

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL

Brenner Queiroz Almeida

**Ganhos diretos, indiretos e simultâneos com a seleção de características
agronômicas em genótipos de *Urochloa* spp.**

Montes Claros

2021

Brenner Queiroz Almeida

**Ganhos diretos, indiretos e simultâneos com a seleção de características
agronômicas em genótipos de *Urochloa* spp.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Orientador: Thiago Gomes dos Santos Braz

Montes Claros
Dezembro de 2021

Almeida, Brenner Queiroz.

A447g
2021

Ganhos diretos, indiretos e simultâneos com a seleção de características agronômicas em genótipos de *Urochloa* spp. [manuscrito] / Brenner Queiroz Almeida. Montes Claros, 2021.
45 f.: il.

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

Orientador: Thiago Gomes dos Santos Braz

Banca examinadora: Carlos Juliano Brant Albuquerque, Ulisses José de Figueiredo, Thiago Gomes dos Santos Braz.

Inclui referências: 22-25 e 41-44

1. Plantas forrageiras -- Teses. 2. Genética -- Teses. 3. Agricultura -- Estações experimentais -- Teses. 4. Análise foliar -- Teses. I. Braz, Thiago Gomes dos Santos. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 633.2:575



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

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO


Aos 16 dias do mês de dezembro de 2021 às 9:00 horas, sob a Presidência do Professor Thiago Gomes dos Santos Braz, D. Sc. (Orientador – UFMG/ICA) e com a participação dos Professores Carlos Juliano Brant Albuquerque, D. Sc. (UFMG/ICA) e Ulisses José Figueiredo, D. Sc. (Barenbrug do Brasil Sementes Ltda), reuniu-se, por videoconferência, a Banca de defesa de dissertação de **BRENNER QUEIROZ ALMEIDA**, aluno do Curso de Mestrado em Produção Animal. O resultado da defesa de dissertação intitulada “**Ganhos diretos, indiretos e simultâneos com a seleção de características agrônômicas em genótipos de *Urochloa spp.*”**”, sendo o aluno considerado **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 53 do regulamento e da resolução 05/2016 do Curso de Mestrado em Produção Animal.


Montes Claros, 16 de dezembro de 2021.



Carlos Juliano Brant Albuquerque
Membro



Ulisses José Figueiredo
Membro



Thiago Gomes dos Santos Braz
Orientador

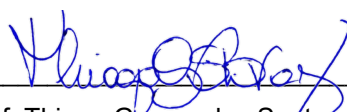
Brenner Queiroz Almeida

Ganhos diretos, indiretos e simultâneos com a seleção de características agronômicas em genótipos de *Urochloa* spp.

Aprovado pela banca examinadora constituída pelos professores:

Prof. Carlos Juliano Brant Albuquerque
ICA/UFMG

Dr. Ulisses José de Figueiredo
Barenbrug do Brasil Sementes Ltda



Prof. Thiago Gomes dos Santos Braz
Orientador - ICA/UFMG

Montes Claros, 16 de dezembro de 2021

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida.

Aos meus pais José Helton de Almeida, Rosângela Rosa de Almeida e irmãos Maria Nilfa de Almeida Neta e Selton Miller Queiroz Almeida pelo carinho e amor, por sempre estarem ao meu lado e acreditarem que eu seria capaz. Obrigado por serem minha fonte de inspiração.

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

Aos membros do Grupo de Estudos em Forragicultura (GEFOR) 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.

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!

GANHOS DIRETOS, INDIRETOS E SIMULTÂNEOS COM A SELEÇÃO DE CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS EM GENÓTIPOS DE *Urochloa* spp.

RESUMO

Objetivou-se avaliar ganhos diretos, indiretos e simultâneos de genótipos do gênero *Urochloa* spp. quanto a características agronômicas em região semiárida e recomendar os melhores genótipos. Foram avaliados 25 genótipos experimentais do gênero *Urochloa* spp. e duas testemunhas comerciais a *Urochloa brizantha* cv. Marandu e a cultivar híbrida cv. Mulato II (*Urochloa brizantha* x *Urochloa decumbens* x *Urochloa ruziziensis*). O delineamento foi em blocos ao acaso, com três repetições, em dois anos agrícolas de avaliações (2018-2019 e 2019-2020). Para obtenção dos ganhos simultâneos, foram utilizados dois índices baseados na metodologia de Mulamba e Mock (1978). Houve variância genotípica significativa para massa seca total, massa seca de folhas, altura, rebrota, porcentagem de folhas e produção de forragem na seca. Todos os valores do coeficiente de variação residual foram maiores aos do coeficiente de variação genotípico, o que resultou em coeficientes de variação relativos inferiores a 1. A seleção direta da massa seca total e de folhas resultou em ganhos indiretos positivos na maior parte das características, exceto para a relação folha:colmo. O maior ganho direto com a seleção foi observado para produção na seca, que foi positivamente correlacionada com massa seca total e massa seca de folhas. As variáveis massa seca total e de folhas, rebrota e forragem na seca aprestam maiores ganhos diretos com a seleção. A característica produção de forragem na seca possui maior representatividade para seleção de indivíduos com tolerância à seca. Os indivíduos experimentais T1712, T1709, T1708, Mulato II e BARG153 são mais indicados para uso na região.

Palavras-chave: Correlação genética. Estacionalidade. Índice de seleção. Massa de folhas. Valor genético.

**DIRECT, INDIRECT AND SIMULTANEOUS GAINS WITH THE SELECTION OF
AGRONOMIC CHARACTERISTICS IN GENOTYPES OF *Urochloa* spp.**

ABSTRACT

The objective was to evaluate direct, indirect and simultaneous gains of genotypes of the genus *Urochloa* spp. as to agronomic characteristics in semiarid region and recommend the best genotypes. 27 genotypes of the genus *Urochloa* spp. including two witnesses to *Urochloa brizantha* cv. Marandu and the Mulato II hybrid cultivar. The design was in randomized blocks, with three replications, in two agricultural years of evaluations (2018-2019 and 2019-2020). Direct, indirect and simultaneous gains with the selection were estimated. To obtain the simultaneous gains, two indexes were used based on the methodology of Mulamba and Mock (1978). There was significant genotypic variance for total dry weight, dry leaf weight, height, regrowth, percentage of leaves and production in the dry season. All values of the residual variation coefficient were higher than the genotypic variation coefficient, which resulted in relative variation coefficients below 1. The direct selection of the total dry mass and leaves resulted in positive indirect gains in most of the characteristics, except for the leaf: stem ratio. The greatest direct gain with the selection was observed for production in the dry season, which was positively correlated with total dry matter and leaf dry matter. The variables total and leaf dry mass, regrowth and forage in the drought provide greater direct gains with selection. The characteristic forage production in drought is more representative for the selection of individuals with drought tolerance. Individuals T1712, T1709, T1708, Mulato II and BARG153 are more adapted to use in the semiarid region.

Keywords: Leaf mass. Genetic value. Genetic correlation. Seasonality. Selection index.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 OBJETIVOS.....	11
2.1 Objetivo Geral.....	11
2.2 Objetivos Específicos.....	11
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
3.1 Melhoramento de gramíneas forrageiras.....	12
3.2 Gênero <i>Urochloa</i> spp.....	13
3.3 Características agronômicas e avaliações.....	16
3.4 Ganhos diretos, indiretos e simultâneos.....	18
3.5 Forragicultura na Região Semiárida.....	20
3.6 Referências.....	22
4 ARTIGO.....	26
4.1 Artigo 1 – Ganhos diretos, indiretos e simultâneos com a seleção de características agronômicas em genótipos de <i>Urochloa</i> spp.....	26
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45

1 INTRODUÇÃO

As pastagens são a base da pecuária em países de clima tropical (JANK *et al.*, 2014). Neste cenário, há maior destaque para as forrageiras do gênero *Urochloa* spp. que são as mais estudadas e cultivadas, ocupando mais de 50% de todas as áreas de pastagem do Brasil.

As principais cultivares de *Urochloa* spp. utilizadas no Brasil caracterizam-se por apresentarem demanda hídrica superior a 800 mm anuais, o que as torna pouco adaptadas ao cultivo no semiárido, onde a precipitação anual varia de 300 a 800 mm, com distribuição desuniforme. Essa situação pode ser agravada devido a mudanças climáticas, que tornam os períodos de estiagem mais frequentes e prolongados. 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. Portanto, há possibilidade de identificar indivíduos mais adaptados ao cultivo em regiões mais secas entre as progênies de *Urochloa*.

O melhoramento genético das forrageiras tropicais e a diversificação das pastagens pode auxiliar na manutenção e crescimento dos índices produtivos em condições climáticas desfavoráveis. Desse modo, a realização de mais estudos para melhoramento, avaliação e seleção de novas cultivares, aliados a inclusão de ambientes como semiárido pode auxiliar na escolha de genótipos de *Urochloa* mais tolerantes ao déficit hídrico.

