,67	34,05	31,20	40,68	31,94
CV_g/CV_e	1,27	1,36	0,86	0,77	1,14

σ_g^2 : variância genotípica; σ_{bloc}^2 : variância ambiental entre blocos; σ_e^2 : variância residual; σ_f^2 : variância fenotípica individual; σ_{perm}^2 : variância de ambiente permanente; ^{ns}: não significativo para este efeito pelo teste de Qui-quadrado (χ^2), a 5% de probabilidade; c_{bloc}^2 : coeficiente de determinação dos efeitos de bloco; c_{perm}^2 : coeficiente de determinação dos efeitos de ambiente permanente; $CV_g(\%)$: coeficiente de variação genético; $CV_e(\%)$: coeficiente de variação ambiental.

O coeficiente de determinação dos efeitos de ambiente permanente (c_{perm}^2) diz respeito ao ambiente característico da parcela como, por exemplo, solo compactado, presença de pedregulhos e outros, além de fornecer a variação ambiental de um corte para outro ou a correlação ambiental das observações dentro das parcelas ao longo do tempo (MISTRO, 2013). Pela análise conjunta, nos quatro cortes, constatou-se efeito significativo para a variância do ambiente permanente (σ_{perm}^2) somente para o caractere PMV e o valor obtido para c_{perm}^2 foi de 0,156 (Tabela 3).

Maiores magnitudes de coeficientes de variação genéticos (CV_g) e ambientais (CV_e) foram obtidas para o caractere PMV em cada corte e considerando a análise conjunta dos quatro cortes. Os altos valores de coeficiente de variação genético (CV_g) evidenciaram variabilidade genética presente na população para o caractere estudado. Por outro lado, o coeficiente de variação ambiental indica a precisão do experimento e conseqüentemente maior confiabilidade das estimativas obtidas. Em programas de melhoramento genético a precisão experimental tem sido estimada pela acurácia seletiva, pois é desejável uma seleção acurada de genótipos (RESENDE; DUARTE, 2007). Os coeficientes de variação ambiental para PMV foram semelhantes em cada corte, entre 31,20 a 34,67, com exceção no 4º corte (Tabela 3).

Estimativas de coeficiente de variação ambiental semelhantes a este trabalho foram obtidas por Teixeira (2015) que avaliando genótipos de *Brachiaria ruziziensis* verificou coeficientes de variação ambiental de 33,30 e 35,35% para a produção de biomassa verde em campo. Fonseca (2017) ao avaliar a mesma espécie para a produção de biomassa verde obteve resultado similar (32%) também em condição de campo. Ressaltando que os referidos estudos utilizaram delineamento em blocos aumentados.

A razão CV_g/CV_e , de acordo com Vencovsky e Barriga (1992), corresponde ao grau de facilidade do processo de seleção quando esta razão for próxima ou maior à unidade. As estimativas obtidas neste trabalho atenderam esta condição em grande parte dos cortes, exceto para PMV no 3º e 4º cortes. Indicando desta forma que os efeitos genéticos foram superiores aos ambientais e assim ocorrendo facilidade no processo de seleção com base tanto em NV quanto em PMV (Tabela 3).

As estimativas do coeficiente de herdabilidade no sentido amplo (h_g^2) foram consideradas de moderada a baixa, sendo as maiores obtidas para o caráter NV, quais sejam 0,733; 0,597; 0,641 e 0,528 no 1º, 2º, 3º e 4º cortes, respectivamente. Pela análise conjunta o valor estimado foi de 0,560. As baixas estimativas do coeficiente de herdabilidade observadas indicam forte influência ambiental na expressão do caractere PMV, o que era esperado, uma vez que este caractere é controlado por vários genes e com forte influência do ambiente (Tabela 4).

Tabela 4 - Estimativas de parâmetros genéticos pelo modelo iterativo com todos os efeitos testados, para os caracteres nota de vigor referente à produção de massa verde (NV) e produção de massa verde de forragem (PMV) (kg), em cada corte e pela análise conjunta dos quatro cortes, avaliados em 140 clones de meios-irmãos de *Cynodon* spp. e duas testemunhas (Tifton 85 e Jiggs), Coronel Pacheco-MG, 2016-2017.

Componentes	NV				Análise conjunta
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	4º Corte	
h_g^2	0,733	0,597	0,641	0,528	0,560
h_{mgen}^2	0,806	0,773	0,701	0,541	-
Ac_{gen}	0,856	0,773	0,800	0,727	0,870
r	-	-	-	-	0,716
Componentes	PMV				Análise conjunta
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	4º Corte	
h_g^2	0,590	0,574	0,382	0,341	0,477
h_{mgen}^2	0,618	0,649	0,428	0,369	-
Ac_{gen}	0,768	0,757	0,618	0,584	0,808
r	-	-	-	-	0,635

h_g^2 : herdabilidade de parcelas individuais no sentido amplo; h_{mgen}^2 : herdabilidade ajustada da média de genótipo; Ac_{gen} : acurácia da seleção de genótipos; r : repetibilidade de parcelas individuais; ^{ns}: não significativo para este efeito pelo teste de Qui-quadrado (χ^2), a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos para o coeficiente de herdabilidade corroboram com os de Fonseca (2017) que ao avaliar genótipos na fase inicial de um ciclo de seleção no melhoramento de *B. ruziziensis* verificou herdabilidade em nível de indivíduo para o caráter PMV de 0,35. Da mesma maneira, Teixeira (2015) ao estudar a eficiência da seleção visual em clones de *B. ruziziensis*, em comparação à seleção massal fenotípica, à média BLUP (Melhor Predição Linear não Tendenciosa) e ao acaso,

para produtividade de biomassa verde, obteve valores de coeficiente de herdabilidade de baixa magnitude para o caráter produção de biomassa verde (0,3453 no primeiro corte, 0,1563 para o segundo corte e na análise conjunta dos dois cortes 0,3116). Já Rodrigues (2016) ao estimar o coeficiente de herdabilidade no sentido amplo em populações segregantes de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) para produção de bioenergia no Estado do Rio de Janeiro observou estimativas de moderada a alta magnitude para o caráter biomassa verde, variando de 0,523 a 0,879 no corte 1 e 2, respectivamente.

