

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Instituto de Ciências Agrárias – ICA
Programa de Pós Graduação em Produção Animal

Rafael Bolina da Silva

Repetibilidade e seleção em genótipos do gênero *Urochloa* spp.

Montes Claros
2019

Rafael Bolina da Silva

Repetibilidade e seleção em genótipos do gênero *Urochloa* spp.

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Produção Animal da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Thiago Gomes dos Santos Braz

Coorientadores: Janaina Azevedo Martuscello
Mário Henrique França Mourthé
Ulisses José de Figueiredo

MONTES
CLAROS 2019

Silva, Rafael Bolina da.

S586r Repetibilidade e seleção em genótipos do gênero *Urochloa* spp. / Rafael
2019 Bolina da Silva. Montes Claros, 2019.
57 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Área de concentração em Produção Animal,
Universidade Federal de Minas Gerais / Instituto de Ciências Agrárias.

Orientador: Prof. Thiago Gomes dos Santos Braz.

Banca examinadora: Prof. Alcinei Místico Azevedo, Prof. Virgílio
Mesquita Gomes, Prof.^a Dra. Leidy Darmony de Almeida Rufino, Prof.^a
Janaina Azevedo Martuscello Vieira da Cunha.

Inclui referências: f. 21-23; 40-42; 55-57.

1. Capim-braquiária. 2. Plantas -- melhoramento genético. 3.
Forragem. I. Braz, Thiago Gomes dos Santos (Orientador). II.
Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias. III.
Título.

CDU: 633.2



**Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Agrárias
Colegiado de Pós-Graduação em Produção Animal**

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

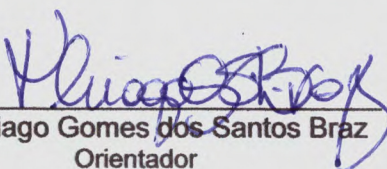
Aos 31 dias do mês de julho de 2019 às 14:00 horas, sob a Presidência do Professor Thiago Gomes dos Santos Braz, D. Sc. (Orientador-ICA/UFMG) e com a participação dos Professores Janaina Azevedo Martuscello Vieira da Cunha, D. Sc. (Coorientadora/ICA-UFMG), Alcinei Místico Azevedo, D. Sc. (ICA/UFMG), Virgílio Mesquita Gomes, D. Sc. (Unimontes) e Leidy Darmony de Almeida Rufino, D. Sc. (Pesquisadora Epamig), reuniu-se a Banca de defesa de dissertação de **RAFAEL BOLINA DA SILVA**, aluna do Curso do Mestrado em Produção Animal. O resultado da defesa de dissertação intitulada "Repetibilidade e seleção em genótipos de *Urochloa* spp.

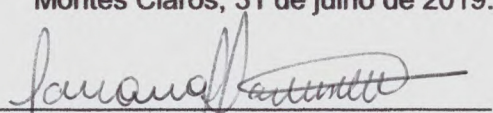
foi expresso pelo conceito "A" (nota 97), sendo o aluno considerado (aprovada/reprovada) aprovado. E, para constar, eu, Professor Thiago Gomes dos Santos Braz, Presidente da Banca, lavrei a presente Ata que depois de lida e aprovada, será assinada por mim e pelos demais membros da Banca examinadora.

OBS.: O aluno somente receberá o título após cumprir as exigências do ARTIGO 64 do regulamento do Curso do Mestrado em Produção Animal, conforme apresentado a seguir:

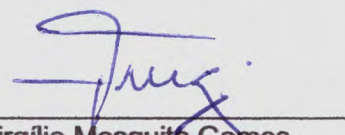
Art. 64 – Para dar andamento ao processo de efetivação do grau obtido, o candidato deverá, após a aprovação de sua Dissertação e da realização das modificações propostas pela banca examinadora, se houver, encaminhar à secretaria do colegiado do Curso, com a anuência do orientador, no mínimo 3 (três) exemplares impressos e 1 (um) exemplar eletrônico da dissertação, no prazo de 60 (sessenta) dias.

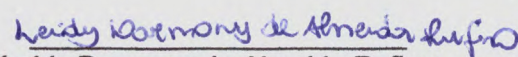
Montes Claros, 31 de julho de 2019.


Thiago Gomes dos Santos Braz
Orientador


Janaina Azevedo Martuscello Vieira da Cunha
Coorientadora


Alcinei Místico Azevedo
Membro


Virgílio Mesquita Gomes
Membro


Leidy Darmony de Almeida Rufino
Membro

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida.

Aos meus pais Olivio José da Silva, Isabel Bolina da Silva e irmão Bruno Henrique Bolina Silva pelo carinho e amor, por sempre estarem ao meu lado e acreditarem que eu seria capaz, nos momentos em que até eu mesmo não acreditava. Obrigado por serem minha fonte de inspiração.

Já dizia Chico Xavier *“Viver sem amigos é morrer sem deixar lembranças”*, aos meus amigos agradeço por compartilharem desse sonho e tornar esse caminho mais alegre e leve e por construirmos lembranças inesquecíveis.

Ao professor Thiago Gomes dos Santos Braz agradeço pela disponibilidade em transmitir seu conhecimento, pela paciência e pela confiança e amizade.

Aos membros do Grupo de Estudos em Forragicultura pelo apoio incondicional no desenvolvimento desse trabalho, sem o apoio de vocês não seria possível.

Também não poderia deixar de agradecer a Barenbrug do Brasil pelo apoio financeiro em especial ao Dr. Ulisses pela confiança e disponibilidade.

A Universidade Federal de Minas Gerais por disponibilizar apoio estrutural para execução desse experimento.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro para execução do projeto.

Obrigado!

RESUMO

Objetivou-se verificar a viabilidade da seleção direta, indireta, simultânea e estimar os coeficientes de repetibilidade, e parâmetros genéticos de genótipos do gênero *Urochloa* spp. em condições semiáridas. O delineamento foi em blocos ao acaso com três repetições e vinte e sete tratamentos. Foram avaliados 25 genótipos do gênero *Urochloa* e 2 testemunhas (*Urochloa brizantha* cv. Marandu e Convert HD-364) em sete colheitas. A repetibilidade foi estimada pelas metodologias análise de variância (ANOVA), componentes principais com base em matriz de covariância (CPCOV), componentes principais com base em matriz de correlação (CPCOR), análise estrutural de correlação AECOR e Modelos Mistos. Os genótipos foram selecionados pelos métodos de seleção direto, indireto e pelo índice de seleção simultânea de Mulamba e Mock. A característica massa seca total MST apresentou valores de repetibilidade entre 0,1370 e 0,3421 pelas metodologias Modelos Mistos e CPCOR. Já a característica porcentagem de folha %FOL apresentou valores entre 0,0950 e 0,2993, também para as metodologias de Modelos Mistos e CPCOR. A metodologia CPCOV apresentou maiores valores de repetibilidade para a maioria das características avaliadas com exceção da altura de planta, onde a metodologia por componentes principais com base em matriz de correlação proporcionou maiores valores (0,4422). Os componentes de variância genotípicas foram significativos para todas as características agrônômicas avaliadas. Foram observados valores de herdabilidade de média variando entre 0,47 para relação folha:colmo (RFC) e 0,78 para altura (ALT) e rebrota (REB). A seleção simultânea resultou em ganhos mais uniformes em todas as características avaliadas, variando de 3,76% para porcentagem de folhas (%FOL) a 11,70 para a REB. Os genótipos de *Urochloa* spp apresentam baixas estimativas de repetibilidade para características agrônômicas pelas diferentes metodologias. A seleção direta resulta em ganhos elevados na característica principal e ganhos discretos ou negativos na seleção indireta das demais características. A seleção simultânea resulta em ganhos mais uniformes e permitiu identificar os genótipos BARG171, BARG155, T1510, T1709 e BARG153 como sendo os mais adaptados para as condições do estudo.

Palavras-chave: Ganhos com a seleção. Modelos mistos. Parâmetros genéticos. Produção de forragem.

ABSTRACT

The objective was to verify the feasibility of direct, indirect, simultaneous selection and to estimate the repeatability coefficients and genetic parameters of genotypes of the genus *Urochloa* ssp. under semiarid conditions. The design was in randomized blocks with three replications and twenty seven treatments. Twenty-five genotypes of the genus *Urochloa* and two controls (*Urochloa brizantha* cv. Marandu and Convert HD-364) were evaluated in seven harvests. Repeatability was estimated by analysis of variance (ANOVA), covariance matrix-based principal components (CPCOV), correlation matrix-based principal components (CPCOR), AECOR structural correlation analysis and Mixed Models. The genotypes were selected by the direct and indirect selection methods and by the simultaneous selection index of Mulamba and Mock. The characteristic total dry mass MST presented repeatability values between 0.1370 and 0.3421 by the Mixed Models and CPCOR methodologies. The % FOL leaf percentage characteristic presented values between 0.0950 and 0.2993, also for the Mixed Models and CPCOR methodologies. The CPCOV methodology presented higher repeatability values for most of the evaluated characteristics except for plant height, where the principal component methodology based on correlation matrix provided higher values (0.4422). Genotypic variance components were significant for all evaluated agronomic characteristics. Mean heritability values ranging from 0.47 for leaf: stem ratio (RFC) to 0.78 for height (ALT) and regrowth (REB) were observed. Simultaneous selection resulted in more uniform gains in all evaluated characteristics, ranging from 3.76% for leaf percentage (% FOL) to 11.70 for REB. *Urochloa* spp genotypes have low repeatability estimates for agronomic characteristics by different methodologies. Direct selection results in high gains in the main trait and discrete or negative gains in indirect selection of the other traits. Simultaneous selection results in more uniform gains and allowed the identification of BARG171, BARG155, T1510, T1709 and BARG153 genotypes as being the most adapted to the study conditions.

Keywords: Forage production. Genetic parameters. Mixed models. Selection gains.

LISTA DE FIGURAS

3 REVISÃO DE LITERATURA

Figura 1 – Etapas no desenvolvimento de cultivares de gramíneas apomíticas16

Figura 2 – Representação esquemática dos métodos de melhoramento envolvendo seleção recorrente (RC) (A) e melhoramento intrapopulacional da população sexual (SEX) (B), visando a liberação de cultivares apomíticas (APO) melhoradas 18

4.1 ARTIGO 1 – Repetibilidade e estabilização de genótipos de *Urochloa* ssp

FIGURA 1 – Gráfico da variação da temperaturas máxima (Máx), média (Média), mínima (Mín) e precipitação no período experimental.....27

LISTA TABELAS

4	ARTIGOS.....	24
4.1	Artigo 1 – Repetibilidade e Estabilização de Genótipos de <i>Urochloa</i> spp.....	24
	Tabela 1 – Estimativa da repetibilidade (r) e coeficiente de determinação (r ²) de características agronômicas avaliadas em genótipos de <i>Urochloa</i> spp. Por diferentes metodologias	32
	Tabela 2- Estimativa do número de colheitas necessárias para obtenção de coeficientes de determinação (r ²) predefinidos em características agronômicas avaliadas em genótipos de <i>Urochloa</i> spp. Por diferentes metodologias	34
	Tabela 3 – Estabilização genotípica de altura de plantas, massa seca total e porcentagem de folhas em genótipos de <i>Urochloa</i> spp. Avaliados pelas metodologias da análise de variância (ANOVA) e componentes principais com base na matriz de covariâncias (CPCOV).....	37
	Tabela 4 – Estabilização genotípica de relação folha:colmo e rebrota em genótipos de <i>urochloa</i> spp. Avaliados pelas metodologias da análise de variância (ANOVA) e componentes principais com base na matriz de covariâncias (CPCOV)	39
4.2	Artigo 2 - Seleção em Genótipos do Gênero <i>Urochloa</i> spp.....	43
	Tabela 1 – Parâmetros genéticos estimados para os caracteres agronômicos em genótipos do gênero <i>Urochloa</i> spp.....	47
	Tabela 2 – Porcentagem de ganho com a seleção direta (na diagonal), indireta (acima e abaixo da diagonal) e simultânea por índice de mulamba e mock em genótipos do gênero <i>Urochloa</i> spp.....	50
	Tabela 3 - Correlação fenotípicas entre as variáveis massa seca total (MST), massa seca de folhas (MSF), altura (ALT), porcentagem de folha (%FOL), relação folha:colmo (RFC) e rebrota (REB)	53

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	9
2	OBJETIVOS	11
2.1	Objetivo geral.....	11
2.2	Objetivos Específicos.....	11
3	REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1	Melhoramento de plantas forrageiras	12
3.2	Processo de lançamento de cultivares	16
3.3	Métodos de seleção	18
3.4	Caracterização agrônômica em medidas repetidas.....	19
3.5	Referências bibliográficas	21
4	ARTIGOS	24
4.1	ARTIGO 1 – Repetibilidade e estabilização de genótipos de <i>Urochloa</i> ssp.....	24
4.2	ARTIGO 2 - Seleção em genótipos do gênero <i>Urochloa</i> spp.....	43

1 INTRODUÇÃO GERAL

O melhoramento genético das forrageiras tropicais e a diversificação das pastagens pode auxiliar na manutenção e crescimento dos índices produtivos em condições climáticas desfavoráveis. Assim, a realização de mais testes e a inclusão de ambientes como semiárido nos programas de avaliação de elaboração de novas cultivares pode auxiliar na escolha de materiais mais tolerantes ao déficit hídrico.

As principais cultivares de *Urochloa* spp. utilizadas no Brasil caracterizam-se por apresentarem exigência hídrica superior a 800 mm anuais, o que as torna pouco adaptadas ao cultivo no semiárido. Contudo, há elevada variabilidade genética entre as principais espécies desse gênero (*Urochloa brizantha*, *Urochloa decumbens* e *Urochloa ruziziensis*) que representam um complexo agâmico, podendo ser intercruzadas e produzirem descendentes férteis. Assim, há possibilidade de identificar indivíduos mais adaptados ao cultivo em regiões mais secas entre as progênies de *Urochloa*.

O processo de seleção de indivíduos mais tolerantes passa por estudos da adaptação e da determinação de parâmetros como a repetibilidade e herdabilidade, que possibilitam aos melhoristas separar componentes ambientais dos genéticos. A repetibilidade expressa a proporção da variância fenotípica que é atribuída às diferenças genéticas confundidas com os efeitos de ambiente permanente e é considerada um dos mais importantes parâmetros no estudo de plantas perenes. A repetibilidade expressa o valor máximo que a herdabilidade no sentido amplo pode atingir, sendo referência para orientar os trabalhos de melhoramento (CRUZ *et al.*, 2012).

A superioridade agronômica dos indivíduos em condições de estresse hídrico pode ser indicativo de tolerância a este tipo de adversidade e ser um bom critério de seleção. Nesse cenário, é importante saber o grau de controle genético e ambiental sobre características como a produção de forragem, produção de folhas, relação folha:colmo e capacidade de rebrota. Portanto, o estudo dos parâmetros genéticos destas características permite conhecer o grau de controle genético e a melhor estratégia a ser seguida no seu melhoramento.

A seleção de genótipos superiores e mais adaptados normalmente envolve mais de uma característica. Assim, é necessário averiguar o efeito da seleção de características

de interesse sobre as demais, já que a seleção de determinado caractere pode influenciar indiretamente outras características de interesse. O índice de seleção com base em soma de postos (ou ranks) proposto por Mulamba e Mock tem sido utilizado por diversos autores (CREVELARI *et al.*, 2017; SILVA, *et al.*, 2017; VASCONCELOS *et al.* 2015) para fins de seleção simultânea. Este índice consiste em classificar os indivíduos em relação a cada um dos caracteres em ordem favorável ao melhoramento. Posteriormente, são somadas as ordens (ou postos) de cada material genético referente a cada variável, resultando uma medida adicional tomada como índice de seleção (Cruz *et al.*, 2012).

Diante disso, a seleção de cultivares de forrageiras mais adaptadas e competitivas é alternativa interessante e pode solucionar parte dos problemas de degradação de pastagens causados pela baixa adaptação das plantas ao ambiente semiárido e promover aumento nos índices produtivos nestas regiões, prevenindo perdas produtivas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Estimar parâmetros genéticos, repetibilidade e verificar a viabilidade da seleção direta, indireta e simultânea, de genótipos do gênero *Urochloa* spp. em condições semiáridas.