A superioridade agrônômica dos indivíduos em condições de estresse hídrico pode ser indicativa 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. O nível de controle genético destas características pode ser estudado por meio de parâmetros genéticos que permitirão conhecer 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.*, 2010) 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; REGAZZI; CARNEIRO, 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, além de promover aumento nos índices produtivos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Avaliar e selecionar genótipos do gênero *Urochloa* spp. por meio da seleção direta, indireta e simultânea, em condições semiáridas.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar o desempenho agronômico de genótipos de *Urochloa* spp.
- Determinar parâmetros genéticos e estudar o grau de associação entre caracteres agronômicos;
- Selecionar e recomendar genótipos de *Urochloa* spp. 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). 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 a pragas e doenças (ROCHA, 2014). Assim, o melhoramento de plantas forrageiras consiste na adoção de métodos 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).

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; PERENÉS, 1970; HOJITO; HORIBATA, 1982, MILES *et al.*, 2005), que enxergaram nas gramíneas africanas um grande potencial para a coleta, seleção e introdução para diferentes usos. As coletas de acessos realizadas por estes pesquisadores no continente africano deram origem aos principais bancos de germoplasma do gênero *Urochloa* e da espécie *Megathyrsus maximus*, as plantas mais utilizadas no Brasil (FONSECA e MARTUSCELLO, 2022).

Destes bancos de germoplasma foram realizados seleção massal e estudos de adaptação de acessos para a identificação de indivíduos superiores com potencial de lançamento (RESENDE *et al.*, 2008). Estes estudos deram origem a plantas importantes como a *Urochloa brizantha* ‘Marandu’ e *Megathyrsus maximus* ‘Mombaça’, entre outras (VALLE *et al.*, 2009). Estas cultivares são registradas, mas são acessos tais quais encontrados na natureza e não passaram por cruzamentos, já que a seleção massal em coleção de indivíduos apomíticos se apresenta como alternativa inicial e prática para obtenção de cultivares. Contudo, 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 vêm 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.*, 2007). 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 novos clones de si próprios.

No melhoramento de plantas do gênero *Urochloa* também é possível se realizar cruzamentos. Isso ocorre por meio de plantas consideradas sexuais, cuja reprodução ocorre por meio de alogamia. Estas plantas, apesar de raras, são encontradas na natureza e são capazes de produzir descendência híbrida fértil (RESENDE *et al.*, 2008).

O cruzamento entre plantas apomíticas e sexuais pode ser realizado, já que o pólen das plantas apomíticas é viável (ARAÚJO *et al.*, 2004). Contudo, as plantas sexuais apresentam nível de ploidia diferente das apomíticas, representando nova barreira ao melhoramento. Assim, para viabilizar os cruzamentos, é necessário duplicar o nível de ploidia das plantas sexuais de $2n$ para $4n$, à semelhança das apomíticas. Essa duplicação ocorre por meio cultura de tecidos e aplicação do agente inibidor de mitose colchicina (PEREIRA *et al.*, 2012).

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).

O melhoramento de forrageiras surge, portanto, 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 Gênero *Urochloa* spp.

Trinius (1834) foi o primeiro a descrever o gênero *Urochloa* como uma subdivisão do gênero *Panicum* que, depois, foi elevado a gênero por Grisebach (1835). Segundo Keller-Grein

et al. (1996) o gênero *Urochloa* inclui cerca de 100 espécies, de origem principalmente tropical e subtropical africana. Sete dessas espécies – *U. arrecta*, *U. brizantha*, *U. decumbens*, *U. dictyoneura*, *U. humidicola*, *U. mutica* e *U. ruziziensis* são muito utilizadas como plantas forrageiras na América Tropical.

A capacidade suporte das pastagens no Cerrado brasileiro foi praticamente triplicada com a introdução da *Urochloa decumbens*. As pastagens nativas eram utilizadas com taxa de lotação equivalentes a três a quatro hectares por cabeça e as pastagens de capim-gordura ou Jaraguá no Cerrado proporcionavam 0,3 a 0,6 cabeças por hectare. As áreas com *U. decumbens*, por sua vez, suportavam em média 1 a 1,5 cabeça por hectare durante o ano. Por esse motivo, fala-se que a *Urochloa* foi um “divisor de águas” no Brasil Central Pecuário (Valle *et al.*, 2010).

As principais plantas de *U. brizantha* disponíveis no mercado são as cultivares Marandu, Xaraés, Piatã e Paiaguás e são caracterizadas por produtividade variável entre 12-17, 15-21, 12-15, 12-15 t ha⁻¹ de massa seca, respectivamente (CRISPIM; BRANCO, 2002; DIM *et al.*, 2015; VALLE *et al.*, 2001). Além disso, estas plantas são caracterizadas por média tolerância a seca associada a uma exigência de média a alta em fertilidade do solo. Estas plantas apresentam crescimento cespitoso ereto e maior porte quando comparada às demais espécies do gênero *Urochloa*.

Já a *U. decumbens* cv. Basilisk é caracterizada por maior rusticidade e flexibilidade do ponto de vista do manejo. Essa forrageira é a única da espécie que é cultivada no Brasil e já foi a mais cultivada no passado, antes da chegada do capim-marandu. Com produtividade média que varia de 10 a 15 t ha⁻¹ de massa seca (CRISPIM; BRANCO, 2002) essa forrageira pode ser utilizada para pastejo, tolerando condições deficientes de manejo. Os principais problemas associados a essa forrageira são a fotossensibilização dos animais e a suscetibilidade por cigarrinhas-das-pastagens (RIET-CORREA *et al.*, 2011).

A *U. ruziziensis* é considerada uma planta com média a alta exigência em fertilidade do solo, que é capaz de produzir forragem de elevada qualidade. Essa planta foi muito cultivada para formação de pastagens no passado, porém apresentou elevada suscetibilidade à cigarrinha. Recente, seu uso foi retomado diante da grande aplicação desta forrageira em sistemas de integração entre lavoura e pecuária, onde a *U. ruziziensis* entra no sistema como forrageira de inverno para produção de palhada para o cultivo subsequente (MENDONÇA *et al.*, 2015). Nesse período a planta pode ser utilizada para pastejo por bovinos.

Outras duas forrageiras do gênero de uso mais específico e restrito, *U. mutica* e *U. arrecta* são de origem do Oeste Africano. Estas plantas apresentam maior palatabilidade e são adaptadas a solos alagados e férteis, características essas de grande interesse aos programas de melhoramento de forrageiras. Devido a não existência de diversidade genética disponível, não possuem cultivares desenvolvidos e a baixa produção de sementes viáveis limita sua utilização (VALLE *et al.*, 2010).

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.*

ruzizensis com 13%, *U. humidicola* com 12% e *U. brizantha* cv. Xaraés com 9% (LANDAU *et al.*, 2020).

Embora o gênero tenha grande importância no cenário nacional, ainda se encontram disponíveis comercialmente poucos cultivares, e a baixa diversidade genética desses cultivares em uso representam grande risco ao sistema de produção. Por isso, há demanda e urgência em desenvolver e selecionar novos genótipos visando a diversificação das áreas de pastagens nos trópicos (VALLE *et al.*, 2010).

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.

A obtenção de novas cultivares por meio de seleção e avaliação da adaptabilidade em banco de acessos apomíticos é um processo finito. De fato, quando todas as plantas são apomíticas, é difícil se obter novos genótipos via cruzamentos. Nesse sentido, a busca por meios de se realizar cruzamentos e obter indivíduos recombinantes seria a principal saída para a geração de variabilidade (JANK *et al.*, 2008).

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).

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, 1956). 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).

Apesar das barreiras representadas pela apomixia e pelo nível de ploidia das plantas do gênero *Urochloa*, as três principais espécies utilizadas como forrageiras (*U. ruzizensis*, *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. ruzizensis* 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 do 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 várias cultivares híbridas de *Urochloa* disponíveis no mercado (Mulato II, BRS Ipyporã, Mavuno, Sabiá e Cayana), sendo provenientes de cruzamentos envolvendo duas ou três das espécies citadas.

3.3 Características agronômicas e avaliações

Resistencia ao déficit hídrico é uma característica cada vez mais requerida em programas de melhoramento genético de diversas culturas. Acredita-se que o aquecimento global pode modificar consideravelmente o clima de regiões tropicais com aumento da temperatura e redução e concentração das chuvas, fazendo com que as regiões limitantes ao cultivo em sequeiro se expandam. Para as gramíneas tropicais tem-se poucos estudos relacionados a seleção de genótipos tolerantes à seca, sobretudo no Brasil.