A avaliação da precisão experimental foi observada pelas estimativas da acurácia seletiva (Ac_{gen}). Por este parâmetro, seguindo a classificação de Resende e Duarte (2007), a precisão experimental foi de alta magnitude para NV tanto pelas análises individuais de cada corte quanto pela análise conjunta. Para PMV, pela análise individual, foram observadas magnitudes de moderada a alta e pela análise conjunta a magnitude verificada foi alta. O maior valor da estimativa de acurácia seletiva (0,870) foi verificado pela análise conjunta para NV (Tabela 4). A acurácia seletiva refere-se ao correto ordenamento para fins de seleção além de inferir acerca do valor genotípicos dos indivíduos. Logo, quanto maior a acurácia, maior a precisão na seleção e no valor genético dos clones.

Neste trabalho, as baixas e moderadas estimativas de herdabilidade evidenciam a influência ambiental na expressão de PMV, evidenciando o seu controle genético poligênico, porém essas estimativas estão associadas às acurácias seletivas moderadas a altas, o que permitem a obtenção de progresso genético ao longo das etapas de seleção.

Nota-se também magnitudes de acurácia seletiva semelhantes a aquelas obtidas neste trabalho para outras gramíneas forrageiras como, *Brachiaria humidicola* (FIGUEIREDO, 2015), *Brachiaria ruziziensis* (TEIXEIRA, 2015) e *Panicum maximum* (EMATNE et al., 2015), que possuem alta (83,79%), moderada (49, 54 e 66%) e alta (> 70%) magnitudes, respectivamente para o caráter produção de massa verde de forragem.

Atrelado à acurácia seletiva está o coeficiente de repetibilidade (r) que se refere às correlações fenotípicas entre medidas repetidas sobre os mesmos clones, genótipos, híbridos ou progênies. Este parâmetro mede, portanto, a capacidade dos organismos em repetir a expressão do caráter no decorrer do tempo ou espaço

(RESENDE, 2002). No presente trabalho, ambos os caracteres avaliados apresentaram coeficiente de repetibilidade de alta magnitude (análise conjunta), variando de 0,716 (NV) a 0,635 (PMV) (Tabela 4). Altos valores estimados deste parâmetro indicam que houve regularidade no comportamento dos clones em relação aos caracteres NV e PMV, de um corte para outro, mesmo havendo existência da interação genótipos x ambientes.

Magnitudes similares às obtidas neste trabalho para o coeficiente de repetibilidade foi apresentado por Martuscello et al. (2007) que ao avaliar híbridos de *Panicum maximum* em cinco cortes, por meio de métodos multivariados e pela análise de variância, encontraram valores que oscilaram de 0,5114 a 0,7491 para produção de matéria verde. No entanto, Souza Sobrinho et al. (2010) ao estimar o coeficiente de repetibilidade em progênies de meios-irmãos de *Brachiaria ruziziensis* obtiveram valores baixos, entre 0,31 a 0,41, que determinaram moderada magnitude do parâmetro para massa de matéria verde.

Além do coeficiente de repetibilidade estimado, com base na análise conjunta, o coeficiente de determinação representa a proporção do valor real de cada caractere que foi repetido ao longo dos cortes (SOUZA SOBRINHO et al., 2010). O número de medições necessárias para se atingir o coeficiente de determinação acima de 80 % estão apresentados na Tabela 5. Constatou-se que, para os caracteres NV e PMV, o número de avaliações necessários para se atingir o nível de confiabilidade acima de 80% são 2 e 3 cortes, respectivamente. Desta forma o número de medições feito neste trabalho, quatro cortes, foi eficiente em estimar os valores dos clones de meios-irmãos para os caracteres NV e PMV no programa de melhoramento genético do gênero *Cynodon*.

Conforme Souza Sobrinho et al. (2004) e Cavalcante et al. (2012) a alternativa de utilizar menor número de avaliações para identificação de materiais superiores nas etapas iniciais dos ciclos de seleção em um programa de melhoramento, no qual se avalia grande número de clones simultaneamente, colabora para a redução no tempo com cada ciclo de seleção, acelerando desta forma o processo de melhoramento.

Tabela 5 – Coeficiente de determinação com a realização de m medidas repetidas em comparação a que se usa apenas uma, para os caracteres nota de vigor referente à produção de massa verde (NV) e produção de massa verde de forragem (kg) (PMV), avaliados em 140 clones de meios-irmãos de *Cynodon* spp. e duas testemunhas (Tifton 85 e Jiggs), Coronel Pacheco-MG, 2016-2017.

m	NV	PMV
	Coeficiente de determinação	Coeficiente de determinação
1	0,71	0,63
2	0,83	0,78
3	0,88	0,84
4	0,91	0,87
5	0,92	0,90
6	0,94	0,91
7	0,94	0,92
8	0,95	0,93

Diferentemente do número de medições encontrado neste trabalho, Léo et al. (2008) ao avaliar genótipos de *Panicum maximum*, considerando um coeficiente de determinação de 85% estabeleceram pelo menos 10 cortes de avaliação como suficientes para as características de produção de matéria verde de forragem; produção de matéria seca de forragem e de folhas; porcentagem de folhas na produção de matéria seca de forragem e altura da planta. De forma semelhante, Souza Sobrinho et al. (2010) ao avaliar progênies de meios-irmãos de *B. ruziziensis* verificaram oito cortes para avaliações de produção de matéria verde de forragem como suficientes para identificar e selecionar materiais superiores para dar continuidade ao programa de melhoramento da espécie. Contudo, na seleção de híbridos de *Panicum maximum*, Martuscello et al. (2007) obtiveram 80% de confiabilidade de seu valor real para produções de matéria verde e seca em quatro cortes de avaliação. Alguns estudos de coeficiente de determinação para outras plantas forrageiras baseados em dados obtidos no Brasil estão disponíveis na literatura (SHIMOYA et al., 2002; DAHER et al., 2004; CAVALCANTE et al., 2012; MARTUSCELLO et al., 2013).