2.2 Objetivos Específicos

- Estimar coeficientes de repetibilidade para características agronômicas;
- Quantificar o número de colheitas necessários para obter estimativas confiáveis de repetibilidade;
- Avaliar a estabilização genotípica dos genótipos de *Urochloa* spp;
- Determinar parâmetros genéticos e estudar o grau de associação entre caracteres agronômicos;
- Selecionar genótipos mais adaptados às condições semiáridas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Melhoramento de gramíneas forrageiras

Conceitualmente o melhoramento de plantas forrageiras é confundido com o conceito de melhoramento de pastagem. Técnicas como a introdução de leguminosas na pastagem, adubação, manejos estratégicos, controle de pressão de pastejo e substituição de forrageiras nativas por forrageiras exóticas, são consideradas técnicas de “melhoramento” das pastagens (Valle *et al.*, 2009).

A adoção de técnicas de melhoramento da pastagem pode tornar o ambiente favorável à expressão do potencial genético da forrageira. Assim, as plantas se tornam mais competitivas, refletindo diretamente na quantidade e qualidade da forragem produzida. Sendo assim, o melhoramento de pastagens compreende ao manejo do ambiente no qual as plantas estão inseridas.

Já o melhoramento de forrageiras corresponde à mudança da constituição genética das plantas para se obter ganhos em características de interesse como a produção de lâmina foliar, valor nutritivo, tolerância à acidez, tolerância à seca ou ao alagamento e resistência aos principais insetos praga (ROCHA, 2014). Assim, o melhoramento de plantas forrageiras consiste na adoção de técnicas que permitam a seleção de indivíduos que apresentem características fenotípicas e genotípicas desejáveis aos sistemas de produção (AZEVEDO *et al.*, 2011; ALVAREZ *et al.*, 2013; KINGSTON-SMITH *et al.*, 2013).

O gênero *Urochloa* representa a maior porção da área plantada para a produção de sementes de forrageiras. A cultivar Marandu é a que ocupa a maior área com 32% dos campos de produção de sementes, seguida das plantas de *Panicum* cv. Mombaça com 15%, *U. ruziziensis* com 13%, *U. humidicola* com 12% e *U. brizantha* cv. Xaraés com 9% (LANDAU *et al.*, 2019). Embora o gênero tenha grande importância no cenário nacional, ainda se encontram disponíveis comercialmente poucos cultivares. Por exemplo, a *U. decumbens* é uma das forrageiras mais difundidas na atualidade, contudo dispõe de apenas uma cultivar em comercialização, que é a cv. Basilisk, de origem australiana. Tal fato salienta a carência de opções de forrageiras no mercado, reforçando a necessidade de ampliação dos programas de melhoramento genético.

As plantas atualmente utilizadas como forrageiras foram submetidas a um processo de seleção natural. Nesse processo, a coexistência com grandes rebanhos de herbívoros resultou na seleção de características importantes que conferem tolerância ao pastejo como perfilhamento, elevada taxa de crescimento após o pastejo, manutenção de pontos de crescimento próximos ao nível do solo (ROCHA, 2014). Estas características despertaram interesse de muitos pesquisadores (COMBES e PERNÉS, 1970; HOJITO e HORIBATA, 1982, MILES *et al.*, 2005), que enxergaram nas gramíneas africanas um grande potencial para a coleta, seleção e introdução para diferentes usos.

A coleta das plantas do gênero *Urochloa* foi realizada por pesquisadores do CIAT – (Centro Internacional de Agricultura Tropical), que posteriormente disponibilizaram os acessos coletados para o programa de melhoramento da Embrapa Gado de Corte (ROCHA, 2014).

No princípio, o melhoramento genético das espécies de *Urochloa* foi realizado por meio da introdução e avaliação de genótipos coletados na natureza (VALLE *et al.*, 2009). Estes genótipos foram avaliados em experimentos em rede e, posteriormente, registrados para possibilitar a venda. Tais genótipos não passaram por nenhum tipo de recombinação genética e se encontram em estado silvestre. Segundo Jank *et al.* (2014), o processo de introdução e avaliação de genótipos é finito, pois depende da quantidade de amostras presentes no banco de germoplasma. Posteriormente, com os avanços dos estudos sobre a biologia reprodutiva das espécies forrageiras, foi possível realizar cruzamentos e, assim, combinar características de progenitores distintos.

Atualmente, muitos pesquisadores vem desenvolvendo trabalhos objetivando o aprimoramento de técnicas que permitam contornar eventuais dificuldades encontradas pelo melhoramento genético das espécies forrageiras, como o mecanismo de reprodução das espécies do gênero *Urochloa* (apomixia) e a poliploidia (ARAÚJO *et al.*, 2007; FELISMINO *et al.*, 2010; PANDOLFI FILHO *et al.*, 2016).

A apomixia no seu sentido mais amplo significa “longe do ato da mistura”, pois apo quer dizer “longe de” e mixia, “mistura”. As plantas que se reproduzem por apomixia são consideradas assexuais, devido ao fato de produzirem sementes contendo embriões somáticos $2n$, onde, não há à redução cromossomal, não havendo a combinação entre gametas. Nesse caso, a célula-ovo (oosfera) não reduzida origina o embrião por partenogênese, reproduzindo exatamente o genótipo da planta-mãe (RESENDE *et al.*, 2008). A apomixia é considerada uma barreira ao melhoramento genético, uma vez que os indivíduos formados serão geneticamente idênticos à planta-mãe, não havendo

variabilidade genética nas progênes. Por outro lado, a partir do momento que se obtiveram plantas superiores, suas características podem ser facilmente fixadas, já que os embriões somáticos produzirão clones da planta-mãe.

A gametogênese no gênero *Urochloa* ocorre por apomixia, porém de maneira facultativa, ou seja, algumas flores exibem ocasionalmente sacos embrionários meióticos passíveis de serem fecundados. Nessas situações, existe a possibilidade de fecundação e produção de híbridos chamados de *off types*, contudo este processo é raro e difícil de ser observado em meio às pastagens altamente homogêneas. Caso a apomixia nas braquiárias fosse a única forma de reprodução, o melhoramento deste gênero seria impossível (VALLE *et al.*, 2008; MONTEIRO *et al.*, 2016). A produção do pólen, por outro lado, ocorre de maneira normal.

O gênero *Urochloa* também pode ser caracterizado por uma maioria de espécies poliploides. No passado acreditava-se que os números básicos de cromossomos para o gênero fosse de $n=7$ ou 9 (DARLINGTON; WYLIE, 1995), porém Risso-Pascotto *et al.* (2006) descreveram um novo número básico de $n=6$ em acessos de *U. humidicola* com 42 cromossomos e oito acessos de *U. dictyoneura* com 24 cromossomos. Estas descobertas impactam diretamente no planejamento dos programas de melhoramento genético, pois há restrições em relação à realização de cruzamentos interplóidicos, além do que cruzamentos interespecíficos geram frequentemente anomalias cromossômicas (ROCHA, 2014).

Frente à barreira da poliploidia a indução da mesma pode ser uma estratégia para se obter indivíduos que possam ser cruzados. A indução da poliploidia pode ser feita utilizando substâncias antimitóticas, as quais atuam sobre as fibras do fuso cromático durante a divisão celular, impedindo sua polimerização ou promovendo a sua fragmentação. Assim, não há separação dos cromossomos na anáfase e, conseqüentemente, as células iniciam o ciclo celular seguinte com a quantidade de DNA duplicado (PEREIRA *et al.*, 2012).

Apesar das barreiras representadas pela apomixia e pelo nível de ploidia das plantas do gênero *Urochloa*, as três principais espécies utilizadas como forrageiras (*U. ruziziensis*, *U. brizantha* e *U. decumbens*) são intercruzáveis e produzem descendência fértil, sendo consideradas um complexo agâmico (VALLE *et al.*, 2008). Dentre estas plantas, as espécies *U. brizantha* e *U. decumbens* são consideradas apomíticas e tetraploides, ao passo que a *U. ruziziensis* é sexual e diploide.

Por meio das técnicas de poliploidização foi possível duplicar o material genético de acessos sexuais de *U. ruziziensis* possibilitando o cruzamento com espécies apomíticas de interesse econômico como *U. brizantha* e *U. decumbens*. Nesses cruzamentos a *U. ruziziensis* é utilizada como genitor feminino e as espécies apomíticas são utilizadas como genitores masculinos (VALLE *et al.*, 2008).

A apomixia no gênero *Urochloa* é considerada de herança simples dominante, de modo que os indivíduos apomíticos são heterozigotos dominantes e os indivíduos sexuais são homozigotos. A progênie resultante do cruzamento entre uma planta sexual e uma apomítica segrega na proporção 1:1, permitindo a obtenção de plantas sexuais recombinadas e superiores para utilização em novos cruzamentos (SOUZA *et al.*, 2013).

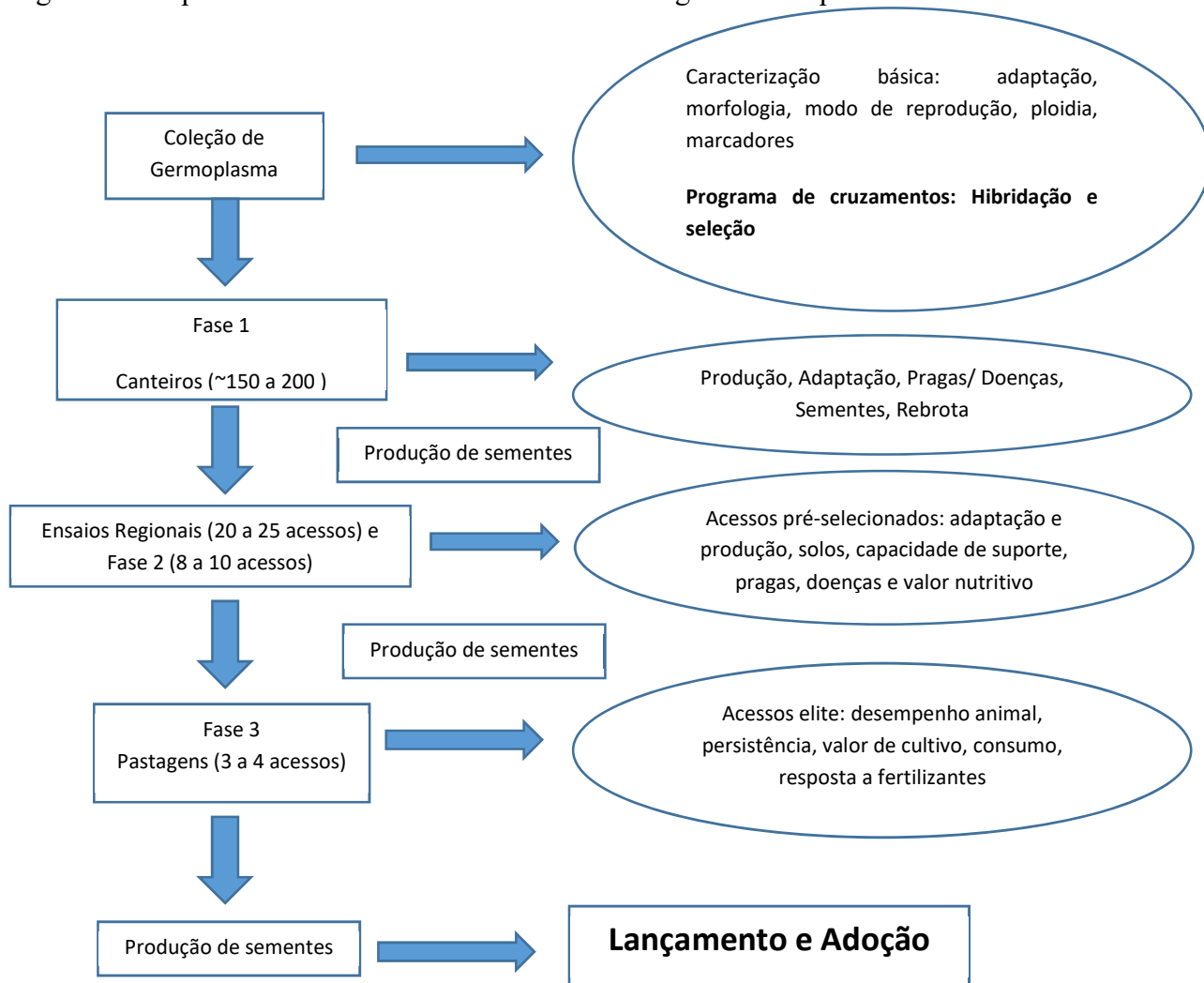
Devemos ressaltar que as plantas de *Urochloa* apresentam aptidões variadas que podem ser amplamente exploradas em programas de melhoramento. Por exemplo, as plantas de *U. brizantha* são caracterizadas pelo maior potencial produtivo e, dependendo da cultivar, pela tolerância à cigarrinha-das-pastagens. Já as plantas de *U. decumbens* são mais rústicas tolerando deficiência mineral, acidez no solo e erros de manejo. Por outro lado as plantas de *U. ruziziensis* apresentam bom valor nutritivo, o que também pode contribuir na identificação de indivíduos superiores (VALLE *et al.*, 2010). Atualmente existem três cultivares híbridas de *Urochloa* disponíveis no mercado (Convert HD-364, Mavuno e BRS Ipyporã).

O melhoramento de forrageiras surge como alternativa viável para ampliar a variabilidade genética e reduzir riscos ambientais e econômicos nos sistemas de produção, porém enfrenta barreiras por ser uma atividade recente e pouco estudada. Isso destaca a importância da atuação de profissionais de diversas áreas para que o progresso genético esperado pelos melhoristas seja alcançado e seja possível ter no mercado cultivares mais produtivas e adaptadas aos diferentes ambientes e sistemas pecuários (PEREIRA *et al.*, 2012; ROCHA, 2014).

3.2 Processo de lançamento de cultivares

O desenvolvimento de uma nova cultivar é um processo longo e oneroso, que envolve a presença de equipes multidisciplinares em decorrência da complexidade dos objetivos e critérios de seleção. A figura 1 ilustra as etapas de desenvolvimento de uma nova cultivar.

Figura 1 – Etapas no desenvolvimento de cultivares de gramíneas apomíticas



Fonte: Adaptado de JANK *et al.* (2014).

Jank *et al.* (2014) sugerem que o processo se inicia com a formação de uma coleção ou banco germoplasma (BG), também chamada de população base, onde serão realizadas caracterizações básicas acerca dos genótipos. Os indivíduos serão caracterizados quanto a morfologia, modo de reprodução, nível de ploidia e adaptação, sendo possível a utilização de marcadores moleculares para a auxiliar o mapeamento destas características. Após o estabelecimento do BG, se iniciam as avaliações dos

genótipos, que podem ser de reprodução apomítica coletados na natureza ou provenientes de cruzamentos.

Segundo esquema de avaliação descrito por Jank *et al.* (2014), os genótipos serão selecionados e avaliados em três fases distintas (figura 1). Na fase 1 será utilizado grande número de genótipos (entre 100 a 200) em experimentos com repetição, cultivados em canteiros, onde serão avaliadas características como produção de massa verde, adaptação a solos ácidos, resistência a pragas e doenças, produção de sementes e capacidade de rebrota. Em paralelo a estas avaliações será realizada a multiplicação de sementes para as avaliações posteriores.