Ainda que as gramíneas do gênero *Urochloa* sejam consideradas tolerantes ao déficit hídrico, em condições de estresse as mesmas tendem a: diminuir a área foliar por meio da redução da expansão e número de folhas e aumento da senescência; aprofundar o sistema radicular; fechar os estômatos; realizar osmorregulação acumulando solutos como carboidratos, ácidos orgânicos, aminoácidos e íons inorgânicos; aumentar a deposição de cera na epiderme foliar; modificar plasticamente as folhas em termos de tamanho, anatomia e arranjo; modificar a estrutura da membrana celular; e alterar a atividade enzimática e a expressão genética (SANTOS *et al.*, 2013; BERTOLLI *et al.*, 2014; SANTOS *et al.*, 2014). Todos os fatores convergem no sentido de reduzir a produção de biomassa. As modificações fazem parte da resposta fisiológica desencadeada pela planta para se preservar em condições desfavoráveis que fazem com que haja uma redução da taxa fotossintética prejudicando a produtividade.

Souza *et al.* (2013) sugerem que a seleção deve priorizar plantas com menor tamanho e maior espessura de folhas, maior número de perfilhos e folhas, pois isso melhora balanço entre a taxa fotossintética e a taxa respiratória, além disso, também deve ser dado destaque a indivíduos que apresentem maior partição de biomassa para o sistema radicular. A osmorregulação e o aprofundamento do sistema radicular são mecanismos de adaptação ao estresse hídrico pois permitem maior capacidade exploratória do solo pelas raízes em busca de água e regula a perda pela abertura de estômatos. Em estudos de Santos *et al.* (2013) com restrições hídricas, estas características foram observadas no *U. brizantha* cv. Marandu e cv. BRS Piatã, onde no cv. Marandu verificou-se aumento da senescência da folha e redução da área foliar.

Estudo com *U. brizantha* cultivares Marandu e Paiaguás e com *U. decumbens* cultivar Basilisk foi realizado para verificar os mecanismos de tolerância e prevenção (escape) à desidratação (BELONI *et al.*, 2018). Os resultados do trabalho evidenciaram que o potencial de produção de biomassa das cultivares Marandu e Basilisk foi maior que o da cultivar Paiaguás em condições ótimas de umidade no solo. Por outro lado, sob condições de déficit hídrico, o alongamento (crescimento) das raízes das cultivares Marandu e Basilisk foi mais afetado que o da cultivar Paiaguás. De forma semelhante, o conteúdo relativo de água nos tecidos da Paiaguás se manteve maior após o período de reidratação. Entre as três, a cultivar Paiaguás apresentou maior capacidade de recuperação após o período de estresse evidenciando que, apesar da menor produção, essa planta se mostrou mais tolerante ao déficit hídrico e pode trazer benefícios para os sistemas de produção sob condições semiáridas e em zonas de transição.

A tolerância a seca é uma característica influenciada por diversos fatores, fisiológicos, anatômicos e morfológicos das plantas, o que dificulta a obtenção de metodologias para empregar em programas de melhoramento genético, devido à complexidade e a grande quantidade de características a serem avaliadas. Bertolli *et al.* (2014) propuseram que a análise estatística multivariada possa ser uma ferramenta adequada para quantificar respostas globais ao déficit hídrico, permitindo uma avaliação específica e parcialmente quantitativa dos genótipos em avaliação.

O desempenho agrônômico é usualmente 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). Do ponto de vista quantitativo, talvez a variável-resposta mais importante a ser quantificada seja a massa de forragem (MF) (PEDREIRA, 2002). Burns *et al.* (1989) afirmam que a MF é uma das quatro medições de importância, junto com massa de folhas verdes, qualidade da dieta, e densidade volumétrica ("bulk density") da forragem. De acordo com Frame (1981) em muitos experimentos envolvendo produção animal em pastagens, há falta de medições de MF. O que significa que informações importantes sobre os efeitos do manejo sobre o acúmulo e o consumo, simplesmente não são gerados, o que compromete a interpretação dos resultados.

Apesar de ser uma medida instantânea e pontual, a MF permite estimar respostas que integram períodos de tempo, como o acúmulo de forragem (AF) durante um dado intervalo de tempo ou a taxa média diária de acúmulo de forragem, quando o AF é dividido pelo número de dias de crescimento. Adicionalmente, a MF é necessária para cálculos de respostas importantes nos ensaios de pastejo, como a oferta de forragem (OF) (PEDREIRA, 2002).

A rebrota (REB) é uma característica obtida por meio de avaliações visuais 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). Outra característica é do vigor, é feita visualmente onde são atribuídas notas de 1 a 5 considerando, um ruim e cinco excelente (JANK *et al.*, 1997).

Comumente as plantas forrageiras resistentes as condições edafoclimáticas das regiões semiáridas tem correlação negativa com bom valor nutricional, o que se torna uma barreira para o melhoramento. Nesse sentido, a seleção de genótipos com maior proporção de folhas pode ser vantajosa. 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; LEMPP *et al.*, 2005).

Altura do dossel é outra característica avaliada sendo procedimento correlativo à avaliação visual. Mede-se a altura da forragem com uma régua em um grande número de estações e o resultado corresponde a altura média do dossel, podendo ser utilizada para caracterizar a parcela ou, ainda para estimar a MF. Segundo Souza *et al.* (2013) as seleções dos genótipos devem optar por plantas com menor tamanho e maior espessura de folhas, maior número de perfilhos e folhas e maior partição de biomassa para o sistema radicular.

Dependendo dos objetivos a serem melhorados e da disponibilidade de infraestrutura, é possível avaliar outras variáveis que envolvem fisiologia e morfologia das plantas forrageiras sob desfolha, como dinâmica e renovação de tecidos, incluindo medidas de acúmulo de crescimento e senescência, que geralmente são realizadas por meio de avaliação de partes específicas com marcações em plantas individuais (DAVIES, 1981). A sucessão e geração de perfilhos e densidade populacional em resposta a tratamentos é outro fator que se encaixa em marcações de plantas individuais (JEWISS *et al.*, 1993; HAY *et al.*, 2000).

Algumas avaliações podem servir para prever produtividade e persistência, sendo estas, composição botânica da pastagem (GRANT, 1981; WHALLEY; HARDY, 2000) teores de carboidratos não estruturais e outras reservas orgânicas (TROUGHTON, 1981; VOLENEC; NELSON, 1995) interceptação luminosa, assimilação fotossintética de carbono e outros parâmetros de arquitetura e estrutura da vegetação (ROBSON; SHEEHY, 1981; PARSONS, 1981; RHODES, 1981; LACA; LEMAIRE, 2000; RODERICK *et al.*, 2000).

Devido ao fato de as 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 a capacidade de repetição do desempenho de indivíduos superiores e o nível de dificuldade a ser enfrentado na seleção (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO 2012).

3.4 Ganhos diretos, indiretos e simultâneos

Para se conseguir genótipos realmente superiores, é necessário que este reúna, simultaneamente, uma série de características favoráveis que lhe confirmem rendimento elevado e que satisfaça tanto as exigências dos animais e dos produtores (facilidade de manejo).

Na seleção direta o melhorista está a princípio, interessado em conseguir ganhos em um único caráter sobre o qual ele praticará seleção. Nos processos de seleção recorrente são estabelecidas unidades (ou materiais genotípicos) de teste (X), provenientes de uma população-base, e unidades melhoradas (Y), resultantes da recombinação de unidade aparentadas com unidades de teste. De maneira generalizada o ganho de seleção pode ser estimado por princípios de regressão linear (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

Geralmente os diversos caracteres de importância econômica estão correlacionados entre si, em magnitude e sentidos variados. Isto impacta a seleção em um caráter e pode proporcionar alterações em outros, cujo sentido pode ou não ser de interesse para o melhoramento. Com isto, a quantificação dos efeitos indiretos da seleção de um ou vários caracteres sobre outros secundários será fundamental para que se consiga orientar programas de melhoramento em que se tenha material genético que reúna, simultaneamente, uma série de atributos favoráveis (CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2014).

A avaliação de magnitude da resposta correlacionada também tem sido de grande interesse quando se deseja obter ganhos em caracteres de grande importância, mas, por questões de complexidade, facilidade de identificação e, ou, mensuração, a seleção é praticada em caracteres auxiliares. A resposta esperada em um caráter Y, quando a seleção é aplicada sobre um caráter X, é definida pelo produto entre a resposta direta em X e o coeficiente de regressão dos valores genéticos de Y em função dos valores genéticos de X.

Assim, a resposta indireta proporciona ganhos superiores à resposta direta quando:

- a. O caráter principal (Y) apresenta baixa herdabilidade;
- b. O caráter auxiliar (X) apresenta alta herdabilidade;
- c. Há alta correlação genética entre os caracteres X e Y.