A eficiência da seleção visual foi estimada pelo número de coincidências entre as plantas quando realizadas diferentes estratégias de seleção. Na eficiência de seleção das médias fenotípicas da produção de massa verde de forragem (PMV) via seleção das notas de vigor (NV), verificou-se que para as intensidades de 15 a 20%, consideradas fortes, a eficiência foi moderada (44,9 a 54,9%). Com intensidades de

seleção brandas, a partir de 35%, a coincidência entre as plantas selecionadas pelas notas de vigor e as de maior média fenotípica foi superior a 80% (Tabela 6). Segundo Namkoong (1974) aplicar fortes intensidades de seleção numa população determina ganhos imediatos, porém a redução do tamanho da população pode ocasionar riscos de endogamia. Assim, quando há um número elevado de clones de uma população a ser avaliado deve-se aplicar moderada intensidade de seleção a fim de obter ganhos a médio e longo prazo.

Tabela 6 - Índice de coincidência (%), em diferentes intensidades de seleção, avaliados em 140 clones de meios-irmãos de *Cynodon* spp. selecionados pela nota de vigor referente à produção de massa verde (NV), pela média fenotípica com base na produção de massa verde de forragem (PMV) e seleção com base nas médias BLUP das notas de vigor (BLUP NV) e para produção de massa verde de forragem (BLUP PMV), Coronel Pacheco-MG, 2016-2017.

Intensidade de seleção (%)	NV vs PMV	BLUP NV vs BLUP PMV	NV vs BLUP PMV	BLUP NV vs PMV
15	44,9	44,9	44,9	45,0
20	54,9	51,1	54,9	43,6
25	63,9	60,9	63,9	60,9
30	79,9	77,4	79,9	77,4
35	82,8	80,7	82,8	80,7
40	85,0	85,0	85,0	86,8
45	85,0	90,0	85,0	90,0
50	83,5	86,5	83,5	85,0
55	86,3	87,7	86,3	86,3
60	85,0	88,7	86,2	86,2
r_{xy}^1	0,81	-	-	-

¹: coeficiente de correlação genética entre x e y (NV e PMV, respectivamente).

Para a seleção das médias BLUP da produção de massa verde de forragem (BLUP PMV) via seleção das médias BLUP das notas de vigor (BLUP NV), verificou-se valores de coincidências entre plantas selecionadas similares a estratégia de seleção das médias fenotípicas da produção de massa verde de forragem (PMV) via seleção visual das notas de vigor (NV) (Tabela 6).

A seleção das médias BLUP da produção de massa verde de forragem (BLUP PMV) via seleção visual das notas de vigor (NV), até a intensidade de seleção a 35%, obteve maiores coincidências entre as plantas selecionadas do que a estratégia de eficiência de seleção das médias BLUP da nota de vigor (BLUP NV) via seleção das médias fenotípicas da produção de massa verde de forragem (PMV) (Tabela 6).

A maior coincidência entre as plantas selecionadas (90,0%) ocorreu na intensidade de seleção a 45% e para duas estratégias, sendo elas: 1) seleção das médias BLUP da produção de massa verde de forragem (BLUP PMV) via seleção das médias BLUP das notas de vigor (BLUP NV) e 2) seleção das médias fenotípicas da produção de massa verde de forragem (PMV) via seleção das médias BLUP das notas de vigor (BLUP NV) (Tabela 6).

Os resultados obtidos neste trabalho concordam com os de Teixeira (2015), o qual se avaliou genótipos de *B. ruziziensis* utilizando intensidades de seleção brandas, a partir de 30%, verificou coincidências superiores a 80% entre plantas selecionadas com base nas notas de vigor e maiores médias fenotípicas de biomassa verde de forragem. Para a eficiência da seleção visual em relação à seleção pelas médias BLUP, o autor observou estimativas diferentes às obtidas para essa mesma estratégia neste presente trabalho, porém com altas coincidências entre as plantas selecionadas.

Fonseca (2017) comparando quatro alternativas de análise de notas em genótipos de *Brachiaria ruziziensis*, verificou eficiência de seleção baixa para produção de massa verde (PMV) com base na nota de vigor, em média de 40%, utilizando a abordagem de modelos lineares mistos na escala original das notas. Porém, para as abordagens de modelos lineares mistos na escala da nota transformada via Box-Cox, modelo linear misto generalizado e modelo linear misto generalizado bayesiano, as coincidências das plantas selecionadas variaram de 73% a 100% nos três cenários em que se utilizava um, três e seis observadores.

Figueiredo (2015), por sua vez, constatou que a eficiência de seleção visual não se mostrou eficiente em plantas individuais de *Brachiaria decumbens*, quando comparada com a avaliação em parcelas formando dossel forrageiro. As coincidências entre a seleção visual e os experimentos de campo com repetições mostraram-se variáveis, de 0% a 27,63%, entre os caracteres (produtividade de massa seca total, porcentagem de lâminas foliares, produtividade de massa seca foliar e capacidade de rebrota). Provavelmente em virtude do controle genético complexo dos caracteres e a competição interplanta. A seleção visual foi considerada baixa em outras culturas como milho (*Zea mays*) (ABREU, 2010). Que independente do conhecimento do avaliador, obteve coincidência entre as 99 plantas selecionadas visualmente e as selecionadas pelo peso de grãos muito baixa (em média 10%), principalmente para o sistema convencional de seleção visual

massal. É necessário salientar que estes estudos verificaram a seleção visual a campo, escolhendo-se plantas de melhor fenótipo e não pela atribuição de escala de notas para todas as plantas e posterior seleção com base nas notas.

Entretanto, existem questionamentos quanto à habilidade do selecionador em identificar visualmente genótipos superiores, visto que a dificuldade da avaliação com base em notas depende da análise visual do avaliador (CUTRIM; RAMALHO; CARVALHO, 1997). Esses autores recomendam, portanto, a utilização da seleção visual para descarte de genótipos visivelmente inferiores.