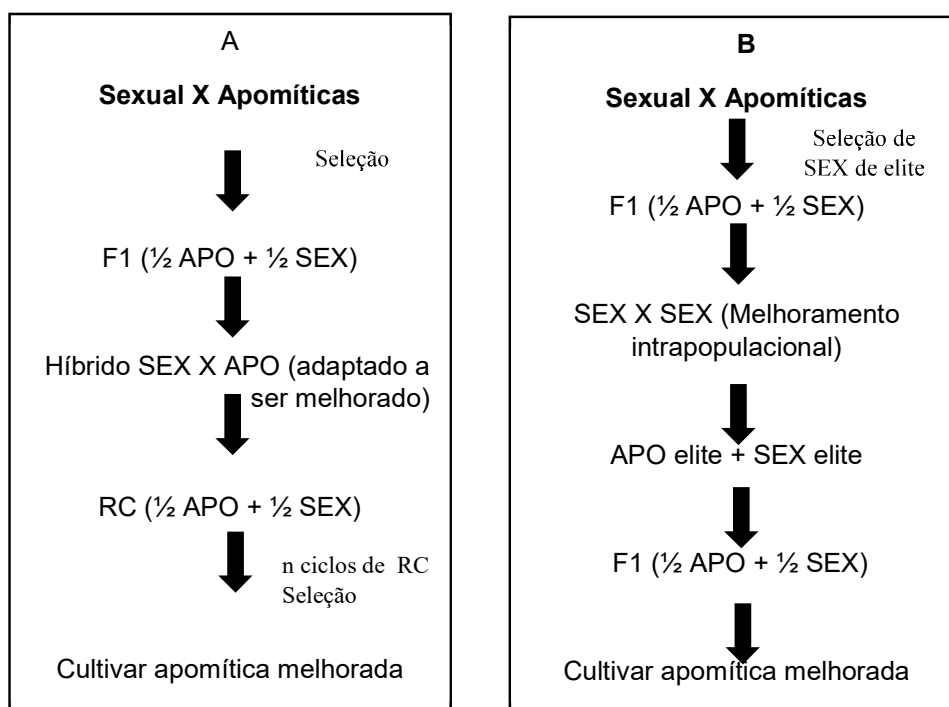
A partir dos resultados destas avaliações serão selecionados entre 20 a 25 genótipos de melhor desempenho para a realização de ensaios regionais, denominada fase 2. Nesta etapa, os materiais selecionados serão cultivados em parcelas maiores e avaliados sob corte quanto a características como: produção, adaptação, acidez do solo, tolerância a pragas e doenças e valor nutritivo. Esta fase também pode ser denominada como Ensaio de Valor e Cultivo e Uso sob cortes (VCU) e é exigida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), para regulamentação de uma nova cultivar, sendo que estas avaliações devem ser feitas em pelo menos um local por bioma e por dois anos consecutivos (BRASIL, 2008). Posteriormente, às avaliações de VCU sob cortes, serão selecionados entre 8 a 10 genótipos que seguirão para serem avaliados em uma terceira fase ou Ensaio de Valor e Cultivo e Uso sob Pastejo. Nesta fase os genótipos serão avaliados sob a presença de animais segundo requerimentos do MAPA, onde os acessos serão cultivados em no mínimo um local por bioma por dois anos. Para se aferir quais os melhores genótipos serão realizados testes para avaliar a sua persistência, resistência ao pisoteio, valor nutricional, resposta a adubação, consumo e o desempenho dos animais. No final, serão selecionados de 3 a 4 genótipos que passaram pela multiplicação de sementes e serão lançados no mercado (FIGUEIREDO, 2015).

3.3 Métodos de seleção de gramíneas forrageiras

Atualmente não existem recomendações específicas de métodos de melhoramento para plantas poliploides e apomíticas como as braquiárias, porém tanto o CIAT quanto a Embrapa Gado de Corte têm utilizado o método de seleção recorrente proposto por Miles *et al.* (2006) e Valle *et al.* (2008).

A seleção recorrente se encontra representada na figura 2 em que A representa o processo de obtenção de híbridos apomíticos de elite e B representa o processo seleção de sexuais de elite. Por exemplo, suponhamos que o melhorista deseja selecionar indivíduos resistentes ao ataque de pragas. Assim, os indivíduos apomíticos mais tolerantes ao ataque de pragas serão selecionados e recombinados com plantas sexuais. Desta forma teremos na geração F1 segregante em que 50% da descendência com reprodução sexual e 50% da população apomítica com a característica de resistência a doença. Posteriormente, é feita uma nova seleção entre os indivíduos sexuais para a característica desejada e os melhores são novamente cruzados com o indivíduo apomítico a ser melhorado que resultará novamente em uma população segregante. Este processo é repetido por várias vezes até obter uma cultivar apomítica melhorada.

Figura 2 – Representação esquemática dos métodos de melhoramento envolvendo seleção recorrente (RC) (A) e melhoramento intrapopulacional da população sexual (SEX) (B), visando a liberação de cultivares apomíticas (APO) melhoradas



Fonte: Adaptado de JANK *et al.* (2014).

Para a obtenção de híbridos sexuais de elite são realizados cruzamentos intrapopulacionais (B) que têm por objetivo aproveitar a variabilidade genética na população para selecionar os indivíduos sexuais com o perfil de interesse. Nesse processo, o primeiro passo é cruzar plantas sexuais com plantas apomíticas dotadas da característica de interesse) para obtenção de uma população segregante em que 50% dos descendentes serão apomíticos e 50 % sexuais. Os indivíduos sexuais passaram por uma seleção onde serão identificados os mais adaptados ou superiores. Posteriormente, estes indivíduos sexuais serão intercruzados para promover o melhoramento intrapopulacional. Este ciclo será repetido várias vezes e passará por seleção massal até se obter indivíduos sexuais superiores denominados sexuais elite (SEX elite). Após a obtenção destes indivíduos, as plantas sexuais de elite serão cruzadas com plantas apomíticas, também de elite, em que a sua progênie passará por mais uma nova seleção para enfim ser lançada uma nova cultivar apomítica. As plantas sexuais provenientes desta última seleção retornarão ao início da seleção e serão utilizadas nos cruzamentos sub sequentes (JANK *et al.*, 2014).

3.4 Caracterização agrônômica em medidas repetidas

Devido ao fato das gramíneas forrageiras tropicais serem consideradas culturas perenes, a avaliação de todo seu período de vida é inviável. Nesses casos, lançamos mão da repetibilidade, que representa a expressão da mesma característica em diferentes épocas da vida do indivíduo. A repetibilidade de características agrônômicas vem sendo estudada com o intuito de verificar o a capacidade de repetição do desempenho de indivíduos superiores e o nível de dificuldade a ser enfrentado na seleção (CRUZ *et al.*, 2012).

O desempenho agrônômico usualmente é mensurado por meio de cortes, onde são avaliadas características como: produção de massa seca total (MST), produção de massa seca foliar (MSF) e de massa seca verde (MSV), porcentagem de folhas (F%), e capacidade de rebrota (REB) (SOUZA SOBRINHO *et al.*, 2010; MARTUSCELLO *et al.*, 2013).

Algumas destas características são obtidas por meio de avaliações visuais como é o caso da REB onde são estabelecidas notas, sendo as mesmas obtidas pela combinação de notas de densidade de rebrota (proporção de perfilhos rebrotados, com notas de 1 a 5) e velocidade de rebrota (altura atingida pelo cartucho das folhas em rebrota, sendo baixa,

média e alta). O peso verde da amostra é determinado no campo por meio de pesagem de uma amostra retirada em área conhecida no momento do corte. As amostras frescas são levadas ao laboratório para secagem (teor de matéria seca) e separação dos componentes morfológicos (folhas, colmos e material morto). Em seguida essas amostras são secas em estufas de ventilação forçada por 72h a 65°C e é obtido o peso seco dos componentes morfológicos e estima-se a sua participação relativa na massa de forragem (MARTUSCELLO *et al.*, 2013).

Na literatura são encontrados diversos estudos (BASSO *et al.*, 2009; MATEUS *et al.*, 2015; MATIAS *et al.*, 2016) que visam aferir o menor número de cortes necessários para se obter dados consistentes para uma segura predição do desempenho dos genótipos avaliados. Caso uma característica demande menos cortes ou medidas repetidas, isso acelerará o processo de seleção e reduzirá custos. Basso *et al.* (2009), avaliando genótipos superiores de *U. brizantha*, concluíram que um período de avaliação de dois anos é suficiente para realizar seleção de genótipos superiores adotando-se um coeficiente de determinação de 0,80. Para Sobrinho *et al.* (2010), o mesmo coeficiente de determinação pode ser atingido com oito a dez cortes (por volta de 1,5 anos para as características altura de plantas, massa de matéria verde e seca, e percentagem de matéria seca avaliadas em genótipos de *Urochloa ruziziensis*. Os resultados encontrados na literatura sugerem variações no número de cortes ideal conforme a característica avaliada e a espécie. Todavia, os resultados observados sugerem que dois anos tem sido suficientes para se obter informações consistentes.

A seleção de genótipos com maior proporção de folhas é fundamental para que se obtenham ganhos em produção animal. Valores mais elevados para produção de colmos indicam uma forragem de qualidade inferior, pois para manter sua estrutura é necessário que a planta sofra alterações fisiológicas aumentando sua parede celular e, conseqüentemente, se elevam os teores de celulose e lignina, componentes que tornam os caules menos digestíveis. Nos programas de melhoramento genético deve se buscar plantas com maior porcentagem de folhas e relação folha/colmo já que as folhas apresentam atributos bromatológicos de melhor qualidade (FREITAS *et al.*, 2012).

3.5 Referências

- ALVAREZ, E. *et al.* Diversity of *Rhizoctonia* spp. causing foliar blight on *Brachiaria* in Colombia and evaluation of *Brachiaria* genotypes for foliar blight resistance. **Plant Disease**, v. 97, n. 6, p. 772-779, 2013. Disponível em: <http://bit.ly/2xufvIm>. Acesso em: 21 ago. 2017.
- ARAUJO, A. C. G.; FALÇÃO, R.; CARNEIRO, V. T. D. C. Seed abortion in the sexual counterpart of *Brachiaria brizantha* apomicts (Poaceae). **Sexual Plant Reproduction**, v. 20, n. 3 p. 109-121, 2007. Disponível em: <http://bit.ly/2xIIoax>. Acesso em: 21 ago. 2017.
- AZEVEDO, A. L *et al.* High degree of genetic diversity among genotypes of the forage grass *Brachiaria ruziziensis* (Poaceae) detected with ISSR markers. **Genetics Molecular Research**, v. 10, n. 4, p. 3530-3538, 2011. Disponível em: <http://bit.ly/2xAe63q>. Acesso em: 25 ago. 2017.
- BASSO, K. C *et al.* Avaliação de acessos de *Brachiaria brizantha* Stapf e estimativas de parâmetros genéticos para caracteres agronômicos . **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 1, p. 17-22, 2009. Disponível em: <http://bit.ly/2ywtjZ>. Acesso em: 15 ago. 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 30, de 21 de maio de 2008**. Disponível em: <https://bit.ly/2Ngu6zJ>. Acesso em: 15 ago. 2017.
- CREVELARI, J. A. et al. Prediction of genetic gains and correlations in corn hybrids for silage. **Australian Journal of Crop Science**, v. 11, n. 11, p. 1411, 2017. Disponível em: <https://bit.ly/2TLBdRQ>. Acesso em: 18 jul. 2017.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Ed. UFV, 2012. v. 4, 480 p.
- COMBES, D.; PERENES, J. Variations in chromosome numbers in *Panicum maximum* Jacq. in relation to method of reproduction. **Compte Rendu Hebdomadaire des Seances de l'Academie des Sciences**, v. 270, n. 6 p.782-785, 1970. Disponível em: <https://bit.ly/31Md0O3>. Acesso em: 10 ago. 2017.
- DARLINGTON, C. D.; WYLIE, A. P. **Chromosome atlas of flowering plants**. London: Allen & Unwin, 1995. 519 p.
- FELISMINO, M. F.; PAGLIARINI, M. S.; VALLE, C. B. D. Meiotic behavior of interspecific hybrids between artificially tetraploidized sexual *Brachiaria ruziziensis* and tetraploid apomictic *B. brizantha* (Poaceae). **Scientia Agricola**, v. 67, n. 2, p. 191-197, 2010. Disponível em: <http://bit.ly/2fgz2lO>. Acesso em: 21 ago. 2017.
- FIGUEIREDO, U. J. **Capacidade combinatória e estratégias de seleção em *Brachiaria* spp.** 2015. 142 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015. Disponível em: <https://bit.ly/2Tlzfll>. Acesso em: 10 ago. 2017.

FREITAS, F. P. *et al.* Forage yield and nutritive value of Tanzania grass under nitrogen supplies and plant densities. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 4, p. 864-872, 2012. Disponível em: <https://bit.ly/2z7o9N5>. Acesso em: 14 jul. 2019.

HOJITO, S.; HORIBATA, T. Plant Exploration, collection and introduction from Africa, in Nekken Shiryo 58. **Tropical Agriculture Research Center**, p. 1-120, 1982.

JANK, L. *et al.* The value of improved pastures to brazilian beef production. **Crop and Pasture Science**, v. 65, n. 11, p. 1132-1137, 2014. Disponível em: <http://bit.ly/2wHxht6>. Acesso em: 21 ago. 2017.

KINGSTON-SMITH, A. H.; MARSHALL, A. H.; MOORBY, J. M. Breeding for genetic improvement of forage plants in relation to increasing animal production with reduced environmental footprint. **Animal**, v. 7, n. 1, p. 79-88, 2013. Disponível em: <http://bit.ly/2xzBi20>. Acesso em: 25 ago. 2017.

LANDAU, E. C.; SIMEÃO, R. M.; MATOS-NETO, F. C. **Evolução da área ocupada por pastagens**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2019. (No prelo).

MARTUSCELLO, J. A. *et al.* Repeatability of agronomic characters in *Brachiaria brizantha* cultivars. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 1, p. 30-35, 2013. Disponível em: <http://bit.ly/2fgAOU0>. Acesso em: 28 ago. 2017.

MATEUS, R. G. *et al.* Genetic parameters and selection of *Brachiaria decumbens* hybrids for agronomic traits and resistance to spittlebugs. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 15, n. 4, p. 227-234, 2015. Disponível em: <http://bit.ly/2ywvvgxa>. Acesso em: 27 ago. 2017.

MATIAS, F. I. *et al.* Estimate of genetic parameters in *Brachiaria decumbens* hybrids. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 16, n. 2, p. 115-122, 2016. Disponível em: <http://bit.ly/2xoPbO8>. Acesso em: 21 ago. 2017.

MILES, J. M.; CARDONA, C.; SOTELO, G. Rescurrent selection in a Synthetic *Brachiaria* grass population improves resistance to three spittebug especies. **Crop Science**, v. 46, n. 3, p. 1088-1093, 2005. Disponível em: <http://bit.ly/2wbgomd>. Acesso em: 14 ago. 2017.

MONTEIRO, L. C. *et al.* *Brachiaria decumbens* intraspecific hybrids: characterization and selection for seed production. **Journal of Seed Science**, v. 38, n.1, p. 62-67, 2016. Disponível em: <http://bit.ly/2xzNIa5>. Acesso em: 21 ago. 2017.

PANDOLFI FILHO, A. D. *et al.* Avaliação de genitoras sexuais de *Brachiaria* spp. na época de seca. **Archivos de Zootecnia**, v. 65, n.250 p. 213-219, 2016. Disponível em: <http://bit.ly/2xutNcl>. Acesso em: 23 ago. 2017.

PEREIRA, R. C. *et al.* Duplicação cromossômica de gramíneas forrageiras: uma alternativa para programas de melhoramento genético. **Ciência Rural**, v. 42, n. 2, p. 1278-1285, 2012. Disponível em: <http://bit.ly/2ywClh9>. Acesso em: 26 ago. 2017.

RISSO-PASCOTTO, C. I.; PAGLIARINI, M. S.; VALLE., C. B. A new basic chromosome number for the Genus *Brachiaria* (Trin.) Griseb. (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 53, n. 1, p. 7-10, 2006. Disponível em: <http://bit.ly/2wccbPc>. Acesso em: 12 ago. 2017.

ROCHA, J. E. S. **Melhoramento vegetal e recursos genéticos forrageiros**. Sobral: EMBRAPA Caprinos e Ovinos, 2014. (Documentos, 114). Disponível em: <http://bit.ly/2wHhABZ>. Acesso em: 24 ago. 2017.

SILVA, V. B. *et al.* Prediction of genetic gains by selection indices using mixed models in elephant grass for energy purposes. **Genetics and Molecular Research**, v. 16 n. 3, p. 1-8, 2017. Disponível em: <https://bit.ly/2Z7FoNX>. Acesso em: 27 jul. 2019.