A seleção com base em uma, ou em poucas características, tem apresentado desvantagens, por direcionar a um resultado superior em relação apenas aos caracteres selecionados, mas com desempenho não tão favorável em relação aos vários outros caracteres

não considerados durante a seleção. Com base em uma ou algumas características pode gerar mudanças indesejáveis devido a correlações genéticas negativas entre eles (CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2014). Com isto, uma maneira de se aumentar a chance de êxito de um programa de melhoramento é por meio da seleção simultânea de um conjunto de caracteres de importância econômica, que já são comuns em programas de melhoramento, como os de *Urochloa* (SILVA; VIANA, 2012).

Diante disso os índices de seleção parecem ser uma opção eficiente, pois permitem combinar as múltiplas informações contidas na unidade experimental, de modo que seja possível a seleção com base em um complexo de variáveis que reúna vários atributos de interesse econômico. Dessa forma, são obtidos genótipos com padrões desejados para diferentes características de forma mais rápida e eficiente (PIEPHO *et al.*, 2008). Assim o índice de seleção constitui-se em um caráter adicional, estabelecido pela combinação linear ótima de vários caracteres, que permite efetuar, com eficiência, a seleção simultânea (CRUZ; CARNEIRO, 2012).

Atualmente, existem várias propostas para obtenção de índices, um deles é o índice com base em Soma de Postos (ou Ranks), proposto por Mulamba e Mock (1978). Esse índice consiste em classificar os materiais genéticos em relação a cada um dos caracteres, em ordem favorável ao melhoramento. Uma vez classificados, são somadas as ordens ou postos de cada material genético referente a cada caráter, resultando em uma medida adicional tomada como índice de seleção. O posterior ranqueamento com base nessa medida adicional permite identificar os indivíduos que estiveram mais vezes em postos mais altos de características de interesse para o melhoramento.

3.5 Forragicultura na Região Semiárida

As regiões semiáridas da Terra, a maioria das quais se situa entre os trópicos de Câncer e de Capricórnio, são aquelas em que o aporte de água pelas precipitações é inferior às perdas por evaporação e transpiração vegetal. Essas áreas compreendem 1/3 das massas continentais do planeta – cerca de 5,0 bilhões de hectares – abrigam 1,0 bilhão de pessoas e são responsáveis por 22% da produção de alimentos mundial (ARAÚJO FILHO, 2013). No Brasil, as regiões semiáridas ocupam uma área aproximada de 969.589,4 km² o que corresponde a 60% do Nordeste (DOS SANTOS *et al.*, 2016).

O ambiente semiárido caracteriza-se por zonas onde a precipitação anual varia entre 300 e 800 mm, com uma evapotranspiração potencial que pode alcançar os 2.700 mm anuais. O regime pluvial é caracterizado por duas estações: uma úmida, com duração de 3-4 meses, quando ocorrem cerca de 80% das precipitações anuais; a outra seca, que se estende pelos meses restantes do ano.

O clima é megatérmico e isotérmico, com média anual entre 25 e 31°C, sendo os meses de junho e julho os mais frios. A umidade relativa do ar flutua de 40-50%, na época seca, a 80-90% no período das chuvas (ARAÚJO FILHO, 2013). Esse nível de precipitação é limitante ao

cultivo da maior parte das forrageiras de clima tropical, que exigem ao menos 1.000 mm de chuva para bom nível de crescimento.

De acordo com Araújo Filho (2013) os solos que recobrem a área do Semiárido apresentam condições químicas adequadas, mas apresentam, na maioria das vezes, sérias restrições físicas em razão de sua pouca profundidade, afloramentos rochosos e presença de pedimentos, que são áreas planas de capeamentos de cascalho ou seixos rolados. Todas apresentam um problema comum, isto é, estão em fase acelerada de erosão, com a taxa média de 29,7%. Seis classes destacam-se pela área de cobertura, que corresponde a 86,6% da área do Semiárido: planossolos háplicos, neossolos quartzarênicos, luvissolos crômicos órticos, argissolos, latossolos e neossolos litólicos.

As características peculiares do clima e da geologia do Semiárido brasileiro provavelmente podem ser apontadas como responsáveis pela existência de baixas reservas hídricas, tanto superficiais como subterrâneas, na maioria das vezes de acesso difícil e com elevados teores de salinidade (ARAÚJO FILHO, 2013).

Cirilo (2008) destacou que as características climáticas e socioeconômicas destas regiões requerem tecnologias específicas de utilização e conservação dos recursos hídricos, em que é preciso analisar as alternativas de obtenção de água para usos diversos. Dentro dessa realidade, as comunidades rurais, em sua grande maioria, realizam a agricultura de sequeiro, sujeita à ocorrência de chuvas irregulares no tempo e no espaço.

A pecuária, em função de sua maior capacidade de adaptação à seca que as explorações agrícolas, representa uma das mais importantes atividades do agronegócio no semiárido brasileiro e tem se constituído num dos principais fatores para a garantia da segurança alimentar das famílias rurais e geração de emprego e renda (LIMA, 2009). Nesse sentido, a atividade rural tradicional desse ambiente consiste na pecuária extensiva com plantas pouco produtivas que limitam desempenho dos animais (ANTONINO *et al.*, 2005; SIETZ *et al.*, 2006). Essa prática aumentou a pressão sobre os recursos naturais e levou ao superpastejo, perda de vegetação natural, erosão do solo, e degradação da paisagem com declínio da produção agrícola (LEAL *et al.*, 2005; SIETZ *et al.*, 2006).

Como alternativa à utilização de pastagens naturais e nativas da Caatinga, tem se proposto o estabelecimento de áreas de pastagens cultivadas. Essa estratégia é capaz de elevar a produtividade em relação aos campos nativos, mas depende de recursos genéticos comprovadamente adaptados.

Impactos econômicos e sociais negativos foram observados recentemente na seca mais severa de 2010 até 2013 em todo o Brasil, principalmente em regiões semiáridas e zonas de transição (GUTIÉRREZ *et al.*, 2014). Como a variabilidade do clima e as mudanças futuras afetam especialmente agricultura não irrigada, pequenos agricultores de subsistência dependem altamente da disponibilidade de água e são mais propensos a depressão econômica durante os anos de seca (KROL *et al.*, 2007; LINDOSO *et al.*, 2014).

3.6 Referências

- ALVAREZ, Elizabeth 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.
- ANTONINO, A. C. D. et al. Subirrigação de áreas adjacentes a pequenos reservatórios na região semiárida do Nordeste do Brasil: monitoramento e balanço hídrico. **Gestão agrícola da água**, v. 73, n. 2, p. 131-147, 2005.
- ARAÚJO, A. C. G. et al. Identificação de acessos de *Brachiaria* com interesse ao estudo da apomixia facultativa. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2004.
- ARAÚJO FILHO, J. C. et al. Funcionalidade dos atributos do solo e eutrofização da água no entorno do reservatório de Itaparica, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 9, p. 1005-1013, 2013.
- AZEVEDO, A. L. S. et al. High degree of genetic diversity among genotypes of the forage grass *Brachiaria ruziziensis* (Poaceae) detected with ISSR markers. **Genet. Mol. Res**, v. 10, n. 4, p. 3530-3538, 2011.
- BELONI, Tatiane et al. Large variability in drought survival among *Urochloa* spp. cultivars. **Grass and Forage Science**, v. 73, n. 4, p. 947-957, 2018.
- BERTOLLI, S. C.; MAZZAFERA, P.; SOUZA, G. M. Why is it so difficult to identify a single indicator of water stress in plants? A proposal for a multivariate analysis to assess emergent properties. **Plant biology**, v. 16, n. 3, p. 578-585, 2014.
- BURNS, J. C.; LIPPKE, H.; FISHER, D. S. The relationship of herbage mass and characteristics to animal responses in grazing experiments. **Grazing research: Design, methodology, and analysis**, v. 16, p. 7-19, 1989.
- CIRILO, José Almir. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 61-82, 2008.
- CREVELARI, Jocarla Ambrosim; DURÃES, Nayara Norrene Lacerda; PEREIRA, Messias Gonzaga. Prediction of genetic gains and correlations in corn hybrids for silage. **Australian Journal of Crop Science**, v. 11, n. 11, p. 1411-1417, 2017.
- CRISPIM, Sandra Mara Araújo; DOMINGOS BRANCO, O. Aspectos gerais das braquiárias e suas características na sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS. **Embrapa Pantanal-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2002.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Ed. UFV, 2012. v. 4, 480 p.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos relativos ao melhoramento genético: volume 2**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, UFV, 2014.
- COMBES, D. et al. 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. 782-5, 1970.
- DAVIES, A. Tissue turnover in the sward. In 'Sward measurement handbook'. 2nd edn (Eds A Davies, RD Baker, SA Grant, AS Laidlaw) pp. 183–216. **British Grassland Society: Hurley, UK**, 1993.
- DARLINGTON, Cyril Dean et al. Chromosome atlas of flowering plants. **Chromosome atlas of flowering plants**, n. 2nd Ed, 1956.
- DOS SANTOS, Sylvana Melo; DE PAIVA, Anderson Luiz Ribeiro; DA SILVA, Valdemir Ferreira. Qualidade da água em barragem subterrânea no semiárido. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, n. 3, p. 651, 2016.