Isto posto, a seleção visual pode ser recomendada visando melhorar a eficiência de um programa de melhoramento genético por diminuir o tempo de avaliação, reduzir custos de mão-de-obra e insumos agrícolas além de proporcionar o descarte de clones nitidamente inferiores nas etapas iniciais de ciclos de seleção, nos quais há elevado número de clones e busca-se não aplicar fortes intensidades de seleção.

Corroborando com a eficiência de seleção visual, obteve-se estimativa de coeficiente de correlação genética positiva e de alta magnitude (0,81), entre NV e PMV (Tabela 6) indicando desta forma, a possibilidade de seleção indireta de clones superiores para PMV, via NV.

Na Tabela 7, verificou-se os ganhos genéticos estimados com a seleção direta e indireta para produção de massa verde de forragem (PMV), com base nas intensidades de seleção com coincidências entre plantas selecionadas acima de 80%.

De maneira geral, a seleção direta para PMV proporcionou estimativas de ganho maiores que a seleção indireta via NV. Os ganhos diretos variaram entre 8,02% e 14,02% e os indiretos estiveram entre 6,88% e 10,85%. Logo, nota-se que nas intensidades de seleção onde os ganhos diretos foram superiores também o foram os ganhos indiretos. Foi possível verificar, portanto, a possibilidade de maior ganho genético (10,85%) para o caractere PMV com seleção em NV, na intensidade de seleção a 35%.

Assim, a seleção indireta para PMV, via NV, pode ser utilizada para ganhos genéticos significativos em clones *Cynodon* spp. e dar continuidade ao progresso da seleção, o que é comprovado pela alta correlação genética observada entre estes dois caracteres (0,81).

Tabela 7 – Estimativas das médias dos clones selecionados (\bar{X}_s), média original (\bar{X}_o) e do ganho com a seleção (GS) direta e indireta para produção de massa verde de forragem (PMV), com base nas intensidades de seleção que obtiveram coincidências entre plantas selecionadas acima de 80%, obtidas em 140 clones de meios-irmãos de *Cynodon* spp. e duas testemunhas (Tifton 85 e Jiggs), Coronel Pacheco-MG, 2016-2017.

Intensidade de seleção	Seleção direta ¹			
	\bar{X}_o	\bar{X}_s	GS	$GS\%$
35%	3,18	4,11	0,45	14,02
40%	3,18	4,02	0,40	12,60
45%	3,18	3,94	0,36	11,40
50%	3,18	3,87	0,33	10,28
55%	3,18	3,79	0,29	9,12
60%	3,18	3,71	0,26	8,02
	Seleção indireta ²			
35%	3,07	3,77	0,33	10,85
40%	3,07	3,71	0,31	9,95
45%	3,07	3,66	0,28	9,15
50%	3,07	3,61	0,26	8,37
55%	3,07	3,56	0,23	7,63
60%	3,07	3,51	0,21	6,88

¹: Estimativas obtidas com base nos valores genotípicos para o caractere produção de massa verde de forragem (PMV), sem as testemunhas;

²: Estimativas obtidas com base nos valores genotípicos para o caractere nota de vigor (NV), sem as testemunhas.

Considerando a importância da seleção de novos clones de *Cynodon* spp. que tenham alta produção de massa verde de forragem (PMV) e que possam ser classificados por meio de uma forma mais prática de avaliação, é o caso da nota de vigor das plantas, na Tabela 8 estão dispostos os valores genotípicos ($u + g$) ordenados dos 49 clones selecionados na intensidade de seleção de 35%, intensidade esta na qual foi obtido o maior ganho genético tanto direto quanto indireto.

Tabela 8 – Seleção de clones considerando todos os cortes, análise conjunta, na intensidade de seleção a 35%, para os caracteres nota de vigor referente à produção de massa verde (NV) e produção de massa verde de forragem (kg) (PMV), avaliados em 140 clones de *Cynodon* spp. e duas testemunhas (Tifton 85 e Jiggs), Coronel Pacheco-MG, 2016-2017.

Ordem	NV		PMV	
	Clones	u + g	Clones	u + g
1	145	4,24	42	6,04
2	146	4,24	34	5,94
3	34	4,22	150	5,94
4	147	4,21	149	5,81
5	42	4,20	118	5,65
6	143	4,20	23	5,02
7	51	4,16	135	4,88
8	149	4,14	133	4,82
9	150	4,14	65	4,79
10	148	4,14	68	4,77
11	139	3,99	51	4,69
12	23	3,98	105	4,37
13	142	3,96	139	4,32
14	16	3,91	60	4,26
15	95	3,91	121	4,21
16	49	3,90	5	4,14
17	144	3,87	146	4,12
18	50	3,85	14	4,02
19	22	3,85	50	3,99
20	105	3,82	81	3,96
21	83	3,81	114	3,93
22	17	3,76	136	3,93
23	120	3,76	120	3,89
24	118	3,75	67	3,86
25	33	3,70	131	3,86
26	5	3,67	80	3,83
27	26	3,66	16	3,79
28	135	3,65	107	3,79
29	60	3,65	76	3,76
30	43	3,63	48	3,69
31	44	3,63	59	3,69
32	68	3,63	43	3,66
33	134	3,63	82	3,66
34	65	3,61	33	3,63
35	82	3,57	49	3,63
36	48	3,55	95	3,61
37	133	3,54	1	3,61
38	28	3,54	148	3,59
39	12	3,51	44	3,59

(continuação)

Ordem	NV		PMV	
	Clones	u + g	Clones	u + g
40	114	3,50	147	3,56
41	131	3,50	12	3,55
42	81	3,50	22	3,53
43	94	3,48	134	3,51
44	80	3,46	109	3,48
45	121	3,46	142	3,48
46	27	3,41	143	3,46
47	41	3,40	83	3,45
48	76	3,38	125	3,45
49	39	3,38	18	3,41

u + g: valor genotípico.