SOUZA, F. H. D. D.; MATTA, F. D. P.; FÁVERO, A. P. (ed. tec.). Características morfoanatómicas e fisiológicas de gramíneas associadas à tolerância à seca. *In*: SOUZA, F. H. D. D.; MATTA, F. D. P.; FÁVERO, A. P. (ed. tec.). **Construção de ideótipos de gramíneas para usos diversos**. Brasília: EMBRAPA, 2013. cap. 8, p. 175-190.

SOUZA SOBRINHO, F.; BORGES, V.; LÉDO, F. J. S.; KOPP, M. M. Agronomic traits repeatability and number of cuts needed for selecting *Urochloa ruziziensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 6, p. 579-584, 2010. Disponível em: <http://bit.ly/2ffTR0N>. Acesso em: 21 ago. 2017.

VALLE, C. B.; JANK, L.; RESENDE., R. M. S. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. **Revista Ceres**, v. 56, n. 4, p. 460-472, 2009. Disponível em: <http://bit.ly/2xurPZ6>. Acesso em: 27 ago. 2017.

VALLE, C. B. *at al.* Gênero *brachiaria*. *In*: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO J. A. (ed.). **Plantas forrageiras**. Viçosa: Ed. UFV, 2010. cap. 2, p. 30-77.

VALLE, C. B. *at al.* Melhoramento genético de *brachiaria*. *In*: RESENDE, R. M. S.; VALLE, C. B. D.; JANK., L. (ed. tec.). **Melhoramento de forrageiras tropicais**. Campo Grande: EMBRAPA Gado de Corte, 2008. cap. 1, p. 13-54.

VASCONCELOS, E. S. *et al.* Estimativas de ganho genético por diferentes critérios de seleção em genótipos de alfafa. **Ceres**, v. 57, n. 2, p. 205-210, 2015. Disponível em: <https://bit.ly/2KVEwSm>. Acesso em: 27 ago. 2017.

4 ARTIGOS

4.1 ARTIGO 1 – REPETIBILIDADE E ESTABILIZAÇÃO DE GENÓTIPOS DE *UROCHLOA* SSP

Este artigo foi elaborado conforme normas da revista *Arquivo Brasileiro de Med Vet e Zootecnia*

RESUMO: Objetivou-se verificar a repetibilidade e a estabilização genotípica de caracteres agrônômicos em genótipos do gênero *Urochloa* spp. por diferentes métodos e definir o número de colheitas necessário para se obter 80% de determinação. O delineamento foi em blocos ao acaso com três repetições e vinte e sete tratamentos, avaliados em sete colheitas. A metodologia de componentes principais com base em matriz de covariância (CPCOV) apresentou maiores valores de repetibilidade para a maioria das características avaliadas com exceção da altura de planta, onde a metodologia por componentes principais com base em matriz de correlação proporcionou maiores valores (0,4422). A repetibilidade das variáveis massa seca total e porcentagem de folha variou de 0,0929 a 0,3284, e 0,0917 a 0,4157, respectivamente por modelos mistos e CPCOV. A rebrota apresentou maiores repetibilidades, que variaram de 0,1476 a 0,4630 pelas metodologias de análise estrutural e modelos mistos. A avaliação em sete colheitas não foi suficiente para que os genótipos atingissem estabilização (80% de determinação). Os coeficientes de repetibilidade dos genótipos de *Urochloa* spp foram baixos em todas as metodologias utilizadas. São necessárias entre 7 e 13 colheitas para melhorar a confiabilidade na seleção dos genótipos para rebrota, altura e massa seca total e 22 a 29 colheitas para as variáveis porcentagem de folha e relação folha:colmo.

Palavras-chave: ANOVA, coeficiente de determinação, componentes principais, medidas repetidas, modelos mistos.

ABSTRACT: This study aimed to verify the repeatability and genotypic stabilization of agronomic traits in genotypes of the genus *Urochloa* spp. by different methods and define the number of harvests required to obtain 80% determination. Was utilized randomized complete block design with three replications and twenty seven treatments was evaluated in seven harvests. The covariance matrix based principal component methodology (CPCOV) showed higher repeatability values for most of the evaluated characteristics except for plant height, where the correlation matrix based principal component methodology provided the highest values (0, 4422). The repeatability of the variables total dry mass and leaf percentage ranged from 0.0929 to 0.3284, and 0.0917 to 0.4157, respectively by mixed models and CPCOV. Regrowth presented higher repeatability, ranging from 0.1476 to 0.4630 by structural analysis methodologies and mixed models. The evaluation in seven harvests was not enough for the genotypes to reach stabilization

(80% of determination). The repeatability coefficients of *Urochloa* spp genotypes were low in all methodologies used. Between 7 and 13 harvests are needed to improve the reliability of genotype selection for regrowth, height and total dry mass and 22 to 29 harvests for the variables leaf percentage and leaf: stem ratio.

Key-words: ANOVA, coefficient of determination, mixed models, principal components, repeated measures.

INTRODUÇÃO

A diversificação de pastagens é apontada como uma das principais alternativas para atenuar problemas trazidos pelo monocultivo de espécies forrageiras. Neste cenário, a busca por opções de plantas mais adaptadas ao estresse abiótico está recebendo mais ênfase diante das previsões de elevação da temperatura global e aumento da incidência de secas severas.

A maior parte das forrageiras utilizadas em pastagens em ambientes tropicais é considerada de ciclo perene e a avaliação destas plantas ao longo de todo seu período de vida é inviável. Nesse sentido, se tornam necessárias técnicas que permitam minimizar o tempo de avaliação e maximizar a acurácia do processo de seleção. Assim, avaliar os genótipos por meio de medidas repetidas e conhecer a repetibilidade e estabilização destas avaliações permite aos pesquisadores avaliar o número de colheitas necessárias para que as metas de confiabilidade no processo seletivo sejam atingidas.

A repetibilidade pode ser definida como a medida da eficiência da predição do valor genético a partir de sucessivas observações no mesmo indivíduo e tem sido o parâmetro genético mais utilizado pelos pesquisadores que trabalham com espécies perenes (Cruz *et al.*, 2012; Souza Sobrinho, *et al.*, 2010; Martuscello *et al.*, 2013). A repetibilidade expressa a proporção da variância fenotípica que é atribuída às diferenças genéticas confundidas com os efeitos de ambiente permanente. Sendo assim, a repetibilidade se aproxima do coeficiente de herdabilidade quando a variância ambiental permanente é reduzida (Cruz *et al.*, 2012).

As plantas do gênero *Urochloa* são as mais utilizadas em ambientes tropicais e estão inseridas em programas de melhoramento genético, onde a definição do coeficiente de

repetibilidade pode ser útil na condução dos experimentos. De fato, a avaliação de genótipos deste gênero é bastante onerosa em função da elevada demanda por mão de obra, área e recursos financeiros para condução dos experimentos. Assim, a redução do número de avaliações, levando-se em consideração coeficientes de determinação predefinidos e suficientes para os objetivos do programa de seleção, pode resultar em redução dos custos com pouco ou nenhum impacto nos ganhos com o melhoramento.

Assim, objetivou-se com este trabalho verificar a repetibilidade e a estabilização genotípica de caracteres agronômicos em genótipos do gênero *Urochloa* spp. por diferentes métodos e definir o número ótimo de colheitas necessário para se obter 80% de determinação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Montes Claros nas coordenadas 16°40' 3.17" de latitude sul e 43°50' 40.97" de longitude oeste, a 598 metros de altitude. O clima do local é do tipo Aw (tropical de savana), caracterizado por temperaturas anuais elevadas e regime de chuvas marcado por duas estações bem definidas, com verão chuvoso e inverno seco. Os dados climáticos foram registrados ao longo do período experimental (Figura 1).

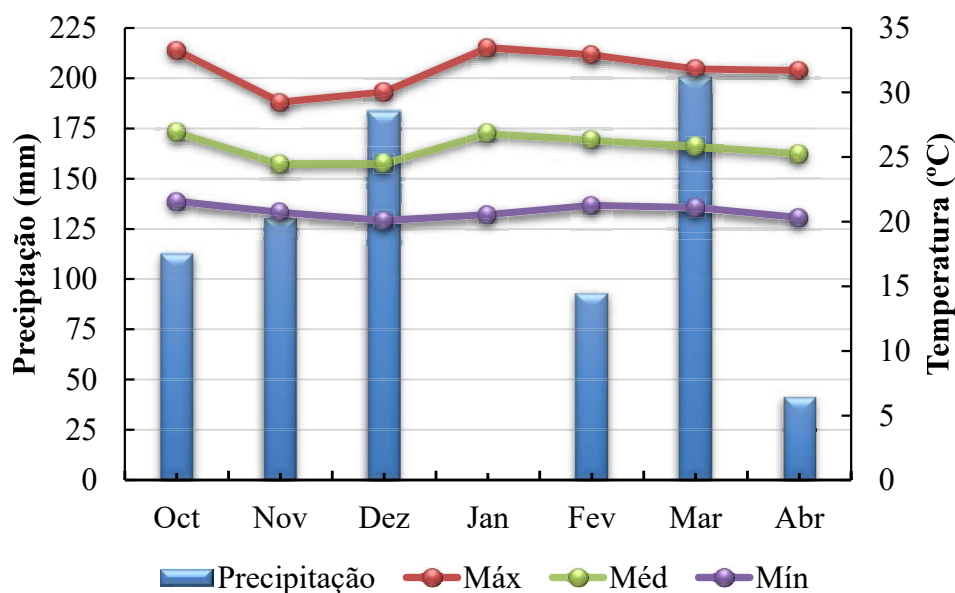


FIGURA 1 – Gráfico da variação da temperaturas máxima (Máx), média (Média), mínima (Mín) e precipitação no período experimental (fonte: INMET)

Foram avaliados vinte e sete genótipos do gênero *Urochloa*, sendo vinte e cinco híbridos experimentais e duas testemunhas comerciais em uso na região (*Urochloa brizantha* cv. Marandu e o híbrido comercial Convert HD365). Os genótipos formam distribuídos em delineamento em blocos casualizados com três repetições.

Foram coletadas amostras de solo para caracterização do perfil químico e físico na camada de 0 a 20 cm. O solo apresentou as seguintes características: pH 7,4; P-Mehlich = 10,25 mg dm⁻³; P-remanescente = 12,75 mg dm⁻³; K⁺ = 126,0 mg dm⁻³; Ca⁺² = 9,40 cmol_c dm⁻³; Mg⁺² = 2,30 cmol_c dm⁻³; Al⁺³ = 0,0 cmol_c dm⁻³; H+Al = 0,96 cmol_c dm⁻³; SB = 12,12 cmol_c dm⁻³; t = 12,12 cmol_c dm⁻³; m (%) = 0,00; T = 13,08 cmol_c dm⁻³; V (%) = 93,00; Matéria Orgânica = 29,3 g kg⁻¹; Areia grossa = 170,0 g kg⁻¹; Areia fina = 133,0 g kg⁻¹; Silte = 480,0 g kg⁻¹; Argila = 280,0 g kg⁻¹. Não houve necessidade de calagem, porém foi necessário realizar adubação fosfatada, sendo administrado 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples (Riberio *et al.*, 1999).

O solo foi submetido à gradagem e, posteriormente, foram feitos sulcos para o plantio com o cultivador. A adubação fosfatada foi realizada no sulco, no momento do plantio. O plantio foi realizado de forma manual em abril de 2018. Após o estabelecimento das plantas foi realizada uma adubação de manutenção com o equivalente a 100 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia. Não foi necessária aplicação de potássio (Riberio *et al.*, 1999).

Os genótipos foram estabelecidos em parcelas de 6,0 x 4,0 m, espaçadas entre si por 1,0 m. Entre blocos foi utilizado espaçamento de quatro metros conforme critérios exigidos pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento para instalação de Ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) sob corte, segundo a INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 30, DE 21 DE MAIO DE 2008 (Brasil, 2008).

Em decorrência da reduzida quantidade de sementes e do avanço do período chuvoso no momento do plantio, optou-se por estabelecer as plantas por meio de mudas semeadas em bandejas em casa de vegetação. A reposição das mudas não estabelecidas foi realizada em duas etapas, onde priorizou-se o estabelecimento das quatro linhas centrais, posteriormente, as quatro linhas laterais juntamente com as falhas do plantio anterior. As plantas foram irrigadas durante o período de estabelecimento e até o início do período chuvoso onde deu início dos cortes avaliativos e a irrigação foi suspensa.

O controle de plantas daninhas de folha larga dentro da parcela foi realizado utilizando herbicida à base de 2,4-D a 806g L⁻¹ na dosagem recomendada pelo fabricante.

O controle de daninhas de folha estreita foi realizado por meio de capina e retirada manual dentro das parcelas e por meio da aplicação de glifosato na dose 960g L^{-1} nos espaços entre as parcelas e entre blocos.

O corte de uniformização foi realizado 90 dias após o plantio no dia 18/07/2018, quando todos os genótipos foram cortados a 20 cm do nível do solo. Posteriormente foram realizados sete cortes avaliativos em intervalos regulares de 30 dias nas respectivas datas: 18/10/2018, 17/11/2018, 17/12/2018, 16/01/2019, 15/02/2019, 17/03/2019 e 16/04/2019.

No dia anterior ao corte, as parcelas foram avaliadas quanto a altura média do horizonte de folhas por meio da metodologia da altura comprimida em 5 pontos aleatórios da área útil.

Todos os cortes de avaliação foram realizados a 20 cm do nível do solo. Para isso, foram desconsiderados 1 m de bordadura em cada lateral do canteiro, sendo as avaliações realizadas na área útil da parcela. Durante os cortes, toda a forragem da área útil foi colhida e pesada para se obter produção de massa fresca (PMF). Posteriormente foram retiradas duas amostras, sendo a primeira para determinação do teor de matéria seca (Detmann *et al.*, 2012) e a segunda para a separação morfológica. A segunda amostra foi separada nos componentes morfológicos lâminas foliares, colmos + bainhas e material morto. Cada componente foi levado à estufa de circulação forçada de ar por 72 horas para determinar o peso seco e a sua participação relativa na composição morfológica da forragem por meio das porcentagens de folhas (%FOL), de colmos (%COL) e de material morto (%MM). A relação folha/colmo foi determinada pelo quociente entre o peso seco de folhas e o peso seco de colmos.

Sete dias após o corte, as parcelas foram avaliadas quanto ao vigor da rebrota por meio de atribuição de notas combinadas (Jank, *et al.*, 1997). Foram atribuídas notas de 1 a 5 (sendo 1, ruim e 5, excelente) para densidade de rebrota e de 1 a 3 (sendo 1; baixa 2; média; e 3, alta) para velocidade de rebrota. O valor final da avaliação do vigor de rebrota foi resultante da soma entre os dois escores.

O coeficiente de repetibilidade foi obtido utilizando-se os métodos da análise de variância (ANOVA), análise dos componentes principais com base na matriz de variâncias e covariâncias fenotípicas (CPCOV), análise dos componentes principais com base na matriz de correlações intraclasses (CPCOR) e o método da análise estrutural baseado na matriz de correlações (AECOR), conforme descrito em Cruz *et al.* (2004).

Além destes métodos, a repetibilidade também foi estimada por meio de modelo misto (Resende, 2016).

Para estimação do coeficiente de repetibilidade pelo método da ANOVA, utilizou-se o modelo estatístico com duas fontes de variação:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + a_j + e_{ij}$$

em que μ = média geral; g_i = efeito aleatório do i -ésimo indivíduo híbrido sob a influência do ambiente permanente; a_j = efeito fixo do ambiente na j -ésima medição; e_{ij} = efeito do ambiente temporário associado à j -ésima medição no i -ésimo genótipo.

Para este modelo, o coeficiente de repetibilidade foi determinado por:

$$r = \frac{\text{cov}(Y_{ij}, Y_{ij'}) - \hat{\sigma}_g^2}{\sqrt{\hat{V}(Y_{ij})\hat{V}(Y_{ij'})} - \hat{\sigma}_g^2} = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}^2 + \hat{\sigma}_g^2}$$

em que $\hat{\sigma}_g^2$ é a variância entre as medidas repetidas em cada genótipo e $\hat{\sigma}^2$ é a variância residual.