- DIM, Valdinéia Patricia 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, p. 10-22, 2015.
- FELISMINO, Mariana Ferrari; PAGLIARINI, Maria Suely; VALLE, Cacilda Borges do. Meiotic behavior of interspecific hybrids between artificially tetraploidized sexual *Brachiaria ruziziensis* and tetraploid apomictic *B. brizantha* (Poaceae). **Scientia Agricola**, v. 67, p. 191-197, 2010.
- FONSECA, D. M. ; MARTUSCELLO, J. A. **Plantas forrageiras**. 2ed. Viçosa: Editora UFV. 2022.
- FREITAS, Fabrício Paiva de 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.
- FRAME, J. *et al.* Sward measurement handbook. British Grassland Society/Grassland **Research Institute**, Hurley, Maidenhead, Berkshire, UK. p. 39-69, 1981.
- GRANT, S. Sward components. In: HODGSON, J.; BAKER, R.D.; DAVIES, A.; LAIDLAW, A.S.; LEAVER, J.D. (eds.) **Sward measurement handbook. British Grassland Society/Grassland Research Institute**, Hurley, Maidenhead, Berkshire, UK. p. 71-92 1981
- GUTIÉRREZ, Ana Paula A. et al. Drought preparedness in Brazil. **Weather and Climate Extremes**, v. 3, p. 95-106, 2014.
- HAY, M. J. M. *et al.* Plant population dynamics in grasslands. **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**, p. 123-149, 2000.
- HOJITO, S. Plant exploration, collection and introduction from Africa. **Nekken shiryo**, v. 58, p. 120, 1982.
- JANK, Liana *et al.* **Catálogo de caracterização e avaliação de germoplasma de Panicum maximum: descrição morfológica e comportamento agrônômico**. Campo Grande, MS: EMBRAPA-CNPQC, 1997., 1997.
- JANK, Liana et al. The value of improved pastures to Brazilian beef production. **Crop and Pasture Science**, v. 65, n. 11, p. 1132-1137, 2014.
- JEWISS, O. R. Shoot development and number. **Sward measurement handbook**, p. 99-120, 1993.
- KELLER-GREIN, G.; MAASS, B. L.; HANSON, J. Natural variation in *Brachiaria* and existing germplasm collections. **Brachiaria: biology, agronomy, and improvement**, v. 45, p. 16-42, 1996.
- 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. s1, p. 79-88, 2013.
- KROL, Maarten S.; BRONSTERT, Axel. Regional integrated modelling of climate change impacts on natural resources and resource usage in semi-arid Northeast Brazil. **Environmental Modelling & Software**, v. 22, n. 2, p. 259-268, 2007.
- LACA, E.A.; LEMAIRE, G. Measuring sward structure. In: MANNETJE, L.'T.; JONES, R.M. (eds.) **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**. CAB International, Wallingford, UK. p.103-121, 2000.
- LANDAU, Elena Charlotte; RESENDE, R. M. S.; MATOS NETO, F. da C. Evolução da área ocupada por pastagens. **Embrapa Milho e Sorgo-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2020.
- LEAL, Inara R. *et al.* Changing the course of biodiversity conservation in the Caatinga of northeastern Brazil. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 701-706, 2005.
- LEMPPE, B. *et al.* Efecto de niveles de radiación solar incidente en tres variedades de *Panicum maximum*. In: Reunión de La Asociación Latinoamericana de Producción Animal, 19., 2005, Tampico, México. **Anais...** Tamaulipas: Asociación Latinoamericana de Producción Animal: Universidade Autonoma de Tamaulipas, 2005. CD-ROM.

- LIMA, G. F. C. Reservas estratégicas de forragem de boa qualidade para bovinos leiteiros. **Bovinocultura Leiteira: informações técnicas e de gestão**. SEBRAE/RN, Natal. **320p**, p. 11-35, 2009.
- LINDOSO, Diego Pereira et al. Integrated assessment of smallholder farming's vulnerability to drought in the Brazilian Semi-arid: a case study in Ceará. **Climatic Change**, v. 127, n. 1, p. 93-105, 2014.
- MARTUSCELLO, Janaina Azevedo *et al.* Repeatability of agronomic characters in *Brachiaria brizantha* cultivars. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 1, p. 30-35, 2013.
- MENDONÇA, Veridiana Zocoler de *et al.* Liberação de nutrientes da palhada de forrageiras consorciadas com milho e sucessão com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 183-193, 2015.
- MILES, John W.; CARDONA, C.; SOTELO, Guillermo. Recurrent selection in a synthetic brachiariagrass population improves resistance to three spittlebug species. **Crop Science**, v. 46, n. 3, p. 1088-1093, 2006.
- MONTEIRO, Lenise Castilho *et al.* *Brachiaria decumbens* intraspecific hybrids: characterization and selection for seed production. **Journal of Seed Science**, v. 38, p. 62-67, 2016.
- 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.
- PARSONS, A. J. Carbon exchange and assimilate partitioning. In: HODGSON, J.; BAKER, R.D.; DAVIES, A.; LAIDLAW, A.S. & LEAVER, J.D. (eds.) **Sward measurement handbook**. **British Grassland Society/Grassland Research Institute**, Hurley, Maidenhead, Berkshire, UK. p. 209-227. 1981.
- PEDREIRA, C. G. S. Avanços metodológicos na avaliação de pastagens. **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 100-150, 2002.
- PEREIRA, Roselaine Cristina *et al.* Duplicação cromossômica de gramíneas forrageiras: uma alternativa para programas de melhoramento genético. **Ciência Rural**, v. 42, p. 1278-1285, 2012.
- PIEPHO, H. P.; MOHRING, J.; MELCHINGER, E. A. E.; BUCHSE, A. Blup para seleção fenotípica no melhoramento e variedade de plantas testando. **Euphytica**, v. 161, p. 209-228, 2008.
- RODERICK, M. L. et al. Remote sensing in vegetation and animal studies. **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**, p. 205-225, 2000.
- RHODES, I. Canopy structure. In: HODGSON, J.; BAKER, R.D.; DAVIES, A.; LAIDLAW, A.S.; LEAVER, J.D. (eds.) **Sward measurement handbook**. **British Grassland Society/Grassland Research Institute**, Hurley, Maidenhead, Berkshire, UK. p. 141-158, 1981.
- RESENDE, Rosângela Maria Simeão et al. Selection efficiency in *Brachiaria* hybrids using a posteriori blocking. **Embrapa Florestas-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2007.
- RESENDE, R. M. S.; VALLE, C. B. D.; JANK., L. **Melhoramento de forrageiras tropicais**. Campo Grande: EMBRAPA Gado de Corte., 2008.
- RIET-CORREA, Beatriz et al. *Brachiaria* spp. poisoning of ruminants in Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, n. 3, p. 183-192, 2011.
- ROBSON, M. J.; SHEEHY, J.E. Leaf area and light interception. In: HODGSON, J.; BAKER, R.D.; DAVIES, A.; LAIDLAW, A.S.; LEAVER, J.D. (eds.) **Sward measurement handbook**. **British Grassland Society/Grassland Research Institute**, Hurley, Maidenhead, Berkshire, UK. p. 115-139, 1981.
- ROCHA, JE da S. Melhoramento vegetal e recursos genéticos forrageiros. **Embrapa Caprinos e Ovinos-Documentos (INFOTECA-E)**, 2014.
- SANTOS, Patricia Menezes et al. Response mechanisms of *Brachiaria brizantha* cultivars to water deficit stress. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 11, p. 767-773, 2013.