Ao analisar os caracteres, os clones 34, 42, 149 e 150 destacaram-se por estarem dentre os 10 melhores clones ordenados de *Cynodon* spp. e por terem obtido maiores valores genotípicos para PMV. Os demais clones coincidentes também foram promissores e proporcionaram valores genotípicos significativos no ciclo de seleção realizado neste trabalho (Tabela 8). Em razão da alta coincidência (80,7) entre os clones avaliados, os melhores clones classificados para PMV também lideraram o ranqueamento para NV, evidenciando desta forma o alto grau de correlação entre os caracteres estudados (r_{xy} : 0,81) (Tabela 6).

5 CONCLUSÃO

A seleção visual, via notas de vigor da planta, em clones de *Cynodon* spp. para produção de massa verde de forragem é eficiente no descarte de clones inferiores nas etapas iniciais de um ciclo de seleção do programa genético de melhoramento do gênero *Cynodon*.

6 REFERÊNCIAS

ABREU, G. B. et al. Strategies to improve mass selection in maize. **Maydica**, Bergamo, v. 55, n. 4, p. 219-225, 2010.

ABREU, G. B. Estratégias visando a melhoria da seleção massal. 2010. 67f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

ALVIM, M. J.; VILELA, D.; CÓSER, A. C. I. Efeitos de dois níveis de concentrado sobre a produção de leite de vacas da raça holandesa em pastagem de coast-cross. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p. 172-173.

ALVIM, M. J.; VILELA, D.; LOPES, R. S. Efeito de dois níveis de concentrado sobre a produção de leite de vacas da raça holandesa em pastagem de *Coastcross*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.26, n.5, p.967-975, 1997.

ALVIM, M. J.; VERNEQUE, R. S.; VILELA, D. Estratégia de fornecimento de concentrado para vacas da raça holandesa em pastagem de *Coastcross*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.9, p.1711-1720, 1999.

ANDRADE, C. M. S.; ASSIS, G. M. L.; FAZOLIN, M.; GONÇALVES, R. C.; SALES, M. F. L.; VALENTIM, J. F.; ESTRELA, J. L. V. **Gramma Estrela Roxa: Gramínea forrageira para diversificação no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2009. 83 p.

ANUALPEC (2008). 'Anuário da pecuária brasileira.' (Informa Economics FNP: São Paulo). 2008.

ATKINS, R. E. Visual Selection for Grain Yield in Barley. **Crop Science**, v. 4, n. 5, p. 494-497, 1964.

AUAD, A. M., SIMÕES, A. D., VANDER PEREIRA, A., BRAGA, A. L. F., SOBRINHO, F. S., DA SILVA LÉDO, F. J., ... E FERREIRA, R. B. Seleção de genótipos de capim-elefante quanto à resistência à cigarrinha-das-pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 8, p. 1077-1081, 2007.

AUAD, A. M. et al. Seleção de *Cynodon* spp. e *Brachiaria ruziziensis* resistentes à cigarrinha das pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49. Brasília, 2012. **Anais...** Brasília: SBZ, 2012.

BADE, D. H. Bermudagrass varieties – Tifton 85, Jiggs, World Feeder. Disponível em: <<http://spfcic.tamu.edu/proceedings/2000/extension/bade.pdf>>. Acesso em: 20 de outubro de 2017.

BENITES, F. R. G.; SOUZA SOBRINHO, F. de; VILELA, D. A contribuição do gênero *Cynodon* para a pecuária de leite. In: VILELA, D.; FERREIRA, R. de P.;

FERNANDES, E. N.; JUNTOLLI, F. V. A pecuária de leite no Brasil: cenários e avanços tecnológicos. Brasília, DF: Embrapa, p. 147-166, 2016.

BENITES, F. R. G; SOUZA SOBRINHO, F.; TECHIO, V. H. Melhoramento genético e citogenética do gênero *Cynodon* In: DAVIDE, L. C.; BENITES, F. R. G. I Workshop sobre Citogenética e Genética Molecular Aplicadas ao Melhoramento de forrageiras. Juiz de Fora, JF: Embrapa Gado de Leite, 61- 72 p., 2016.

BRANDSTETTER, E. V. (2016). Influência do capim-jiggs sob os parâmetros de produção e qualidade do leite em sistema de lotação intermitente. Dissertação (Dissertação em Zootecnia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, 2016.

BRAZ, T. G. D. S., FONSECA, D. M. D., JANK, L., RESENDE, M. D. V. D., MARTUSCELLO, J. A., SIMEÃO, R. M. (2013). Genetic parameters of agronomic characters in *Panicum maximum* hybrids. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42(4), 231-237.

BRIGGS, K. G.; FARIS, D. G.; KELKER, H. A. Effectiveness of selection for plant characters of barley in simulated segregating rows. **Euphytica**, Wageninge, v. 20, n. 3, p. 453-463, Feb. 1971.

BRUCKNER, P. L.; RAYMER, P. L.; BURTON, G. W. Recurrent phenotypic selection for forage yield in rye. **Euphytica**, v. 54, n. 1, p. 11-17, 1991.

BURTON, G. W. Improved recurrent restricted phenotypic selection increases bahiagrass forage yields. **Crop Science**, Madison, v. 22, n. 5, p. 1058-1061, Sept./Oct. 1982.

BURTON, G. W.; GATES, R. N.; HILL, G. M. Registration of Tifton 85 bermudagrass. *Crop Science*, v.33, p.644-645, 1993.

CARDONA, C.; MILES, J. W.; SOTELO, G. An improved methodology for massive screening of *Brachiaria* spp. genotypes for resistance to *Aeneolamia varia* (Homoptera: Cercopidae). **Journal of Economic Entomology**, [S.l.], v.92, n.2, p.490-496, 1999.

CARO, J. A.; SANCHEZ, E. Las especies de *Cynodon* (Gramineae) de la Republica Argentina. **Kurtziana**, v. 5, p. 191-252, 1969.

CARO, J. A.; SANCHEZ, E. New American *Cynodon* spp. Gramineae. **Darwiniana**, v. 17, p. 510-526, 1972.

CAVALCANTE, M., DE ANDRADE LIRA, M., DOS SANTOS, M. V. F., PITA, E. B. A. F., FERREIRA, R. L. C., TABOSA, J. N. Coeficiente de repetibilidade e parâmetros genéticos em capim-elefante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 4, p. 569-575, 2012.