Pelo método da análise de componentes principais, estimou-se o coeficiente de repetibilidade com base na matriz de variâncias e covariâncias fenotípicas e na matriz de correlações fenotípicas. O método da matriz de correlações foi proposto por Abeywardena (1972) e baseia-se na obtenção da matriz de correlações entre as medidas repetidas e posterior estimação dos autovalores e autovetores normalizados. Entre os autovetores estimados, identifica-se aquele que possui elementos com mesmo sinal e magnitudes próximas, pois é aquele que melhor expressa a tendência dos genótipos em manter suas posições relativas nos vários períodos de tempo. O coeficiente foi estimado por:

$$r = \frac{\hat{\lambda}_1 - 1}{\eta - 1}$$

em que $\hat{\lambda}_1$ é o autovalor da matriz de correlações associado ao autovetor cujos elementos tem mesmo sinal e magnitude semelhante; e η é o número de medições.

Pelo método baseado na matriz de variâncias e covariâncias fenotípicas, o coeficiente de repetibilidade foi obtido por:

$$r = \hat{\rho} = \frac{\hat{\lambda}_1 - \hat{\sigma}_y^2}{\hat{\sigma}_y^2(n - 1)}$$

em que $\hat{\lambda}_1$ é o autovalor da matriz de variâncias e covariâncias fenotípicas associado ao autovetor cujos elementos tem o mesmo sinal e magnitude semelhante e $\sigma_y^2 = \sigma_g^2 + \sigma^2$ é a variância fenotípica do caráter Y.

O método da análise estrutural baseou-se apenas na matriz de correlações e foi estimado por:

$$r = \frac{1}{n(n-1)\hat{\sigma}_y^2} \left[\sum_j \sum_{\neq j'} \hat{\sigma}_{jj'} \right]$$

Neste caso, o estimador do coeficiente de repetibilidade corresponde à média aritmética das correlações fenotípicas entre genótipos, considerando cada par de medições (cortes avaliativos).

O valor genotípico dos indivíduos híbridos para os caracteres agrônômicos foi estimado por meio do modelo linear misto implementado no software SELEGEN-REML/BLUP (Resende, 2016):

$$Y = X_m + Z_g + W_p + e$$

Em que y é o vetor de dados, m é o vetor dos efeitos das combinações medição-repetição (assumidos como efeito fixos) somados à média geral, g é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como efeito aleatórios) p é vetor dos efeitos de ambiente permanente (parcelas no caso) (assumidos como efeito aleatórios) e e é o vetor de erros ou resíduos (assumidos como efeito aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos. O vetor m contempla todas as medições em todas as repetições e ajusta simultaneamente para os efeitos de repetições, medição e interação repetições x medições.

Para cada característica, o número mínimo de medições necessárias para se obter eficiência no processo de seleção, baseando-se em coeficientes de determinação predeterminados (80, 85, 90 e 95%), foi estimado por:

$$\eta_o = \frac{R^2(1-r)}{(1-R^2)r}$$

em que, η_o é o número de medidas necessárias para obtenção do coeficiente de determinação desejado (R^2); e r é o coeficiente de repetibilidade estimado.

A estabilização fenotípica dos caracteres foi avaliada utilizando-se os métodos dos componentes principais obtidos a partir da matriz de correlações intraclasses para as sucessivas medições, considerando-se 2, 3, ... até todas as n avaliações efetuadas. Foram consideradas estabilizadas fenotipicamente as variáveis que atingiram 80% de determinação com os sete cortes avaliados.

As análises realizadas pelos métodos da ANOVA, componentes principais e análise estrutural foram realizadas por meio do programa computacional GENES (Aplicativo Computacional em Genética e Estatística) na seção Biometria (Cruz, 2013). Já os coeficientes estimados por modelos mistos foram estimados no programa SELEGEN-REML/BLUP (Resende, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura de plantas (ALT) apresentou coeficientes de repetibilidade variando de 0,162 a 0,352, pelas metodologias de modelos mistos e componentes principais pela matriz de correlação (CPCOV) (Tabela 1). A variação foi pequena quando comparada a outras variáveis e pode ser atribuída à forma de estimação do coeficiente. A altura de plantas é característica importante para o manejo de pastagens e também pode ser avaliada do ponto de vista genético já que a redução da altura pode resultar em cultivares de mais fácil manejo. Souza Sobrinho *et al.* (2010) afirmaram que o coeficiente de repetibilidade da ALT em híbridos de *Urochloa ruziziensis* pode variar entre 0,31 e 0,38 conforme metodologia de análise de variância e componentes principais. Já Braz *et al.* (2015a) afirmam que a ALT apresenta repetibilidade entre 0,607 e 0,654 em híbridos da espécie *P. maximum*, conforme as metodologias de ANOVA e CPCOR respectivamente.

Tabela 1 – Estimativa da repetibilidade (r) e coeficiente de determinação (r²) de características agrônômicas avaliadas em genótipos de *Urochloa* spp. Por diferentes metodologias

Método	Variável					
	ALT	MST	%FOL	RFC	REB	
ANOVA	r	0,2171	0,2377	0,1553	0,1144	0,3968
	R ²	66,00	68,58	56,27	47,48	82,16
Componentes Principais - Covariância	r	0,3527	0,3421	0,2993	0,6556	0,4372
	R ²	79,23	78,44	74,94	93,01	84,47
Componentes Principais - Correlação	r	0,3445	0,2913	0,1694	0,2149	0,4295
	R ²	78,62	74,21	58,81	65,71	84,05
Análise Estrutural - Correlação	r	0,3148	0,25	0,1513	0,1796	0,4156
	R ²	76,28	70,11	55,52	60,51	83,27
Modelos mistos	r	0,1620	0,1370	0,0950	0,0470	0,2390
	R ²	57,50	52,55	42,36	25,79	68,75

ALT: altura de planta; MST: massa seca total; %FOL: porcentagem de folhas; RFC: relação folha colmo; REB: rebrota;

A repetibilidade da massa seca total variou de 0,1370 a 0,3421 pelas metodologias de modelos mistos e CPCOV, respectivamente. Martuscello *et al.* (2013) afirmam que a repetibilidade de cultivares de *U. brizantha* varia de 0,16 a 0,70. Já Souza Sobrinho *et al.* (2010) encontraram coeficientes variando de 0,23 a 0,43, conforme as mesmas metodologias utilizadas neste estudo. A ocorrência de resultados inferiores aos da literatura pode ser indicativo que a variabilidade genética confundida com os efeitos permanentes pode ser baixa, o que se explica pelo fato dos genótipos serem considerados de elite e, conseqüentemente, com menor variabilidade. Por outro lado, a presença de elevada variação residual entre as colheitas também pode diminuir a repetibilidade dos genótipos.

A metodologia componentes principais com base em matriz de covariância (CPCOV) apresentou maiores valores de repetibilidade para a maioria das características avaliadas com exceção da altura de planta, onde a metodologia por componentes principais com base em matriz de correlação proporcionou maiores valores. Segundo Martuscello *et al.* (2015) e Braz *et al.* (2015a), a metodologia de CPCOV também tende a apresentar maiores valores repetibilidade em relação às demais, para acessos de *P. maximum*. Segundo Mansour *et al.* (1981), as metodologias baseadas na análise de componentes principais superestimam a repetibilidade quando os valores reais do parâmetro se aproximam de zero, não sendo indicadas para variáveis cuja repetibilidade tende a ser baixa. Estas metodologias podem ser mais adequadas quando os genótipos apresentam resposta cíclica, alternando colheitas de alta e baixa produtividade (Abeywardena, 1972). A produção das forrageiras tropicais é caracterizada por grande acúmulo de massa no período chuvoso alternado por decréscimo com o decorrer do período seco. Neste caso, ocorrem sucessivas colheitas com resposta mais uniforme alternadamente com períodos de seca, onde há poucas colheitas sob influência das limitações da entressafra, o que pode não caracterizar ciclicidade e tornar o método menos representativo.

A variável porcentagem de folhas (%FOL) apresentou repetibilidades entre 0,0959 e 0,2993 pelos métodos de modelos mistos e CPCOV, respectivamente (Tabela 1). A porcentagem de folhas, segundo Jank *et al.* (2011) é uma característica importante para o melhoramento de forrageiras de clima tropical. A maior proporção de folhas é um indicativo de melhor valor nutricional, pois as folhas apresentam menos componentes estruturais quando comparadas aos colmos, indicando uma possível maior

degradabilidade destas forrageiras pelos microrganismos ruminais (Freitas *et al.*, 2012; Araújo *et al.*, 2016). Segundo Martuscello *et al.* (2013), a seleção baseada na matéria seca das folhas tende a tornar o processo de melhoramento genético mais eficiente. De fato, as folhas são o principal produto da pastagens e a sua massa está positivamente correlacionada com o consumo de forragem pelos animais em pastejo (Brâncio *et al.*, 2003). Coeficientes de correlação genotípica entre colheitas (repetibilidade em nível de colheita) de 0,3189 foram observados por Figueiredo *et al.* (2012) para %FOL em progênies de *Urochloa humidicola*.

A relação folha:colmo e a capacidade rebrota são fundamentais na seleção de genótipos superiores. Nesse sentido, a RFC é mais um parâmetro que representa a capacidade de produção de folhas pelos genótipos. Já a capacidade de rebrota representa tolerância à desfolha e é a forma mais prática de avaliar o vigor das plantas em experimentos com muitos genótipos. Braz *et al.* (2015a) afirma que híbridos da espécie *P. maximum* apresentam repetibilidade da rebrota entre 0,389 e 0,399. Já Figueiredo *et al.* (2012) afirmam que o coeficiente de rebrota pode atingir valores de 0,5235 genótipos de *U. humidicola*.

Os valores de repetibilidade encontrados com base em modelos mistos e análise de variância foram menores quando comparados às demais metodologias. O método da ANOVA pode não eliminar componentes do erro experimental e, conseqüente, subestimar o coeficiente de repetibilidade (Cruz *et al.*, 2012). Já o uso de modelos mistos, por ter a propriedade de separar os componentes ambientais (efeito fixo) dos genéticos (efeito aleatório) pode ter sido afetado por fatores ambientais acarretando em estimativas de repetibilidade subestimadas.

Foi realizada a estimação do número de colheitas necessárias para obter diferentes coeficientes de determinação das características testadas pelos cinco métodos utilizados (Tabela 2). Foi observado um aumento considerável no número de medidas para todas as características, à medida que aumentou a precisão em relação à predição do valor real das avaliações. Esses dados sugerem que aumentar a precisão para valores próximos ou superiores a 95% exigiria aumento expressivo no número de medidas. Maior número de avaliações acarretam gastos operacionais desnecessários, uma vez que, em termos de precisão, acrescentaria pouco. Assim, é possível reduzir o nível de precisão para minimizar os custos (Martuscello *et al.*, 2013; Torres *et al.*, 2015).

Dentre as metodologias estudadas, as baseadas nos componentes principais apresentaram menor número de colheitas quando comparadas com às demais (Tabela 2). Resultado semelhante ao observado por Souza Sobrinho *et al.* (2010), Braz *et al.* (2015a), Martuscello *et al.* (2015) e Matias *et al.* (2016). A metodologia CPCOV foi a que proporcionou menor número de medidas repetidas para se obter determinação de 80%.

Tabela 2- Estimativa do número de colheitas necessárias para obtenção de coeficientes de determinação (r^2) predefinidos em características agronômicas avaliadas em genótipos de *Urochloa* spp. Por diferentes metodologias

R ²	ANOVA	CPCOV	CPCOR	AECOR	MISTO
Altura de planta					
0,80	14	7	8	8	21
0,85	20	10	11	12	29
0,90	32	17	17	20	47
0,95	68	35	36	42	98
Massa seca total					
0,80	12	7	10	12	25
0,85	18	11	13	17	36
0,90	28	17	22	27	57
0,95	60	37	46	56	120
Porcentagem de folhas					
0,80	22	9	19	22	38
0,85	31	13	28	32	54
0,90	48	21	44	50	86
0,95	103	44	93	107	181
Rebrota					
0,80	6	5	5	6	13
0,85	9	7	7	8	18
0,90	14	12	12	13	29
0,95	29	24	25	27	60
Relação folha:colmo					
0,80	31	2	14	19	81
0,85	44	3	21	26	114
0,90	70	4	33	41	181
0,95	147	9	70	87	383

ANOVA: análise de variância; CPCOV: Componentes Principais baseado na matriz de covariância; CPCOR: Componentes Principais baseado na matriz de correlações; AECOR: Análise Estrutural baseada na matriz de correlações; e MISTO: repetibilidade por modelos mistos;

Foi possível observar que sete cortes não foram suficientes para obter estimativas confiáveis de repetibilidade para a maioria das características do estudo, pois coeficientes

de determinação superiores a 80% não foram atingidos. Ao se considerar o valor médio das diferentes técnicas, cerca de 7, 11, 12 e 13 colheitas seriam suficientes para obtenção de coeficientes de determinação de 80% para REB, ALT, e MST, respectivamente. Já a %FOL e RFC precisariam de 22 e 29, colheitas, respectivamente. O valor elevado de número de colheitas está associado principalmente aos baixos coeficientes de repetibilidade obtidos por meio de modelos mistos. Esta metodologia proporcionou resposta diferente, pois foram considerados valores das unidades experimentais para sua estimativa e não valores médios das unidades experimentais, como no caso dos outros quatro métodos. Souza Sobrinho *et al.* (2010) obtiveram 80% de confiabilidade na predição do valor dos genótipos de *U. ruziziensis* com oito a dez colheitas avaliando as mesmas características deste estudo. Martuscello *et al.* (2015) precisaram de menor número de medidas repetidas para obterem determinação de 90% em cultivares de *U. brizantha* para essas características.

Houve grande variabilidade quanto aos resultados de estabilização genotípica para as variáveis em estudo (Tabelas 3 e 4). Este resultado indica que as plantas não se encontravam estabilizadas até o momento da última avaliação. Além disso, poderá haver dificuldade na identificação dos melhores genótipos para aquelas variáveis que apresentaram menores valores de repetibilidade.

Na avaliação da estabilização genotípica, foi possível verificar que, independentemente do grupo de avaliações considerado, os coeficientes de repetibilidade foram baixos e não foi possível obter coeficientes de determinação superiores a 80%, excetuando-se a rebrota (Tabelas 3 e 4). Esse resultado também aponta para o não atingimento de nível satisfatório de estabilização no experimento. A avaliação da estabilização genotípica torna-se importante, pois pode representar a expressão dos genes na fase adulta dos genótipos. Assim, respostas mais uniformes ao longo dos cortes são indicativos de que a expressão genética é, de fato, dos genes responsáveis pela produção adulta das forrageiras (Braz *et al.*, 2015b; Pereira *et al.*, 2002). Segundo Fernandes *et al.* (2017), valores entre 5 e 7 colheitas são suficientes para se obter coeficientes de determinação entre 80 e 85% em acessos de *P. maximum*. Para estes autores, a inclusão dos cortes iniciais pode ser prejudicial para a estimação dos coeficientes de repetibilidade, fato também observado por Braz *et al.* (2015a).

Para altura de planta (ALT), os melhores coeficientes de repetibilidade e determinação foram obtidos com as colheitas realizadas entre as ordens de 2 a 6 e suas

combinações. Estas colheitas foram realizadas no auge dos meses chuvosos e podem indicar maior uniformidade de resposta e estabilização entre os genótipos (Tabela 3). Para esta variável, a combinação entre colheitas de 3 a 5 proporcionou maior repetibilidade e determinação. Devemos ressaltar que mesmo se obtendo maiores valores de repetibilidade e determinação com 3 a 5 cortes, períodos mais longos que apresentem maiores coeficientes de determinação devem ser preferidos.