- SANTOS, Orlando Oliveira *et al.* Ecophysiological performance of maize, sorghum and brachiaria under water deficit and rehydration. **Bragantia**, v. 73, p. 203-212, 2014.
- SIETZ, D. *et al.* Smallholder agriculture in Northeast Brazil: assessing heterogeneous human-environmental dynamics. **Regional Environmental Change**, v. 6, n. 3, p. 132-146, 2006.
- 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, 2017.
- SILVA, Marcelo Geraldo de Moraes; VIANA, Alexandre Pio. Alternativas de seleção em população de maracujazeiro-azedo sob seleção recorrente intrapopulacional. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 2, p. 525-531, 2012.
- DE SOUZA, Francisco Humberto Dübbern; MATTA, F. de P.; FÁVERO, Alessandra Pereira. Construção de ideótipos de gramíneas para usos diversos. **Embrapa Pecuária Sudeste-Livro científico (ALICE)**, 2013.
- SOUZA SOBRINHO, Fausto *et al.* Agronomic traits repeatability and number of cuts needed for selecting *Urochloa ruziziensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 6, p. 579-584, 2010.
- TRINIUS, Carl Bernhard *et al.* Panicearum genera, retractavit speciebusque compluribus. 1834.
- TROUGHTON, A. Root mass and distribution. In: HODGSON, J.; BAKER, R.D.; DAVIES, A.; LAIDLAW, A.S.; LEAVER, J.D. (eds.) **Sward measurement handbook**. British Grassland Society/Grassland Research Institute, Hurley, Maidenhead, Berkshire, UK. p. 159-177, 1981.
- VALLE, Cacilda Borges; JANK, Liana; RESENDE, Rosangela Maria Simeão. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. **Revista Ceres**, v. 56, n. 4, p. 460-472, 2009.
- VALLE, C. B. *et al.* Gênero *Brachiaria*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO J. A. (ed.). **Plantas forrageiras**. Viçosa: Ed. UFV. cap. 2, p. 30-77, 2010.
- VALLE, Cacilda Borges. Coleção de germoplasma de espécies de *Brachiaria* no CIAT: estudos básicos visando ao melhoramento genético. **Embrapa Gado de Corte-Documents (INFOTECA-E)**, 1990.
- VALLE, C. B. *et al.* Selecting new *Brachiaria* for Brazilian pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., São Pedro. Proceedings. Piracicaba: Escola superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", p.13-14, 2001.
- VASCONCELOS, Edmar Soares de *et al.* Estimativas de ganho genético por diferentes critérios de seleção em genótipos de alfafa. **Revista Ceres**, v. 57, p. 205-210, 2010.
- VOLENEC, J. J.; NELSON, C. J. Forage crop management: Application of emerging technologies. **Forages: The science of grassland agriculture**, v. 3, p. 3-20, 1995.
- WHALLEY, R. D. B. *et al.* Measuring botanical composition of grasslands. **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**, p. 67-102, 2000.

4 ARTIGO

4.1 Artigo 1 - Ganhos diretos, indiretos e simultâneos com a seleção de características agrônômicas em genótipos de *Urochloa spp*

Este artigo foi elaborado e submetido na Revista Ciência Rural.

RESUMO

Objetivou-se avaliar ganhos diretos, indiretos e simultâneos com a seleção de características agronômicas em genótipos do gênero *Urochloa spp.* e recomendar os indivíduos superiores utilizando índice de seleção. Foram avaliados 25 genótipos experimentais do gênero *Urochloa spp.* e duas testemunhas comerciais, a *Urochloa brizantha* cv. Marandu e a cultivar híbrida Mulato II. O delineamento foi em blocos ao acaso, com três repetições, em dois anos agrícolas de avaliações (2018-2019 e 2019-2020). O índice de Mulamba e Mock foi utilizado para obtenção dos ganhos simultâneos. Houve variância genotípica significativa para massa seca total e de folhas, altura, rebrota, porcentagem de folhas e produção na seca. O coeficiente de variação residual foi maior que o genotípico para todas as características, o que resultou em coeficientes de variação relativos inferiores a 1. A seleção direta da massa seca total e de folhas resultou em ganhos indiretos positivos na maior parte das características, exceto para a relação folha:colmo. O maior ganho direto com a seleção foi observado para produção na seca, que foi positivamente correlacionada com massa seca total e massa seca de folhas. As variáveis massa seca total e de folhas, rebrota e forragem na seca aprestam maiores ganhos diretos com a seleção. Os genótipos T1712, T1709, T1708, Mulato II e BARG153 são mais adaptados ao uso na região.

Termos para indexação: Correlação genética, estacionalidade da produção, índice de seleção, massa de folhas, valor genético.

ABSTRACT

The objective was to evaluate direct, indirect and simultaneous gains of genotypes of the genus *Urochloa spp.* as to agronomic characteristics in semiarid region and recommend the best genotypes. 27 genotypes of the genus *Urochloa spp.* including two control, *Urochloa brizantha* 'Marandu' and the Mulato II hybrid cultivar. The design was in randomized blocks, with three replications, in two agricultural years of evaluations (2018-2019 and 2019-2020). Direct, indirect and simultaneous gains with the selection were estimated. To obtain the simultaneous gains, two indexes were used based on the methodology of Mulamba and Mock. There was significant genotypic variance for total dry weight, dry leaf weight, height, regrowth, percentage of leaves and production in the dry season. All values of the residual variation coefficient were higher than the genotypic variation coefficient, which resulted in relative variation coefficients below 1. The direct selection of the total dry mass and leaves resulted in positive indirect gains in most of the characteristics, except for the leaf: stem ratio. The greatest direct gain with the selection was observed for production in the dry season, which was positively correlated with total dry matter and leaf dry matter. The variables total and leaf dry mass, regrowth and forage in the drought provide greater direct gains with selection. Individuals T1712, T1709, T1708, Mulato II and BARG153 are more adapted to use in the region.

Index terms: Forage seasonality, genetic correlation, genetic value, leaf mass, selection index

INTRODUÇÃO

As regiões semiáridas são caracterizadas por pluviosidade que varia de 300 a 800 mm e períodos de estiagem prolongados (MONTENEGRO & RAGAB, 2012). As grandes flutuações no clima e condições meteorológica extremas dessas regiões tornam o ambiente mais desafiador à produção animal em pastagens (GUTIÉRREZ et al., 2014). Ademais, a pecuária é a principal atividade desenvolvida em ambientes com restrições hídricas, pois utiliza plantas nativas e animais rústicos que proporcionam menores perdas em anos de intensa irregularidade (COUTINHO et al., 2013).

Apesar da adaptação dos recursos forrageiros nativos, o aumento de produtividade nessas regiões pode ser conseguido por meio da utilização de plantas exóticas adaptadas. As espécies do gênero *Urochloa spp.*, principalmente *U. brizantha*, *U. decumbens*, e *U. ruziziensis*, são consideradas pouco adaptadas ao ambiente semiárido e zonas de transição, mas a possibilidade de cruzamentos interespecíficos pode gerar variabilidade capaz de permitir a seleção de indivíduos mais adaptados ou menos sensíveis ao estresse hídrico. Estas três espécies fazem parte de complexo agâmico, sendo intercruzáveis e capazes de produzir descendência fértil (DO VALLE et al., 2013). Segundo Buxton & Fales (1994) e Keller-Grein et al. (1996) as espécies de *Urochloa* apresentam vasta diversidade morfológica e fenológica como limites taxonômicos pouco definidos, se desenvolvendo em diferentes habitats, como savanas, regiões inundadas ou desérticas.

Portanto, a seleção de genótipos de forrageiras do gênero *Urochloa spp.* mais adaptados a ambientes semiáridos e zonas de transição se torna ferramenta de grande importância para o aumento de produtividade animal. A avaliação de características agronômicas como a produção total e de folhas e características estruturais podem indicar a adaptação de indivíduos, mediante resposta positiva em condições ambientais desafiadoras. Assim, o melhoramento, possibilita aos produtores mais opções de plantas adaptadas que poderão aumentar a diversificação das pastagens, reduzindo a vulnerabilidade genética e o processo de degradação, já que a falta de adaptação é uma das principais causas da morte das forrageiras.

Assim, objetivou-se estimar os ganhos diretos, indiretos e simultâneos de genótipos do gênero *Urochloa spp.* quanto a características agronômicas em região semiárida e recomendar os indivíduos superiores com base em ranqueamento por índice de seleção.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em Montes Claros, em área experimental localizada nas coordenadas 16°40'3.17", de latitude sul, 43°50'40.97", de longitude oeste, a 598 metros de altitude. O clima da região, segundo Alvares et al. (2013) 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. Apesar da classificação climática acima, a região encontra-se em zona limítrofe ao semiárido e possui irregularidade climática característica. Durante o período experimental, os dados climáticos foram coletados em estação

meteorológica localizada a aproximadamente 800 m da área experimental, por meio do INMET (Figura 1).

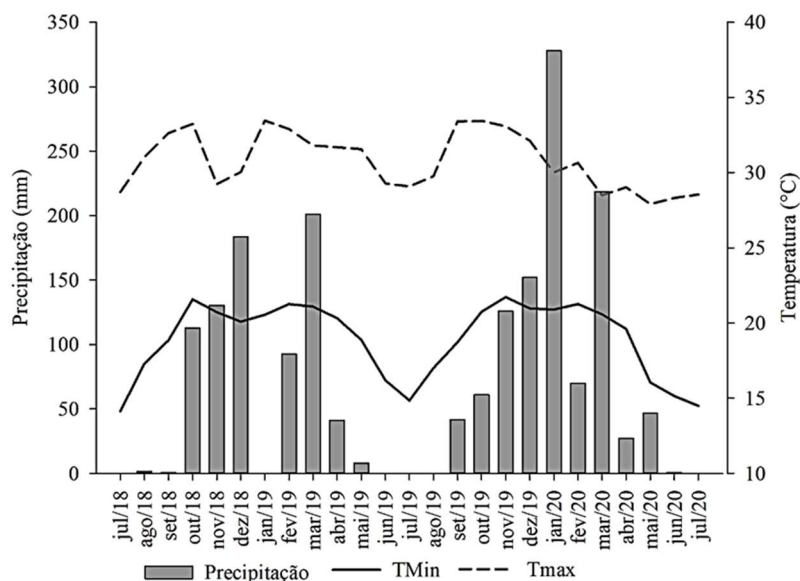


Figura 1: Temperatura média (°C) e precipitação (mm) para o período de julho/2018 a julho/2020 no Instituto de Ciências Agrárias da UFMG.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 27 tratamentos (genótipos) e três repetições, sendo as plantas avaliadas ao longo de dois anos agrícolas (2018 - 2019 e 2019 - 2020). Os genótipos experimentais incluíam plantas da espécie *Urochloa brizantha* e híbridos interespecíficos entre as espécies *U. brizantha* e *U. ruziziensis*, sendo considerados como clones não aparentados.