CLAYTON, W. D.; HARLAN, J. R. The genus *Cynodon* L.C. Rich. in tropical Africa. **Kew Bull**, v. 24, p. 185–189, 1970.

CLAYTON, W. D; RENVOIZE, S. A.. Classification and evolution of the grasses. **Grass evolution and domestication**, p. 3-37, 1992.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CFSEMG). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 5ª aproximação. Lavras: CFSEMG, 1999. 359p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético** (volume 2), Editora UFV, Viçosa, MG. 2003. 585p. DBG - 55589, 2003.

CRUZ, C.D. **Princípios de genética quantitativa**, 22.Ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, UFV, 394p, 2005.

CRUZ, C. D., REGAZZI, A. J., CARNEIRO, P. C. S.. Métodos biométricos aplicados ao melhoramento genético: volume 2. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária. 668p. (2014)

CUTRIM, V. dos A.; RAMALHO, M. A. P.; CARVALHO, A. M. Eficiência da seleção visual na produtividade de arroz (*Oryza sativa* L) irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 6, p. 601-606, jun. 1997.

DAHER, R.F.; MALDONADO, H.; PEREIRA, A.V.; AMARAL JÚNIOR, A.T. do; PEREIRA, M.G.; FERREIRA, C.F.; RAMOS, S.R.R.; TARDIN, F.D.; SILVA, M.P. da. Estimativas de parâmetros genéticos e de coeficientes de repetibilidade de caracteres forrageiros em clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Acta Scientiarum Agronomy**, v.26, p.483-490, 2004.

DAHIYA, B.S. et al. Early generation yield testing versus visual selection in chickpea (*Cicer arietinum* L.). **Theoretical and Applied Genetics**, Ludhiana, v. 68, n. 6, p. 525-529, May./Oct. 1984.

DHALIWAL, A. R. S; GUPTA, R. C. Cytological study on three cytotypes of Bermuda grass (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) from Haryana and Shiwalik hills. *Int. J. Basic Appl. Biol.* 5: 7-12, 2011.

DOBSON, A. J., 1990. An introduction to generalized linear models. Chapman & Hall, Melbourne.

EMATNE, H. J.; JANK, L.; SANTOS, M. F. Estimação de parâmetros genéticos em população sexual de *Panicum maximum*. In: **Embrapa Gado de Corte-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 8., 2015, Goiânia. O melhoramento de plantas, o futuro da agricultura e a soberania nacional: anais. Goiânia: UFG: SBMP, 2015.

FALCONER, D.S. Introdução à genética quantitativa. Viçosa: UFV, 279p, 1987.

FEDERER, W. T. Augmented (hoonuiaku) designs. Hawaiian Planters' Record, Aiea, v.55, p.191-208, 1956.

FÈ, D. et al. Genetic and environmental variation in a commercial breeding program of perennial ryegrass. **Crop Science**, v. 55, n. 2, p. 631-640, 2015.

FIGUEIREDO, U. J. D., NUNES, J. A. R., & VALLE, C. B. D.. Estimation of genetic parameters and selection of *Brachiaria humidicola* progenies using a selection index. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 12(4), 237-244, 2012.

FIGUEIREDO, U. J.. Capacidade Combinatória e Estratégias de Seleção em *Brachiaria spp.*. 2015. 143p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

FONSECA, J. M. O. Número otimizado de avaliadores e alternativas para análise de notas no melhoramento de *Brachiaria ruziziensis*. 2017. 81 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

HALLAUER, A. R., Evolution of plant breeding. **Crop breeding and applied biotechnology**, v. 11, n. 3, p. 197-206, 2011.

HARLAN, J. R.; DE WET, J. M. J. Sources of variation in *Cynodon dactylon* (L.) Pers. **Crop Sci.**, v. 9, p. 774- 778, 1969.

HARLAN, J. *Cynodon* species and their value for grazing and hay. **Herbage Abstract**, v. 40, p. 233-238, 1970.

HARLAN, J.R.; DE WET, J.M.J.; HUFFINE, W.W; DEAKIN, J.R. A guide to the species of *Cynodon* (Gramineae). **Oklahoma Agricultural Experiment Station Bulletin B-673**. 1970a.

HARLAN, J. R.; DE WET, J. M. J.; and RAWAL, K. M. Geographic distribution of the species of *Cynodon* L.C. Rich (Gramineae). **East African Agricultural and Forestry Journal**, v. 36, p. 220–226, 1970b.

HANNA, W. W.; SOLLENBERGER, L. E. Tropical and subtropical grasses. In: BARNES, R. F. et al. (Ed.). **Forages: the science of grassland agriculture**. 6. ed. Ames, USA: Blackwell Publishing, p.245-255. 2007.

HENDERSON C. R. Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. *Biometrics*, Texas, p. 423-447, 1975.

JANK, L.; BARRIOS, S. C.; VALLE, C. B.; SIMEAO, R. M.; ALVES, G. F.. The value of improved pastures to Brazilian beef production. **Crop and Pasture Science**, Clayton, v. 65, n. 11, p. 1132-1137, Oct. 2014.

JENSEN, N. F. **Plant breeding methodology**. New York: J. Wiley, 1988. 676p.

LÉDO, F. J. S., VANDER PEREIRA, A., SOUZA SOBRINHO, F., AUAD, A. M., JANK, L., SILVA, J. Estimativas de repetibilidade para caracteres forrageiros em *Panicum maximum* Repeatability estimates for forage characters in *Panicum maximum*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 4, p. 1299-1303, 2008.

MARQUES JÚNIOR, O. G. et al. Viabilidade do emprego de notas na avaliação de alguns caracteres do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ceres**, Viçosa, MG, v. 44, n. 254, p. 411-420, jun. 1997.

MAIA, L. G. S.; CASTRO, C. E. C. de; FERNANDES, S. B. Comparação entre seleção massal visual e produtividade na cultura do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., 2010, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010. 1 CD-ROM.