Tabela 3 – Estabilização genotípica de altura de plantas, massa seca total e porcentagem de folhas em genótipos de *Urochloa* spp. Avaliados pelas metodologias da análise de variância (ANOVA) e componentes principais com base na matriz de covariâncias (CPCOV)

Aval.	η	Altura de planta				Massa seca total				Porcentagem de folhas			
		ANOVA		CPCOV		ANOVA		CPCOV		ANOVA		CPCOV	
		R	R ²	r	R ²	r	R ²	r	R ²	r	R ²	r	R ²
1-2	2	0,01	1,34	0,01	1,34	0,42	59,57	0,44	60,88	0,13	23,18	0,13	23,18
2-3	2	0,40	57,50	0,54	69,74	0,42	59,15	0,43	59,80	0,27	42,41	0,27	42,98
3-4	2	0,51	67,58	0,51	67,65	0,42	58,85	0,49	65,73	0,33	50,06	0,33	50,07
4-5	2	0,43	60,13	0,58	73,42	0,22	35,55	0,22	35,71	0,18	30,16	0,18	30,39
5-6	2	0,34	50,62	0,45	61,78	0,04	8,21	0,06	10,70	0,47	64,33	0,55	71,29
6-7	2	0,25	39,51	0,25	39,60	0,35	51,96	0,35	51,97	0,40	57,33	0,42	58,76
1-3	3	0,19	40,54	0,32	58,27	0,35	61,56	0,37	63,63	0,21	44,60	0,21	44,67
2-4	3	0,38	64,96	0,48	73,80	0,39	66,00	0,45	71,21	0,27	53,03	0,27	53,14
3-5	3	0,46	71,70	0,54	77,62	0,19	41,55	0,26	50,85	0,21	45,07	0,22	45,53
4-6	3	0,34	60,52	0,44	70,35	0,16	36,28	0,20	43,36	0,24	49,11	0,30	56,55
5-7	3	0,22	46,48	0,28	54,41	0,16	36,76	0,18	39,01	0,37	63,43	0,39	65,35
1-4	4	0,26	58,40	0,39	71,99	0,29	62,58	0,35	68,59	0,23	54,87	0,23	54,96
2-5	4	0,34	66,93	0,49	79,65	0,27	59,29	0,31	64,54	0,19	48,89	0,20	50,22
3-6	4	0,38	71,15	0,45	76,70	0,24	56,20	0,28	61,22	0,24	56,06	0,26	58,68
4-7	4	0,25	57,37	0,33	66,04	0,20	49,89	0,23	54,59	0,21	51,87	0,26	58,49
1-5	5	0,24	61,52	0,42	78,11	0,22	59,10	0,27	65,12	0,18	51,68	0,19	53,30
2-6	5	0,35	72,55	0,46	80,87	0,30	68,28	0,33	71,06	0,21	56,44	0,22	58,27
3-7	5	0,29	67,53	0,36	73,89	0,26	64,08	0,30	68,07	0,19	54,24	0,22	58,14
1-6	6	0,24	65,75	0,39	79,41	0,23	64,66	0,29	70,52	0,19	58,25	0,20	59,61
2-7	6	0,32	74,28	0,40	79,87	0,31	72,72	0,33	75,00	0,17	54,80	0,19	57,68
1-7	7	0,22	66,00	0,34	78,63	0,24	68,58	0,29	74,21	0,16	56,27	0,17	58,81

Aval.: avaliações consideradas na estimativa; η : número de avaliações consideradas na estimativa; r: coeficiente de repetibilidade; R²: coeficiente de determinação.

Quanto à estabilização genotípica dos genótipos de *Urochloa* spp. para MST, houve menores valores de repetibilidade e determinação quando considerada a colheita 5, ocorrida no mês de fevereiro, após longo período de veranico (Tabela 3). A consideração apenas dos cortes iniciais resultou em maior repetibilidade, porém menores valores de R^2 , pois incluíam número baixo de colheitas. O maior coeficiente de determinação foi obtido quando se consideraram cortes de 2 a 7. Já o conjunto de colheitas entre 2 e 4 proporcionou alta repetibilidade e determinação (Tabela 3). Estes resultados indicam que a ocorrência de veranico foi prejudicial à estabilização da produção de massa de forragem nos genótipos de *Urochloa* spp.

Provavelmente, as plantas de *Urochloa* foram submetidas a baixa precipitação entre os cortes 4 e 5 (janeiro e fevereiro), o que representou fator de estresse e influenciou a resposta dos genótipos e o grau de correlação entre as medidas repetidas. A baixa estabilidade genética em condições de déficit hídrico pode ser um indicativo de variações dos genótipos quanto a respostas de caracteres agronômicos a essas condições. Por outro lado, os meses de outubro, novembro, dezembro e março tiveram precipitação maior que 100 mm e temperatura média de 25°C. Estes níveis de precipitação e temperatura favoreceram a expressão do potencial genético das plantas.

A maior repetibilidade e determinação para porcentagem de folhas (%FOL) foi observada ao se considerarem grupos de colheitas de ordem 5 a 7, período onde as plantas podem ter sido submetidas a condições limitantes ao crescimento. Isso faz com que os valores de %FOL se mantenham mais altos em função do lento avanço na maturidade dos perfilhos. Assim, espera-se que a resposta dos genótipos para estas características tenha sido mais uniforme durante estas avaliações. A mesma tendência foi observada para RFC, que também é uma variável que sofre influência do estágio fenológico da planta no momento do corte.

Para a RFC houve maior repetibilidade entre as avaliações 2 a 3, 3 a 4 e 2 a 4 (Tabela 4). Estes resultados podem estar associados ao fato das plantas apresentarem-se em crescimento vegetativo. A partir do 5 corte, houve florescimento dos genótipos que alteraram a proporção de colmos na forragem, prejudicando a avaliação da repetibilidade e estabilização dos genótipos de *Urochloa* para esta característica. A variação da RFC em função do estágio fenológico das plantas indica que o ambiente pode exercer maior controle nesta característica.

Tabela 4 – Estabilização genotípica de relação folha:colmo e rebrota em genótipos de *Urochloa* spp. Avaliados pelas metodologias da análise de variância (ANOVA) e componentes principais com base na matriz de covariâncias (CPCOV)

Aval.	η	Relação folha:colmo				Rebrota			
		ANOVA		CPCOV		ANOVA		CPCOV	
		r	R ²	r	R ²	r	R ²	r	R ²
1-2	2	0,04	7,77	0,13	22,30	0,00	0,00	0,02	3,69
2-3	2	0,34	51,15	0,39	55,70	0,32	47,97	0,32	48,83
3-4	2	0,36	52,48	0,37	53,64	0,44	61,33	0,46	62,59
4-5	2	0,11	20,12	0,13	23,61	0,64	78,28	0,71	83,05
5-6	2	0,27	43,13	0,27	43,14	0,40	56,70	0,40	56,70
6-7	2	0,04	7,59	0,09	15,94	0,35	51,53	0,35	51,55
1-3	3	0,15	33,86	0,33	59,65	0,23	47,53	0,27	52,85
2-4	3	0,31	57,40	0,32	58,41	0,35	62,14	0,38	65,13
3-5	3	0,20	42,87	0,24	49,23	0,56	79,55	0,59	81,07
4-6	3	0,28	53,24	0,33	59,32	0,50	74,84	0,56	79,02
5-7	3	0,18	39,01	0,22	45,32	0,44	70,01	0,44	70,30
1-4	4	0,13	37,34	0,29	62,23	0,31	63,94	0,36	68,85
2-5	4	0,18	45,93	0,23	54,95	0,45	76,41	0,48	78,93
3-6	4	0,27	59,61	0,31	64,54	0,50	80,19	0,53	82,11
4-7	4	0,21	50,89	0,24	55,74	0,48	78,39	0,52	81,15
1-5	5	0,10	36,55	0,23	59,97	0,39	76,43	0,44	79,39
2-6	5	0,23	59,41	0,27	64,77	0,43	79,31	0,47	81,48
3-7	5	0,21	57,51	0,24	61,34	0,49	82,53	0,51	84,13
1-6	6	0,14	49,68	0,26	67,57	0,39	79,24	0,43	81,65
2-7	6	0,19	58,48	0,22	62,83	0,43	82,08	0,46	83,84
1-7	7	0,11	47,47	0,21	65,71	0,40	82,16	0,43	84,05

Aval.: avaliações consideradas na estimativa; η : número de avaliações consideradas na estimativa; r: coeficiente de repetibilidade; R²: coeficiente de determinação.

Já para REB foi observada maior estabilização entre as avaliações de 3 a 5 e de 4 a 5 (Tabela 4). Esta resposta indica que os genótipos respondem de maneira semelhante a capacidade de rebrotar em condições de déficit hídrico, já que as colheitas 4 e 5 aconteceram nos meses mais críticos. Os genótipos também apresentaram capacidade de rebrota semelhante quando foram incluídos mais cortes como as sequências de colheitas de 1 a 6, 2 a 6 e 3 a 6 indicando estabilidade no fenótipo em condições favoráveis e desfavoráveis.

Segundo Martuscello *et al.* (2015), a expressão gênica varia conforme o estágio de desenvolvimento do indivíduo. A expressão de características quantitativas, como as avaliadas no presente estudo, são determinadas por diferentes grupos de genes que podem se expressar com diferentes intensidades ao longo do desenvolvimento do indivíduo. A

inclusão de avaliações no estágio inicial, onde a planta ainda não atingiu o seu máximo potencial ou de avaliações em estado mais avançado, onde a planta apresenta certo grau de senescência, podem acarretar em coeficientes de repetibilidade subestimados.

CONCLUSÃO

Os coeficientes de repetibilidade dos genótipos de *Urochloa* spp. foram baixos em todas as metodologias utilizadas. Os métodos baseados em componentes principais apresentam maiores estimativas do valor da repetibilidade ao passo que o método da ANOVA e de modelos mistos apresenta menores estimativas.

Ao longo de sete avaliações, não houve estabilização dos genótipos de *Urochloa* spp. exceto para o índice de rebrota, que atingiu 80% de determinação com sete colhietas

São necessárias entre 7 e 13 colheitas para melhorar a confiabilidade na seleção dos genótipos para rebrota, altura e massa seca total e 22 a 29 colheitas para as variáveis porcentagem de folha e relação folha:colmo.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Os autores também agradecem à Barenbrug do Brasil LTDA, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ABEYWARDENA, V. An application of principal component analysis in genetics. *Journal of Genetics*, v. 61, n. 1, p. 27-51, 1972.

ARAÚJO, R. A.; RODRIGUES, R. C.; COSTA, C. D. S.; SANTOS, F. N. S. *et al.* Composição químico-bromatológica e degradabilidade in situ de capim-Marandu em sistemas silvipastoris formados por babaçu e em monocultivo. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 17, n. 3, p. 401-412, 2016.

BRÂNCIO, P. A.; EUCLIDES, V. P. B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; FONSECA, D. D. *et al.* Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: comportamento ingestivo de bovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 5, p. 1045-1053, 2003.

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 30, de 21 de maio de 2008**. Disponível em: <https://bit.ly/2Ngu6zJ>. Acesso em: 15 ago. 2017.
- BRAZ, T. G. S.; FONSECA, D. M.; JANK, L.; CRUZ, C. D.; MARTUSCELLO, J. A. Repeatability of agronomic traits in *Panicum maximum* (Jacq.) hybrids. *Genetics and Molecular Research*, v. 14, n. 4, p. 19282-19294, 2015a.
- BRAZ, T. G. S.; FONSECA, D. M.; JANK, L.; CRUZ, C. D.; MARTUSCELLO, J. A. Genotypic stabilization of agronomic traits in *Panicum maximum* (Jacq.) hybrids. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 44, n. 11, p. 377-383, 2015b.
- BRAZ, T. G. S.; FONSECA, D. M. D.; FREITAS, F. P. D.; MARTUSCELLO, J. A. *et al.* Morphogenesis of Tanzania guinea grass under nitrogen doses and plant densities. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, n. 7, p. 1420-1427, 2011.
- CRUZ, C. D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: Ed. UFV, 2012. v. 4, 480 p.
- DETMANN, E.; Souza, M. D.; VALADARES FILHO, S. D. C.; QUEIROZ, A. D.; BERCHIELLI, T. T. *et al.* Métodos para análise de alimentos. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214 p.
- FERNANDES, F. D.; BRAGA, G. J.; RAMOS, A. K. B.; JANK, L. *et al.* Repeatability, number of harvests, and phenotypic stability of dry matter yield and quality traits of *Panicum maximum* Jacq. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 39, n. 2, p.149-155, 2017.
- FIGUEIREDO, U. J.; NUNES, J. A. R.; VALLE, C. B. Estimation of genetic parameters and selection of *Brachiaria humidicola* progenies using a selection index. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 12, n. 4, p.237-244, 2012.
- FREITAS, F. P. D.; FONSECA, D. M. D.; BRAZ, T. G. S.; MARTUSCELLO, J. A. *et al.* Forage yield and nutritive value of Tanzania grass under nitrogen supplies and plant densities. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 41, n. 4, p. 864-872, 2012.
- JANK, L.; CALIXTO, S.; COSTA, J. C. G.; SAVIDAN, Y. H. *et al.* Catálogo de caracterização e avaliação de germoplasma de *Panicum maximum*: descrição morfológica e comportamento agrônômico. Campo Grande, MS: EMBRAPA-CNPGC, 1997.
- JANK, L.; VALLE, C. B.; RESENDE, R. M. S. Breeding tropical forages. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v.11, n. spe, p. 27-34, 2011.
- MANSOUR, H.; NORDHEIM, E. V.; RUTLEDGE, J. J. Estimators of repeatability. *Theoretical and Applied Genetics*, v. 60, n. 3, p. 151-156, 1981.
- MARTUSCELLO, J. A.; JANK, L., FONSECA, D. D.; CRUZ, C. D. *et al.* Repetibilidade de caracteres agrônômicos em *Panicum maximum* Jacq. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n. 6, sup., p. 1975-1981, 2007.

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

MARTUSCELLO, J. A.; BRAZ, T. G. S.; JANK, L.; CUNHA, D. N. F. V. *et al.* Repeatability and phenotypic stabilization of *Panicum maximum* accessions. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 37, n. 1, p. 15-21, 2015.

MATIAS, F. I.; BARRIOS, S. C. L.; VALLE, C. B.; MATEUS, R. G. *et al.* Estimate of genetic parameters in *Brachiaria decumbens* hybrids. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 16, n. 2, p. 115-122, 2016.

PEREIRA, A. V.; CRUZ, C. D.; FERREIRA, R. D. P.; BOTREL, M. D. A. *et al.* Influence of genotype stabilization on the repeatability estimates of forage traits in elephantgrass (*Pennisetum purpureum* Schum.). *Ciência e Agrotecnologia*, v. 26, n. 4, p. 762-767, 2002.

RESENDE, M. D. V. Software Selegen-REML/BLUP: a useful tool for plant breeding. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 16, n. 4, p.330-339, 2016.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (ed.). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: quinta aproximação. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359 p.

SOUZA SOBRINHO, F.; BORGES, V.; LÉDO, F. J. D. S.; KOPP, M. M. Agronomic traits repeatability and number of cuts needed for selecting *Urochloa ruziziensis*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 45, n. 6, p. 579-584, 2010.

TORRES, F. E.; VALLE, C. B.; LEMPP, B.; TEODORO, P. E. *et al.* Minimum number of measurements for accurate evaluation of qualitative traits in *Urochloa brizantha*. *Journal of Agronomy*, v. 14, n. 3, p.180-184, 2015.

TRIVIÑO, N. J.; PEREZ, J. G.; RECIO, M. E.; EBINA, M. *et al.* Genetic diversity and population structure of *Brachiaria* species and breeding populations. *Crop Science*, v. 57, n. 5, p. 2633-2644, 2017.

4.2 ARTIGO 2 - SELEÇÃO EM GENÓTIPOS DO GÊNERO *UROCHLOA* SPP

Este artigo foi elaborado conforme normas da revista *Arquivo Brasileiro de Med Vet e Zootecnia*.