Foram avaliados 25 genótipos experimentais do gênero *Urochloa spp.* e duas testemunhas comerciais a *Urochloa brizantha* cv. Marandu e a cultivar híbrida de *Urochloa spp.* Mulato II, ambas inscritas no Registro Nacional de Cultivares (RNC). Já os 25 genótipos experimentais são provenientes de programa de melhoramento da Barenbrug do Brasil e receberam as seguintes identificações T1510, T1529, T1702, T1703, T1704, T1705, T1706, T1707, T1708, T1709, T1710, T1711, T1712, T1713, T1714, T1715, T1716, T1530, T1531, BARG152 (Sabiá), BARG153, BARG154 (Cayana), BARG155, BARG156, BARG171, BARG172, BARG173.

Coletaram-se amostras de solo para caracterização do perfil químico e físico na camada 0-20 cm. O solo foi classificado como Cambissolo Háplico (SANTOS et al., 2018) e apresentou as seguintes características: pH = 7,4; P-Mehlic = 10,25 mg dm⁻³; P-remanescente = 12,75 mg dm⁻³; K⁺ = 126,00 mg dm⁻³; Ca⁺ = 9,4 cmoc dm⁻³; Mg⁺² = 2,30 cmoc dm⁻³; Al⁺³ = 0,0 cmoc dm⁻³; H⁺ + Al⁺³ = 0,96 cmoc dm⁻³; SB = 12,12 cmoc dm⁻³; t = 12,12 cmoc dm⁻³; m (%) = 0,0; T = 13,08 cmoc dm⁻³; V (%) = 93,0 cmoc dm⁻³; Matéria orgânica = 29,3 g kg⁻¹; Areia grossa = 17,0 g kg⁻¹; Areia fina = 13,3 g kg⁻¹; Silte = 48,00 g kg⁻¹; Argila = 28,00 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 no estabelecimento.

O solo foi submetido à gradagem e, posteriormente, foram feitos sulcos com o cultivador. A semeadura e a adubação fosfatada foram realizadas manualmente no sulco. Após 30 dias da semeadura foi realizada uma adubação nitrogenada equivalente a 50 kg ha^{-1} de N na forma de ureia. Não foi necessária a correção de potássio. A semeadura foi realizada em dezembro de 2017. Após a primeira tentativa de estabelecimento, houve baixo número de plantas germinadas, o que levou a necessidade de um replantio para estabelecimento das plantas nos espaços vazios realizado em março de 2018.

Em decorrência da reduzida quantidade de sementes e do avanço do período chuvoso no momento do replantio, optou-se por produzir as mudas de reposição 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 e, posteriormente, as falhas do plantio anterior. As plantas foram irrigadas durante o período de estabelecimento e até o início do período chuvoso subsequente, onde deu início dos cortes avaliativos e a irrigação foi suspensa.

Os genótipos foram estabelecidos pelo método convencional em parcelas de $6,0 \times 4,0$ m, espaçadas entre si por 1,0 m (Figura 2). Já entre os blocos, o espaçamento foi de 4 m conforme critérios exigidos pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento para instalação de Ensaios de Valor de Cultivo e Uso sob corte, segundo a INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 30, DE 21 DE MAIO DE 2008.



Figura 2: Vista fotográfica do campo experimental no ano de 2020 no Instituto de Ciências Agrárias da UFMG. O retângulo em vermelho indica a área total do experimento e os quadrados separados por linha amarela os três blocos. Fonte: Do Autor, 2021

O controle de plantas daninhas de folha larga dentro da parcela foi realizado utilizando herbicida à base de 2,4-D a 860 g 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 960 g L^{-1} nos espaços vazios entre as parcelas e entre blocos.

O corte de uniformização foi realizado em julho de 2018, momento no qual a irrigação foi suspensa. Os cortes avaliativos foram realizados em intervalos regulares de 30 dias durante o período das águas. Já no período da seca, os cortes foram realizados com intervalos de 90 dias. Assim, foram realizados cortes nas seguintes datas: 18/10/2018, 18/11/2018, 18/12/2018, 18/01/2019, 18/02/2019, 18/03/2019, 18/04/2019, 18/07/2019, 18/10/2019, 18/11/2019, 18/12/2019, 18/01/2020, 18/02/2020, 18/03/2020, 18/04/2020 e 18/07/2020. No total foram realizadas 16 colheitas, sendo 12 no período chuvoso e 4 no período seco.

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. No dia anterior ao corte, as parcelas foram avaliadas quanto a altura por meio de régua graduada, com prato de papelão de 30 x 30 cm. Foram medidos 10 pontos aleatórios dentro da área útil.

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 uma para a determinação do teor de matéria seca (%MS) e outra para a separação dos componentes morfológicos. De posse da PMF e da %MS, foi estimada a produção de massa seca por corte. A segunda amostra foi separada nos componentes morfológicos lâminas foliares, colmos + bainhas e material morto e, depois, levada a estufa de circulação forçada de ar para determinar o peso seco e participação relativa de cada componente na composição morfológica da forragem. Com estes dados foram estimadas as 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 verdes e o peso seco de colmos verdes.

O acúmulo anual de massa seca de forragem (MST) foi obtido pela soma da forragem colhida em cada corte ao longo de cada um dos anos de avaliação. Já o valor médio das porcentagens de folhas, colmo, matéria morta foram estimados por meio de média ponderada em função do nível de produtividade de massa seca em cada corte.

A adaptação a condições de deficiência hídrica foi obtida por meio da produção de forragem na seca (P-SECA em kg ha⁻¹) e da estacionalidade da produção (ESTAC em %). A P-SECA foi obtida pela soma dos cortes realizados nos meses de julho (crescimento de maio a julho) e outubro (crescimento de agosto a outubro). Já a estacionalidade da produção foi estimada pelo quociente entre a P-SECA e a MST.

Aos 7 dias após o corte, as parcelas foram avaliadas quanto à capacidade de rebrota, por meio da atribuição de notas combinadas da porcentagem de perfilhos rebrotados e da velocidade de rebrotação. Para porcentagem, foram atribuídas notas de 1 a 5, sendo 1 baixa e 5 alta porcentagem de perfilhos rebrotados. Já para velocidade de rebrotação (avaliada pela altura das brotações após o corte), foram atribuídas as notas baixa (-1), média (0) e alta (+1) segundo Jank et al. (1997).

Foram estimados os ganhos diretos, indiretos e simultâneos com a seleção. Para obtenção dos ganhos simultâneos, foram utilizados dois índices baseados na metodologia de Mulamba e Mock (1978). O índice 1 (GS1) foi baseado na seleção positiva para todas as

características do estudo. Já o índice 2 (GS2) foi baseado apenas na seleção para MST, MSF, %FOL e P-SECA.

Os parâmetros e valores genéticos e foram estimados por meio do modelo misto:

$$y = X\beta + Zg + Wp + e,$$

Onde y é o vetor das observações; β é o vetor dos efeitos combinados de ano de avaliação (medição) e bloco (assumidos como fixos), somados à média geral; g é o vetor de efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios); p é o vetor dos efeitos de ambiente permanente (parcelas); e é o vetor de resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos. Já as correlações genéticas foram estimadas com base nos valores genéticos preditos com o respectivo modelo.

A significância dos parâmetros genéticos foi testada por meio do teste da razão de verossimilhança, que utiliza o teste qui-quadrado com 1 grau de liberdade. Já a significância das correlações genéticas foi obtida por meio de teste t , a 1 e 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas por meio do software SELEGEN-REML/BLUP (RESENDE, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variância genotípica (V_g) foi significativa para as variáveis acúmulo anual de massa seca de forragem (MST – kg ha^{-1}), massa seca de folhas (MSF – kg ha^{-1}), altura de planta (cm), rebrota, %FOL (porcentagem de folhas) e produção na seca (P-SECA – kg ha^{-1}) (Tabela 1). Já a V_g das variáveis relação folha:colmo (RFC) e estacionalidade da produção (ESTAC - % na seca) não diferiu estatisticamente de zero, indicando ausência de variação significativa entre os genótipos. A presença de variabilidade genética é a condição mínima para que seja realizada seleção entre genótipos e indica que pode haver genótipos mais adaptados a esse tipo de ambiente.