MARTUSCELLO, J.A.; JANK, L.; FONSECA, D.M. et al. Repetibilidade de caracteres agronômicos em *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1975-1981, 2007.

MARTUSCELLO, J. A., BRAZ, T. G. D. S., JANK, L., CUNHA, D. D. N. F. V., SOUZA, M. W. M., BRITO, G. F. D.; OLIVEIRA, L. P. D. Repeatability of agronomic characters in *Brachiaria brizantha* cultivars. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 1, p. 30-35, 2013.

MIRANDA, A. C., TEIXEIRA DE MORAES, M. L., MUELLER DA SILVA, P. H., & SEBBENN, A. M. (2015). Genetic gain in the selection by multi-effects index in open pollinated progenies of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. *Scientia Forestalis*, 203-209.

MISLEVY, P.; BROWN, W. F.; CARO-COSTAS, R.; VICENTE-CHANDLER, J.; DUNAVIN, L. S.; HALL, D. W.; KALMBACHER, R. S.; OVERMAN, A. J.; RUELKE, O. C.; SONODA, R. M.; SOTOMAYOR-RIOS, A; STANLEY JR., R.L.; WILLIAMS, M. J. 'Florico' stargrass. Florida Agricultural Experiment Station Circular S-361.1989a.

MISLEVY, P.; BROWN, W. F.; DUNAVIN, L. S.; HALL, D. W.; KALMBACHER, R. S.; OVERMAN, A. J.; RUELKE, O. C.; SONODA, R. M.; STANLEY JR., R.L.; WILLIAMS, M. J. Florona stargrass. Florida agricultural Experiment Station Circular S-362. 1989b.

MISLEVY, P. Jiggs a potencial bermudagrass for central Florida. Ona: University of Florida, 2002. Available at: <<http://rcrec-ona.ifas.ufl.edu/pdf/publications/ona-reports/2002/July-2002.pdf>>. Acesso em: 15 de outubro de 2017.

MISLEVY, P.; O.P. MILLER.; F.G. MARTIN. Influence of grazing frequency on *Cynodon* grasses grown in peninsular Florida. **Forage and Grazinglands**. 2008.

MISTRO, J. C. Estimativas de parâmetros genéticos visando o melhoramento do café robusta (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehmer). 152p. 2013. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Piracicaba, 2013

NAMKOONG, G. Breeding for future generations. In: IUFRO JOINT MEETING OF WORKING PARTIES ON POPULATION AND ECOLOGICAL GNEETICS, BREEDING THEORY AND PROGENY TESTING, Stockholm, 1974. Proceedings. Stockholm, Royal College of Forestry, 1974. P.29-39.

OLIVEIRA, M. C. de. **Pragas das pastagens**: uma análise crítica. 1997. Disponível em: <http://www.forragicultura.com.br/arquivos/Pragas_de_pastagens.PDF>. Acesso em: 15 de dezembro de 2017.

PATTERSON, H. D.; THOMPSON, R. (1971). Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. *Biometrika*, 58(3), 545-554.
 PEDREIRA, C. G. S. Gênero *Cynodon*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. **Plantas forrageiras**. Viçosa: UFV. p. 78-130, 2010.

PEDREIRA, E. G. S.; NUSSIO, L. G.; SILVA, S. E. Condições edafoclimáticas para produção de *Cynodon*spp. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM. Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ, p. 85-114, 1998.

PEREIRA, T. B.; CARVALHO, J.P.F.; BOTELHO, C.E.; RESENDE, M.D.V.; REZENDE, J.C. E MENDES, A.N.G. (2013) - Eficiência da seleção de progênies de café F4 pela metodologia de modelos mistos (REML/BLUP). *Bragantia*, vol. 72, n. 3, p. 230-236.

RESENDE, M. D. V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 975p., 2002.

RESENDE, M. D. V. **SELEGEN-REML/BLUP Sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 360p.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B.. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 3, 2007.

RESENDE, M. D. V.; SILVA, F. F.; AZEVEDO, C.F. 2014. Mathematical, Biometric and Computational Statistics = Estatística Matemática, Biométrica e Computacional. Suprema, Visconde do Rio Branco, MG, Brasil (in Portuguese).

RESENDE, M. D. V. Software Selegen-REML/BLUP: a useful tool for plant breeding. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 16:330-339, 2016

REZENDE, A.V.; RABÊLO, F.H.S.; RABELO, C.H.S.; LIMA, P.P.; BARBOSA, L. A.; ABUD, M.C.; SOUZA, F.R.C. Características estruturais, produtivas e bromatológicas dos capins Tifton 85 e Jiggs fertilizados com alguns macronutrientes. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1507-1518, 2015.

RIDAY, H. Correlations between visual biomass scores and forage yield in space planted red clover (*Trifolium pratense* L.) breeding nurseries. **Euphytica**, Wageningen, v. 170, n. 3, p. 339-345, Nov. 2009.

ROCHA, J. R. D. A. S. (2015). Pré-melhoramento genético do capim-elefante para a produção de bioenergia. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Viçosa - MG, Universidade Federal de Viçosa- UFV, 50p.

RODRIGUES, W. P., VIEIRA, H. D., BARBOSA, D. H., SOUZA FILHO, G. R., & CANDIDO, L. S. (2013). Adaptability and genotypic stability of *Coffea arabica* genotypes based on REML/BLUP analysis in Rio de Janeiro State, Brazil. *Genet. Mol. Res*, 12(3), 2391-2399.

RODRIGUES, E. V.. Seleção de genótipos de capim-elefante via modelos Mistos para produção de bioenergia. Tese (Tese em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade estadual do norte fluminense Darcy ribeiro – UENF Campos dos goytacazes – RJ, 2016.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, M. R.; CUNHA, T. J. F. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306p, 2006.

SHIMOYA, A.; PEREIRA, A. V.; FERREIRA, R. de P.; CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. Repetibilidade de características forrageiras do capim-elefante. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 227-234, abr./jun. 2002.