RESUMO – Objetivou-se com este trabalho verificar a viabilidade da seleção direta, indireta e simultânea em genótipos de *Urochloa* spp. com base em caracteres agronômicos. O delineamento foi em blocos ao acaso com três repetições e vinte e sete tratamentos em sete colheitas. Os genótipos foram selecionados pelos métodos de seleção direto, indireto e pelo índice de seleção simultânea de Mulamba e Mock. Os componentes de variância genotípica foram significativos para todas as características avaliadas. Foram observados valores de herdabilidade de médias variando entre 0,47 (relação folha:colmo) e 0,78 (altura de planta e rebrota). Os coeficientes de variação genéticos (CVg) variaram de 4,33 a 17,97% para as variáveis porcentagem de folha e relação folha:colmo, respectivamente. O coeficientes de variação residuais variaram de 13,75 (para porcentagem de folhas) a 85,44% (para relação folha:colmo). Em função destes resultados, o coeficiente de variação relativo apresentou valores inferiores a 1 para todas variáveis do estudo. A seleção simultânea resultou em ganhos mais uniformes em todas as características avaliadas, variando de 3,76% para porcentagem de folhas a 11,70% para a rebrota. A seleção direta, por sua vez, resultou em ganhos elevados na seleção da característica principal e ganhos discretos ou negativos na seleção indireta das demais características. A seleção simultânea proporcionou ganhos mais uniformes e permitiu identificar os genótipos BARG171, BARG155, T1510, T1709 e BARG153 como superiores.

Palavras-chave: correlação, Mulamba Mock, ganhos com a seleção, herdabilidade, produção de forragem, seleção simultânea.

ABSTRACT - This study aimed to verify the feasibility of direct, indirect and simultaneous selection in genotypes of *Urochloa* spp. based on agronomic characters. The design was a randomized block design with three replications and twenty seven treatments in seven harvests. The genotypes were selected by the direct and indirect selection methods and by the simultaneous selection index of Mulamba and Mock. Genotypic variance components were significant for all traits evaluated. Mean heritability

values were observed ranging from 0.47 (leaf: stem ratio) to 0.78 (plant height and regrowth). The genetic coefficients of variation (CVg) ranged from 4.33 to 17.97% for the variables leaf percentage and leaf: stem ratio, respectively. The residual coefficients of variation ranged from 13.75 (for leaf percentage) to 85.44% (for leaf: stem ratio). Based on these results, the relative coefficient of variation presented values below 1 for all study variables. Simultaneous selection resulted in more uniform gains in all evaluated characteristics, ranging from 3.76% for leaf percentage to 11.70% for regrowth. Direct selection, in turn, resulted in high gains in the selection of the main characteristic and discrete or negative gains in the indirect selection of the other characteristics. Simultaneous selection provided more uniform gains and allowed the identification of superior genotypes BARG171, BARG155, T1510, T1709 and BARG153.

Key-words: Correlation. Leaves, Selection gains. Heritability, Forage production. Simultaneous selection.

INTRODUÇÃO

As forrageiras do gênero *Urochloa* (*Syn. Brachiaria*) são cultivadas em larga escala, contudo existem poucas cultivares e de reprodução apomítica (sementes clonais) no mercado. Em regiões semiáridas, a disponibilidade de cultivares adaptadas ao estresse abiótico é ainda menor. Diante destes fatos, a seleção de genótipos mais adaptados às condições de estresse hídrico é de fundamental importância para promover maiores ganhos e prevenir perdas produtivas em ambiente com escassez de água.

As características agrônômicas são importantes parâmetros para a seleção de genótipos superiores. Sendo os atributos relacionados à produção de forragem, sobretudo de folhas, considerados fundamentais para seleção de forrageiras. Estas características vêm sendo utilizadas como critérios de seleção por muitos pesquisadores (Silva *et al.* 2017; Matias *et al.*, 2018; Simeão *et al.*, 2016b) com objetivo de melhorar a produtividade e o valor nutricional destas pastagens. No entanto, a seleção direta de uma determinada característica pode influenciar indiretamente os ganhos com a seleção de outras. Assim, surge a necessidade de se avaliar a influência da seleção das diferentes estratégias de seleção sobre as características de interesse econômico.

Diversas metodologias vem sendo utilizadas para a seleção de indivíduos superiores. A seleção direta proporciona ganhos expressivos em determinadas características de interesse e a indireta é utilizada para se obter ganhos em características que são de difícil mensuração. Ainda é possível selecionar várias características ao mesmo tempo por meio de índices de seleção. O índice de seleção proposto por Mulamba e Mock consiste em estabelecer ranks aos genótipos em relação a cada um dos caracteres em ordem favorável ao melhoramento. Em seguida são somadas as ordens de cada material genético referente a cada variável, resultando uma medida adicional tomada como índice de seleção (Cruz *et al.*, 2012).

A utilização de diferentes métodos permite identificar aquele que proporcionará os melhores resultados de acordo com os objetivos do programa de melhoramento. Portanto, objetivou-se com este trabalho verificar a viabilidade da seleção direta, indireta e simultânea na seleção de genótipos de *Urochloa* spp. com base em caracteres agronômicos.

MATERIAL E MÉTODOS

As condições em que o experimento foi conduzido são as mesmas descritas no Material e Métodos do primeiro artigo.

Foram avaliados 25 genótipos do gênero *Urochloa* ssp. denominados T1510, T1529, T1702, T1703, T1704, T1705, T1706, T1707, T1708, T1709, T1710, T1711, T1712, T1713, T1714, T1715, T1716, BARG152, BARG153, BARG154, BARG155, BARG156, BARG171, BARG172 e BARG173 e duas testemunhas sendo a *U. brizantha* cultivar Marandú e híbrido Convert HD364.

Foram avaliadas as seguintes características agronômicas: massa seca total (MST), massa seca de folhas (MSF), altura das plantas (ALT – cm), rebrota, (REB). Além destas, também foram avaliadas a porcentagem de folhas (%FOL), e relação folha:colmo (RFC).

Os componentes de variância e parâmetros genéticos foram estimados por meio da metodologia de modelos mistos implementado no software SELEGEN-REML/BLUP (Resende, 2016):

$$Y = X_m + Z_g + W_p + e$$

Em que y é o vetor de dados, m é o vetor dos efeitos das combinações medição-repetição (assumidos como efeito fixos) somados à média geral, g é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como efeito aleatórios), p é vetor dos efeitos de ambiente permanente (parcelas no caso, assumidos como efeito aleatórios) e e é o vetor de erros ou resíduos (assumidos como aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Foram estimados os componentes de variância genotípica, variância de ambiente permanente e coeficiente de determinação entre parcelas. A significância dos efeitos aleatórios foi testada por análise de deviance (ANADEV), empregando-se o teste da razão da máxima verossimilhança, cuja significância foi avaliada pelo teste qui-quadrado.

O coeficiente de variação genotípico foi estimado da seguinte maneira:

$$CV_g(\%) = \frac{\sqrt{V_g}}{\mu} \times 100$$

em que: CV_g (%) é o coeficiente de variação genotípico; V_g é a variância genotípica entre os genótipos; e μ é a média geral do caráter.

Já o coeficiente de variação residual foi estimado por:

$$CV_e(\%) = \frac{\sqrt{V_e}}{\mu} \times 100$$

Em que: CV_e (%) é o coeficiente de variação residual ou ambiental; V_e é o componente de variância residual; e μ é a média geral do caráter.

Com o quociente entre o CV_g (%) e o CV_e (%), obteve-se o parâmetro o coeficiente relativo (CV_g/CV_e).

A herdabilidade de médias das várias colheitas foi estimada com base na seguinte fórmula:

$$h^2m = \frac{m \times h^2}{1 + (m - 1) \times r}$$

Em que: h^2m é a herdabilidade de médias no sentido amplo; m é o número de medições; h^2 é a herdabilidade por colheita no sentido amplo; e r é o coeficiente de repetibilidade individual.

Foram estimados os ganhos com a seleção direta e indireta, considerando pressão de seleção de 20%. No processo de seleção simultânea foi utilizado o índice de Mulamba & Mock, com o mesmo peso para as características MST, MSF, RFC, REB e %FOL.

As variáveis foram submetidas a análise de correlação de Person e os coeficientes forma testados por meio do teste t de Student a 1 e 5% de probabilidade.

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os componentes de variância genótipicos foram significativos ($P < 0,01$) para todas as características avaliadas (Tabela 1). Estes resultados evidenciam a existência de variabilidade genética entre os indivíduos em condições de semiárido, podendo haver genótipos mais adaptados e que possam ser selecionados para este tipo de ambiente. Por outro lado, os componentes de variância relacionados às parcelas não foram significativos.

A produção média por corte dos genótipos foi de 3,49 t/ha de massa seca total (Tabela 1). Esse valor indica que as plantas apresentam elevado potencial produtivo. As testemunhas capim-marandu e Convert HD364 produziram 3,21 e 4,02 t/ha por colheita, respectivamente. Segundo Gobbi *et al.* (2018), a produção média de genótipos de *Urochloa* é de 2,6 t/ha/colheita.

Tabela 1 – Parâmetros genéticos estimados para os caracteres agronômicos em genótipos do gênero *Urochloa* spp.

Parâmetro	Características					
	MST	MSF	ALT	%FOL	RFC	REB
Média	3,4949	2,1824	39,1720	66,4624	4,3218	4,6875
Vg	0,1558**	0,0739**	8,7635**	8,2916**	0,6032**	0,3542**
Vparc	0,0513 ^{ns}	0,0264 ^{ns}	0,6006 ^{ns}	0,4799 ^{ns}	0,0736 ^{ns}	0,0951 ^{ns}
R	0,1366	0,1554	0,1620	0,0950	0,0473	0,2391
c ² perm	0,0338	0,0409	0,0104	0,0052	0,0051	0,0506
h ² mg	0,6624	0,6802	0,7775	0,6671	0,4724	0,7802
CVg	11,29	12,46	7,56	4,33	17,97	12,70
CVe	32,74	33,83	17,77	13,75	85,44	25,51
CVg/CVe	0,3450	0,3683	0,4253	0,3150	0,2103	0,4978
Acurácia	0,80	0,81	0,87	0,80	0,67	0,87

Vg – variância genotípica; Vparc – variância entre parcelas; r - coeficiente de repetibilidade individual; h²m - herdabilidade de médias de colheitas; c²perm - coeficiente de determinação de ambiente permanente; CVg (%) - coeficiente de variação genotípico; CVe (%) - coeficiente de variação residual; CVg/CVe - razão entre o coeficiente de variação genotípico e residual. MST – massa seca total; MSF massa seca de folha; ALT - Altura de planta; %FOL- porcentagem de folha; RFC – relação folha: colmo; REB – rebrota. **significativo a 1% de probabilidade pelo teste qui-quadrado.

A herdabilidade de médias (h^2m) é um parâmetro fundamental pois direciona a estratégia a ser adotada no melhoramento de determinada característica. Foram observados valores de herdabilidade de média variando entre 0,47 (RFC) e 0,78 (ALT e REB). Figueiredo *et al.*, (2012) afirmaram que a herdabilidade de média varia entre 0,49 e 0,75 para características agrônômicas estudadas em genótipos de *Urochloa humidicola*. Já Simeão *et al.* (2016b) observaram valores entre 0,63 e 0,86 para as características REB e MST em genótipos de *Urochloa ruziziensis*.

O menor valor de h^2m observado para RFC pode estar relacionado ao alto coeficiente de variação residual observado para esta característica. Segundo Carnevalli *et al.* (2006) e Carneiro *et al.* (2007) a proporção de folhas e colmos na forragem está associada ao nível de interceptação luminosa do dossel e, portanto, ao nível de maturidade das plantas. O avanço da maturidade e fenologia é, por sua vez, dependente de fatores ambientais como temperatura, luz e nutrientes, o que pode determinar maior controle ambiental da RFC.

Assim como no trabalho de Figueiredo *et al.* (2012), a rebrota (REB) foi a variável que apresentou herdabilidade de maior magnitude com valor de 0,78. Isso se torna interessante, pois a rebrota é um bom indicativo da tolerância ao pastejo ou corte e é facilmente determinada após treinamento de avaliadores.

Os genótipos de *Urochloa* apresentaram baixos valores de variância de ambiente permanente (V_{perm}), sendo estes não significativos (Tabela 1). A V_{perm} corresponde a variação residual que não pode ser explicada pela oscilação entre as medidas repetidas. Braz *et al.* (2013), avaliando progênies de *Panicum maximum*, observaram valores de V_{perm} maiores para as variáveis MST e MSF, com valor de 0,24 para ambas características. Os baixos valores de V_{perm} deste estudo indicam que houve grande uniformidade entre as parcelas experimentais e heterogeneidade entre as colheitas. Esta variação entre colheitas está associada a inconstância dos índices pluviométricos no período experimental. Isso fez com que os genótipos se comportassem de maneira heterogênea entre os cortes e pode ter influenciado na estimativa dos parâmetros. Os baixos valores de V_{perm} levaram a coeficientes de determinação de ambiente permanente baixos, que não foram capazes de explicar a variação observada no experimento.

Embora a variância genotípica tenha sido significativa, os coeficientes de variação genéticos (CVg) foram considerados, em geral, baixos e variaram de 4,33 a 17,97 para as variáveis %FOL e RFC, respectivamente (Tabela 1). Baixos valores de CVg também foram observados por Simeão *et al.* (2016b) para variável REB (14,16). Estes mesmos autores verificaram CVg expressivo de 59,66 para MST. Os baixos coeficientes observados podem ser atribuídos ao fato de que os genótipos estudados serem considerados de elite e já terem passado por seleção. Adicionalmente, as condições ambientais podem ter influenciado na expressão gênica, alterando os genes expressos em condições de déficit hídrico e provocando alterações na classificação dos genótipos.

Todos os coeficientes de variação residual (CVe) apresentaram valores superiores aos CVg. As variáveis que apresentaram maior variação residual foram RFC, MST, e MSF com 85,44, 32,74 e 33,83%, respectivamente. Braz *et al.* (2013) afirmam que para MST e MSF em *Panicum maximum* o CVe pode chegar a 37%, valores próximos aos observados no presente estudo.

A variável RFC apresentou alto CVe. Esse resultado pode estar relacionado ao fato de que os genótipos avaliados apresentavam heterogeneidade quanto a forma de crescimento. As diferenças morfológicas associadas ao manejo padronizado das colheitas, realizado considerando o intervalo de dias e não altura ideal de manejo, pode ter influenciado na proporção de folhas e colmos, levando a uma maior dissimilaridade entre os cortes e aumento do CVe. Adicionalmente, o alto valor observado para esta característica pode estar associado ao fato de que este parâmetro é resultante da razão entre a massa de folhas e de colmos. Assim, os erros associados a cada característica individualmente são combinados na estimativa da RFC, resultando em CVe maior.

Em função dos altos CVe e baixos CVg os coeficientes de variação relativos (CVg/CVe) foram prejudicados, sendo observadas estimativas abaixo de 1. Os coeficientes relativos variaram de 0,2103 e 0,4978 para RFC e REB, respectivamente. Figueiredo *et al.* (2012) afirmaram que para as mesmas características avaliadas neste trabalho os coeficientes relativos variam entre 0,28 e 0,87, sendo as características RFC e MST, respectivamente, as que apresentam maior e menor valor. Já Braz *et al.* (2013) afirmaram que para as variáveis MST e MSF, o coeficiente relativo é de 0,69 e 0,71, respectivamente. Coeficientes de variação relativos acima de 1 indicam maior variação de natureza genética e maior possibilidade de ganhos com a seleção.

A avaliação dos ganhos diretos, indiretos e simultâneos foi útil na identificação dos indivíduos mais adaptados. A seleção simultânea resultou em ganhos mais uniformes em todas as características avaliadas, quando comparada à seleção direta e indireta (Tabela 2). Resultados semelhantes também foram observados por outros autores como Jahufer e Casler (2015), trabalhando com índice de Smith-Hazel, e Vasconcelos *et al.* (2015) trabalhando com o índice de Mulamba e Mock.