SILVA, D. M. da. et al. Genetic variability of *Brachiaria ruziziensis* clones to *Collaria oleosa* (Hemiptera: Miridae) based on leaf injuries. **American Journal of Plant Sciences**, Texas, v. 4, n. 12, p. 2418-2424, Dec. 2013.

SILVA, V. B (2016) Predição de ganhos genéticos com seleção entre e dentro de famílias de irmãos completos de capim-elefante para fins energéticos (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Campos dos Goytacazes-RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 60p.

SOUZA SOBRINHO, F.; LEDO, F.J.S.; PEREIRA, A.V. et al. Estimativas de repetibilidade para produção de matéria seca em alfafa. **Ciência Rural**, v.34, n.2, p.531-537, 2004.

SOUZA SOBRINHO, F. de; BORGES, V.; LÉDO, F.J. da; KOPP, M.M. Repetibilidade de características agrônômicas e número de cortes necessários para seleção de *Urochloa ruziziensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.579-584, 2010.

SOUZA SOBRINHO, F.; BENITES, F. R. G. Melhoramento genético de *Brachiaria ruziziensis*: histórico e estratégias. In: MARTINS, C. B. et al. (Org.). **Tópicos especiais em ciência animal IV**. Alegre: CAUFES. p.309-329, 2015.

STURION, J. A.; RESENDE, M. D. V. Avaliação genética e análise de deviance em um teste desbalanceado de procedência e progênie de *Ilex paraguariensis*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 62, p. 157-160, 2010.

TALIAFERRO, C. M.; ROUQUETTE JR., F. M.; MISLEVY, P. Bermudagrass and stargrass. In: MOSER, L. E.; BURSON, B. L.; SOLLENBERGER, L. E. (Co-ed.). **Warm-Season (C₄) Grasses**. Madison, USA: American Society of Agronomy, 2004. n.45, p.417- 475.

TEIXEIRA, D. H. L. Eficiência da seleção visual para produtividade de biomassa verde de *Brachiaria ruziziensis*. 2015. 85 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

THE PLANT LIST, 2015. Disponível em: <<http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Poaceae/Cynodon/>>. Acesso em: 15 de outubro de 2017.

VALÉRIO, J. R. **Cigarrinhas das pastagens**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2009. 51 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 179).

VARGAS, M. A. **Eficiência da seleção visual e determinação do tamanho de parcela e do número de repetições para avaliação da produtividade de grãos em famílias S1 e S3 (Zeamays I.)**. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 92 f., 1996.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E., ed. **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. Piracicaba: Fundação Cargill, p.122-201, 1978.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P.. Genética biométrica no fitomelhoramento. 1992.

VENDRAMINI, J.M.B. 2008. Bermudagrass: Cultivars and establishment. Fla. Agric. Exp. Stn. Pub. SS-AGR308. Univ. of Fla., Gainesville.

VENDRAMINI, J.M.B.; ADESOGAN, A.; SILVEIRA, M.L.A.; SOLLENBERG, L.E.; QUEIROZ, O.C.M.; ANDERSON, W.F. Nutritive value and fermentation parameters of warm-season grass silage. **Professor Animal Science**. v. 26, p. 193-200. 2010.

VIANA, A.P, RESENDE, M.D.V. (2014) Genética quantitativa no melhoramento de fruteiras. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciencia, 296p.

VILELA, D. et al. Produção de leite de vacas holandesas em confinamento ou em pastagem de *Coastcross*. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.25, p.1228-1244, 1996.

VILELA-MORALES, E. A.; VALOIS, A. C. C. Recursos genéticos vegetais autóctones e seus usos no desenvolvimento sustentável. Cadernos de Ciência e Tecnologia, Brasília, 17, n.2, p. 11-42, maio/ago, 2000.

VILELA, D. et al. Utilização de gordura protegida durante o terço inicial da lactação de vacas leiteiras em pastagem de *Coastcross*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.10, p.1503-1509, 2002.

VILELA, D. et al. Utilização de soja integral tostada na dieta de vacas em lactação, em pastagem de *Coastcross*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.5, p.1243- 1249, 2003.

VILELA, D. et al. Efeito da suplementação concentrada no intervalo parto-primeiro cio detectado pelos métodos visual e da dosagem de progesterona em vacas holandesas manejadas em pastagem de *Cynodon* em lotação rotacionada. In:

REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004.

VILELA, D. Potencial das pastagens de *Cynodon* na pecuária de leite. In: VILELA, D.; RESENDE, J. C. de; LIMA, J. (Ed.). **Cynodon**: forrageiras que estão revolucionando a pecuária brasileira. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005. p.191-223.

VILELA, D. et al. Qualidade do leite produzido por vacas holandesas mantidas em pastagem de *Coastcross* suplementada com concentrado. **Boletim de Indústria Animal**, São Paulo, v.62, n.3, p.221-228, 2005a.

VILELA, D.; RESENDE, J. C; LIMA, J. A. (Ed.). **Cynodon**: forrageiras que estão revolucionando a pecuária brasileira. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005b. p.251.

VILELA, D. et al. Desempenho de vacas da raça holandesa em pastagem de *Coastcross*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.2, p.555-561, 2006.

VILELA, D. et al. Efeito do concentrado no desempenho produtivo, reprodutivo e econômico de vacas da raça holandesa em pastagem de *Coastcross*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.59, n.2, p.443-450, 2007.

ZHI-YUN G; CHAO X, MING-LIANG Z, MIAO W (2013). Distribution of rDNA loci and genome differentiation in tetraploid *Cynodon*. *Indian J. Genet. Plant Breed.* 73: 459-461

WILKS, S. S., 1938. The large-sample distribution of the likelihood ratio for testing composite hypotheses. *The Annals of Mathematical Statistics* 9, 60-62.

WU, Y. Q. et al. Genetic analyses of chinese *Cynodon* accessions by flow cytometry and AFLP markers. **Crop Science**, [S.l.], v.46, p.917-926, 2006.

WU, Y. Q.; TALIAFERRO, C. M. Bermudagrass. In: SINGH, R. J. (Ed.). **Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement: Forage Crops**. CRC Press, 2009. v. 5., p. 229-273.