Tabela 2 – Porcentagem de ganho com a seleção direta (na diagonal), indireta (acima e abaixo da diagonal) e simultânea por índice de mulamba e mock em genótipos do gênero *Urochloa* spp

Variável	MST	MSF	ALT	%FOL	RFC	REB
MST	13,02	13,87	7,68	0,31	-2,29	7,10
MSF	12,79	14,00	6,98	0,07	-5,37	6,94
ALT	-10,29	-13,13	-10,16	-2,32	0,93	-7,38
%FOL	-1,84	2,72	-0,22	5,31	15,88	9,80
RFC	-4,85	-1,26	-2,29	3,69	20,28	5,20
REB	1,34	4,68	4,48	3,22	9,44	14,55
Simultânea	3,89	6,81	3,71	3,76	15,42	11,70

MST: produção de massa seca total por corte; MSF: produção de massa seca de folhas por corte; ALT: altura de planta; %FOL: porcentagem de folhas; RFC: relação folha colmo; e REB: rebrota.

Este estudo revelou que os melhores indivíduos com base na seleção simultânea foram BARG171, BARG155, T1510, T1709 e BARG153, quando aplicado o índice de seleção de Mulamba e Mock com peso 1 para as características MST, MSF, %FOL, RFC e REB. Nota-se que os ganhos simultâneos em MST e MSF (Tabela 2) foram menores que os ganhos diretos para as características principais, contudo, foi possível obter ganhos altos para características importantes como a %FOL e a RFC. Estas duas últimas podem resultar em melhora no consumo de forragem pelos animais em pastejo (Brâncio *et al.*, 2003). Os menores ganhos simultâneos em produção de massa de forragem e de folhas pode estar associado aos valores intermediários de CVg observado nestas características (Tabela 1) e a dificuldade de identificar plantas que apresentem simultaneamente elevada produção de forragem e alta proporção de folhas na forragem.

A seleção direta, por sua vez, resultou em ganhos elevados na seleção da característica principal e ganhos discretos ou negativos na seleção indireta das demais características. A seleção direta para MST resultou em ganho direto elevado e ganho indireto alto na MSF (Tabela 2). O mesmo resultado foi observado quando foi realizada

seleção direta para MSF. Provavelmente isso se deve a elevada participação das folhas na massa de forragem dos genótipos de *Urochloa*, que também apresentam esta característica em função de serem considerados genótipos elite. A relação positiva existente entre MST e MSF é confirmada pelos dados observados no estudo de Simeão *et al.* (2016a).

Os indivíduos que apresentaram melhor resposta para MST foram T1712, Convert HD364, BARG171, T1716 e T1709. Foi possível observar que a testemunha Convert HD364 apresentou resposta produtiva satisfatória no estudo. A mesma tendência foi observada para MSF, onde os indivíduos T1712, Convert HD364, T1716, BARG171 e T1708 foram selecionados como melhores indivíduos. Essa resposta indica que apenas o genótipo T1712 apresentou resposta melhor que uma das testemunhas. A MST e MSF dos indivíduos selecionados foi de 3,950 e 2,488 t/ha, respectivamente. Vale destacar que os indivíduos BARG171 e T1709 estavam presentes entre os indivíduos selecionados pelo índice.

A seleção sobre a ALT foi realizada no sentido de redução. Assim, a redução da altura, como estratégia para ampliar a facilidade de manejo, resultou em redução considerável na MST, MSF, %FOL e REB (Tabela 2). Estes resultados indicam que a seleção para menor altura em genótipos de *Urochloa* dificilmente poderá ser utilizada obtenção de ganhos simultâneos em produção. Os indivíduos com menor altura foram T1710, T1713, T1702, BARG152 e T1715, com média de 35,2 cm. A associação negativa entre a altura e a produção foi observada por diversos autores como Martuscello *et al.* (2018), avaliando padrões morfogênicos de crescimento das forrageiras, Santos *et al.* (2015), avaliando a altura limite de pastejo em Azevém anual, e Dim *et al.* (2015). Vasconcelos *et al.* (2015) também afirmam haver redução nos ganhos genético pra MST quando a seleção direta é realizada para ALT e relação caule:folha em alfafa. Esta resposta não é desejável, pois o objetivo principal do melhoramento de gramíneas tropicais é proporcionar maior produtividade. A seleção por meio destas características pode acarretar, indiretamente, redução na produtividade da pastagem o que torna inviável a sua adoção como critério para a seleção direta.

A seleção direta para %FOL e RFC também resultou em redução da MST e MSF, indicando que a sua inclusão em índices de seleção pode resultar em menores ganhos com a seleção.

Os maiores ganhos diretos com a seleção foram observados na RFC, o que provavelmente se deve ao maior CVg observado (Tabela 1). De fato, a existência de variabilidade genética é indispensável para se obterem ganhos com a seleção.

Os indivíduos selecionados diretamente para %FOL foram BARG155, T1707, BARG153, T1510 e BARG156, cuja média foi de 69,99% de folhas na massa de forragem. Vale destacar que a seleção direta para %FOL resultou em grupo de indivíduos distinto da seleção para características de massa, mas convergiu parcialmente com a seleção direta para RFC, onde as plantas BARG155, T1713, T1510, T1707 e BARG154, foram selecionadas e apresentaram RFC de 5,20. A %FOL é importante em plantas forrageiras, pois está diretamente relacionada ao consumo dos animais em pastejo (Brâncio *et al.*, 2003), sendo, portanto, componente indispensável em um índice de seleção.

A REB, por sua vez, apresentou elevada resposta a seleção direta e ganhos pequenos com a seleção indireta de outras características do estudo. A relação positiva da rebrota com características de massa e proporção de folhas torna a mesma interessante para o processo de seleção, já que apresenta fácil mensuração. Os melhores indivíduos para REB foram BARG155, T1709, T1708, BARG171 e T1707 (REB = 5,37), convergindo parcialmente com MST e MSF. Essa convergência é resultado de correlação positiva entre as características e contribui para identificação de plantas com elevada produção ao mesmo tempo que apresentam alta rebrota. Apesar disto, Basso *et al.* (2009) não observaram correlação significativa entre MST e REB em acessos de *Urochloa*.

Embora a REB tenha apresentado relação positiva com as variáveis do estudo e seja de fácil mensuração, a seleção direta desta característica resultaria em ganhos pequenos para as características de maior relevância (produção). Isso pode limitar a sua utilização como critério direto de seleção. Entretanto, a seleção direta para REB proporcionou maiores ganhos indiretos para RFC e ALT quando comparado a seleção direta realizada para as demais características.

O ganho direto que assumiu valor mais expressivo foi o da REB, ao passo que o valor mais discreto foi da %FOL. Os maiores ganhos diretos na REB são explicados pelo elevado valor de h^2m associado ao maior CVg/CVe do estudo (Tabela 1). A associação destes dois parâmetros indica que a REB tem maior controle genético e variabilidade que as demais características do estudo e é passível de maior ganho. Por outro lado, a ocorrência de ganhos diretos discretos com a %FOL é resultado do menor coeficiente de

herdabilidade para esta característica e da grande influência do ambiente na sua expressão.

O estudo dos coeficiente de correlação entre as características foi realizado para dar maior embasamento à discussão dos ganhos indiretos e simultâneos com a seleção. Assim, foi observada correlação positiva e alta entre as variáveis MST e MSF, confirmando os elevados ganhos indiretos com a seleção (Tabela 3). O mesmo comportamento foi observado por Basso *et al.* (2009), trabalhando com genótipos de *Urochloa brizantha* e Simeão *et al.* (2016a), trabalhando com amendoim forrageiro. Genótipos com maior produção de matéria seca total são requeridos pois propiciaram maior produção de foragem. No entanto, os programas de melhoramento devem levar em consideração, além do aumento da MST, o aumento na produção de folhas e a sua proporção no volume de forragem produzido, pois as folhas são a porção mais digestível da forragem (Freitas *et al.*, 2012).

Tabela 3 - Correlação fenotípicas entre as variáveis massa seca total (MST), massa seca de folhas (MSF), altura (ALT), porcentagem de folha (%FOL), relação folha:colmo (RFC) e rebrota (REB)

Variável	MST	MSF	ALT	%FOL	RFC	REB
MST	1	0,9265**	0,7637**	0,0032	-0,1806	0,4354*
MSF		1	0,7648**	0,3441	0,0609	0,5906**
ALT			1	0,1326	-0,1213	0,5343**
%FOL				1	0,6995**	0,5484**
RFC					1	0,4559*
REB						1

**,*: significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

A variável altura se mostrou correlacionada positivamente às variáveis MST, MSF e REB. Estas correlações indicam que genótipos mais altos também são aqueles que apresentam maior produção de massa seca total. A relação positiva da altura com características de produção é observada em diversos estudos (Saeidnia *et al.*, 2017; Sbrissia *et al.*, 2018; Tomaz *et al.*, 2018). Por esse motivo, a altura tem sido utilizada como referência para o manejo de pastagens. Embora não significativa, foi observada correlação negativa entre a variável ALT e RFC. Esta correlação pode ser associada ao fato de que plantas mais altas necessitam investir em estruturas de sustentação, elevando a proporção de colmos na massa de forragem (Euclides *et al.*, 2015; Gouveia *et al.*, 2017).

A %FOL foi correlacionada positivamente à RFC, o que se deve ao fato da RFC representar a razão entre a massa de folhas e colmos.

A variável REB foi positivamente correlacionada a todas as características do estudo, o que demonstra que esta variável pode sofrer interferência de muitos fatores e que a seleção para cada uma das características promoverá ganhos para REB. Basso *et al.* (2009) afirmam haver correlação entre o vigor de rebrota e as massas total e de folhas. Simeão *et al.* (2016b) também verificaram correlação entre a REB e MST. Diante do exposto a variável REB deve ser melhor estudada pelos programas de melhoramento pois a mesma se correlaciona com muitas características de interesse econômico, é de fácil mensuração e demanda poucos investimentos.

A ausência de correlação entre a %FOL e a maioria das variáveis do estudo pode ser um fator limitante ao processo de seleção de plantas forrageiras do gênero *Urochloa* já que tanto a %FOL, quanto as massas total e de folha são características agrônômicas indispensáveis em genótipos elite.

CONCLUSÃO

A seleção simultânea proporcionou ganhos mais uniformes em comparação a seleção direta e indireta se mostrando a alternativa mais indicada para seleção de genótipos do gênero *Urochloa* ssp, sendo possível selecionar os genótipos BARG171, BARG155, T1510, T1709 e BARG153 como mais adaptados.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Os autores também agradecem à Barenbrug do Brasil LTDA, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- BASSO, K. C.; RESENDE, R. M. S.; VALLE, C.B.; GONÇALVES, M. C. *et al.* *Brachiaria brizantha* Stapf access evaluation and estimates of genetic parameters for agronomical characters. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 31, n. 1, p. 17-22, 2009.
- BRÂNCIO, P. A.; EUCLIDES, V. P. B.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; FONSECA, D. D. *et al.* Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: comportamento ingestivo de bovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 5, p. 1045-1053, 2003.
- BRAZ, T. G. S.; FONSECA, D. M.; JANK, L.; RESENDE, M. D. V. *et al.* Genetic parameters of agronomic characters in *Panicum maximum* hybrids. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 42, n. 4, p. 231-237, 2013.
- CARNEIRO, B.; PEDREIRA, C. G. S.; SILVA, S. C. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, n. 2, p. 281-287, 2007.
- CARNEVALLI, R. A.; SILVA, S. C.; BUENO, A. D. O.; UEBELE, M. C. *et al.* Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. *Tropical Grasslands*, v. 40, n. 3, p. 165-176, 2006.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 4. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2012. v. 2, p. 514 p.
- DIM, V. P.; ALEXANDRINO, E.; SANTOS, A. C. D.; MENDES, R. D. S. *et al.* Características agrônômicas, estruturais e bromatológicas do capim Piatã em lotação intermitente com período de descanso variável em função da altura do pasto. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 16, n. 1, p. 10-22, 2015.
- EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; BARBOSA, R. A.; NANTES, N. N. Manejo do pastejo de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf e de *Panicum maximum* Jacq. *Ceres*, v. 61, n. 7, p. 808-818, 2015.
- FIGUEIREDO, U. J.; NUNES, J. A. R.; VALLE, C. B. Estimation of genetic parameters and selection of *Brachiaria humidicola* progenies using a selection index. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 12, n. 4, p. 237-244, 2012.
- FREITAS, F. P.; FONSECA, D. M.; BRAZ, T. G. S.; MARTUSCELLO, J. A. *et al.* Forage yield and nutritive value of Tanzania grass under nitrogen supplies and plant densities. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 41, n. 4, p. 864-872, 2012.
- GOBBI, K. F.; LUGÃO, S. M. B.; BETT, V.; ABRAHÃO, J. J. S. *et al.* Massa de forragem e características morfológicas de gramíneas do gênero *Brachiaria* na região do Arenito Caiuá/PR. *Boletim de Indústria Animal*, v. 75, p. 1-9, 2018.
- GOUVEIA, F. S.; FONSECA, D. M.; SANTOS, M. E. R.; GOMES, V. M. *et al.* Altura inicial e período de diferimento em pastos de capim-braquiária. *Ciência Animal Brasileira*, v. 18, p.1-13, 2017.

JAHUFER, M. Z. Z.; CASLER, M. D. Application of the Smith-Hazel selection index for improving biomass yield and quality of switchgrass. *Crop Science*, v. 55, n. 3, p. 1212-1222, 2015.

MARTUSCELLO, J.; RIBEIRO, Y.; BRAZ, T. G. S.; FERREIRA, M. R. *et al.* Produção de forragem, morfogênese e eficiência agrônômica do adubo em Capim BRS Quênia sob doses de nitrogênio. *Boletim de Indústria Animal*, v. 75, p.1-12, 2018.

MATIAS, F. I.; BARRIOS, S. C. L.; BEARARI, L. M.; MEIRELES, K. G. X. *et al.* Contribution of additive and dominance effects on agronomical and nutritional traits, and multivariate selection on *Urochloa* spp. Hybrids. *Crop Science*. v. 58, n. 6, p. 2444-2458, 2018.

RESENDE, M. D. V. Software Selegen-REML/BLUP: a useful tool for plant breeding. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 16, n. 4, p. 330-339, 2016.

SAEIDNIA, F.; MAJIDI, M. M.; MIRLOHI, A. Analysis of seed production and its association with forage production and agronomic traits in orchardgrass (*Dactylis glomerata*) under different moisture conditions. *Crop and Pasture Science*, v. 68, n. 7, p. 657-669, 2017.

SANTOS, G. T.; ZANINI, G. D.; PADILHA, D. A.; SBRISSIA, A. F. Altura limite de pastejo para minimizar o alongamento de colmos em pastos de azevém anual. *Ciência Rural*, v. 46, n. 1, 169-175, 2016.

SBRISSIA, A. F.; DUCHINI, P. G.; ZANINI, G. D.; SANTOS, G. T. *et al.* Defoliation strategies in pastures submitted to intermittent stocking method: underlying mechanisms buffering forage accumulation over a range of grazing heights. *Crop Science*, v. 58, n. 2, p. 945-954, 2018.

SILVA, V. B.; DAHER, R. F.; ARAÚJO, M. S. B.; SOUZA, Y. P. *et al.* Prediction of genetic gains by selection indices using mixed models in elephant grass for energy purposes. *Genetic and Molecular Research*, v. 16, n. 3, p. 1-8, 2017.

SIMEÃO, R. M.; ASSIS, G. M. L.; MONTAGNER, D. B.; FERREIRA, R. C. U. Forage peanut (*Arachis* spp.) genetic evaluation and selection. *Grass and Forage Science*, v. 72, n. 2, p. 322-332, 2016a.

SIMEÃO, R. M.; SILVA, A. S.; VALLE, C. B. D. Flowering traits in tetraploid *Brachiaria ruziziensis* breeding. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 16, n. 2, p. 95-101, 2016b.

TOMAZ, P. K.; ARAÚJO, L. C.; SANCHES, L. A.; SANTOS-ARAÚJO, S. N. *et al.* Effect of sward height on the fermentability coefficient and chemical composition of Guinea grass silage. *Grass and Forage Science*, v. 73, n. 3, p. 588-598, 2018.

VASCONCELOS, E. S.; FERREIRA, R. P.; CRUZ, C. D.; MOREIRA, A. *et al.* Estimativas de ganho genético por diferentes critérios de seleção em genótipos de alfafa. *Ceres*, v. 57, n. 2, p. 205-210, 2015.