As variáveis RFC e ESTAC também podem estar associadas ao maior efeito ambiental que genético, conforme pode ser observado nos baixos valores de coeficiente de variação relativo (CV_g/CV_e), herdabilidade individual (h_g^2), herdabilidade de média (h_{mg}^2) e repetibilidade (r) (Tabela 1), sendo os menores observados no estudo. O coeficiente de variação genético (CV_g) da RFC foi o maior do estudo, contudo, seu coeficiente de variação residual (CV_e) também foi elevado, levando ao baixo CV_g/CV_e . Isso implica que a RFC está sob grande influência do ambiente e do manejo. Isso também pôde ser observado no alto coeficiente de variação residual (CV_e).

Os coeficientes h_{mg}^2 , CV_g/CV_e e r foram maiores para a variável ALTURA (Tabela 1), o que indica um elevado controle genético da característica. A altura é um dos caracteres mais importantes no manejo das pastagens, visto que menores alturas em plantas de crescimento cespitoso ereto e porte grande podem melhorar a sua flexibilidade de manejo. Nesse sentido, há possibilidade de maiores ganhos com a seleção em estudos onde o foco seja a redução da altura

com vistas a obter plantas com facilidade de manejo. Souza Sobrinho et al. (2010) afirmaram que o coeficiente de repetibilidade de ALTURA em híbridos de *Urochloa ruziziensis* varia entre 0,31 e 0,38 conforme metodologia de análise de variância e componentes principais, valores abaixo do encontrado neste experimento. Já Braz et al. (2015) obtiveram de 0,607 e 0,654 em híbridos da espécie de *M. maximus*, conforme diferentes métodos de estimativas da repetibilidade. O coeficiente de repetibilidade corresponde à variância genética em confundimento com a variância de ambiente permanente (CRUZ et al., 2004). Portanto, quanto menor for o valor da variância de ambiente permanente, mais próximos serão os coeficientes de repetibilidade e herdabilidade individual.

As estimativas de h_{mg}^2 foram de 61,88% para MST, 57,16% para MSF, 71,5% para REBROTA e 72,10% para %FOL, sendo esse último o maior do estudo, demonstrando uma maior chance de selecionar progênies superiores para essas características agrônômicas. Figueiredo et al. (2012) reportaram que a herdabilidade para características de massa e de rebrota apresentam valores próximos a 59% em progênies de *Urochloa humidicola*. Valores parecidos de h_{mg}^2 foram observados por Basso et al. (2009) em *Urochloa brizantha*, para quais foram encontradas estimativas variando de 64% a 97% para MSF; 73% a 96% para %FOL e 43% a 92% para REBROTA. Resende et al. (2007) obtiveram h_{mg}^2 de 42% para P-SECA, em avaliações com híbridos de *Urochloa spp*, o que convergiu com o valor observado nesse experimento, que foi de 47,53%.

Os valores para variância de ambiente permanente (V_{perm}), foram baixos e não significativos. A V_{perm} corresponde a variação residual que não pode ser explicada pela alternância entre as medidas repetidas. Braz et al. (2011) em estudos com progênies de *P. maximum* obtiveram resultados de V_{perm} menores para as variáveis MST e MSF, com valor de 0,24 para ambas as características. Os baixos valores de V_{perm} levaram a valores de coeficiente de determinação de ambiente permanente (c^2_{perm}) também baixos, que não foram capazes de explicar a variação observada no experimento.

Tabela 1 – Parâmetros genéticos de características agrônômicas massa seca total (MST – t ha⁻¹), massa seca de folhas (MSF – kg ha⁻¹), altura de planta (cm), rebrota, %FOL (porcentagem de folhas), relação folha colmo (RFC), estacionalidade da produção (ESTAC - % na seca) e produção na seca (P-SECA – kg ha⁻¹) avaliados em genótipos de *Urochloa sp*

Parâmetro	MST	MSF	ALT	REBR	%FOL	RFC	ESTAC	P-SECA
$\hat{\sigma}_g^2$	2,7240**	1,1136**	4,7046**	0,1210**	8,2317**	2,6118 ^{ns}	0,9898 ^{ns}	0,1989*
$\hat{\sigma}_{perm}^2$	1,0256 ^{ns}	0,7345 ^{ns}	2,9253 ^{ns}	0,0314 ^{ns}	0,2365 ^{ns}	15,0918 ^{ns}	0,1251 ^{ns}	0,0086 ^{ns}
$\hat{\sigma}_e^2$	8,0177	3,5390	5,3193	0,2267	18,6424	476,6372	20,9587	1,3003
$\hat{\sigma}_f^2$	11,7672	5,3870	12,9493	0,3792	27,1105	494,3408	22,0736	1,5078
h_g^2	0,2315	0,2067	0,3633	0,3192	0,3036	0,0053	0,0448	0,1319
r	0,3186	0,3431	0,5892	0,4020	0,3124	0,0358	0,0505	0,1376
c_{perm}^2	0,0872	0,1363	0,2259	0,0828	0,0087	0,0305	0,0057	0,0057
h_{mg}^2	0,6188	0,5716	0,7165	0,7150	0,7210	0,0300	0,2188	0,4753
CV _g	8,0860	7,7711	5,5819	6,4813	4,2747	17,6286	7,3138	15,3602
CV _e	13,8724	13,8532	5,9354	8,8705	6,4329	238,1441	33,6555	39,2727
CV _g /CV _e	0,5829	0,5610	0,9404	0,7307	0,6645	0,0740	0,2173	0,3911
Média	20,4113	13,5796	38,8576	5,3679	67,1185	9,1676	13,6028	2,9036

V_g: Variância genotípica; V_{perm}: variância de ambiente permanente; V_e: variância residual; V_f: variância fenotípica; h²_g: herdabilidade individual; r: repetibilidade; c²_{perm}: coeficiente de determinação de ambiente permanente; h²_{mg}: herdabilidade de média; CV_g: coeficiente de variação genotípico; CV_e: coeficiente de variação residual; CV_g/CV_e: coeficiente de variação relativo; **, *: significativo pelo teste χ^2 a 5 e 1% de probabilidade;

Apesar da variância genotípica significativa para a maioria das variáveis, os coeficientes de variação genético (CVg) foram considerados de baixa magnitude e variaram de 4,27 a 17,82 para %FOL e RFC, respectivamente (Tabela 1). Como os genótipos são considerados elite e já passaram por uma seleção prévia, a variância genética pode ser menor.

Os valores de CVe de todas as variáveis do estudo foram maiores que os de CVg. As variáveis RFC, ESTAC e P-SECA foram as que apresentaram maiores valores de CVe, sendo 238,14; 33,66; e 39,27 %, respectivamente (Tabela 1). O alto valor do CVe para RFC, pode estar atribuído ao fato de que os cortes se baseavam entre dias fixos e não em alturas de pastejo, o que influencia a relação folha:colmo e acarreta disparidade entre os cortes e aumento do CVe. Além do fato de que essa variável é resultante da razão entre a folha e colmos e pode ocorrer associação entre os erros individuais, o que resulta em maior CVe. Tais resultados corroboram com o valor alto para variância fenotípica (Vf) de 494,3808, maior entre as variáveis do presente estudo. Braz et al. (2013) observaram que o CVe da MST e MSF em *P. maximum* pode chegar a 37%, valor acima do que o encontrado neste estudo.

Como os valores de CVe foram altos e os do CVg baixos, os coeficientes de variação relativos (CVg/CVe) foram afetados, o que gerou estimativas inferiores a 1. Os CVg/CVe variaram de 0,074 a 0,9404 para RFC e ALTURA, respectivamente. Valores de CVg/CVe acima de 1 indicam maior variação de natureza genética e maior possibilidade de ganhos com a seleção.

Deve-se destacar que a ESTAC é uma das variáveis mais representativas da adaptação à seca, juntamente com a P-SECA. Contudo, o controle genético foi baixo, representado pela variância genética não significativa e coeficiente de herdabilidade de 3,00%. Esse resultado indica que a melhor alternativa para se obter plantas mais tolerantes à seca seria medir diretamente a sua produção no período seco (P-SECA) e não a proporção entre a produção da seca e a produção total (ESTAC). Provavelmente, a ESTAC também acumula erros de diferentes variáveis, já que leva em consideração a MST e P-SECA.

A produção média anual dos genótipos foi de 20,41 t ha⁻¹ de massa seca total, 13 t ha⁻¹ de massa seca de folhas e 67,12 % de folhas (Tabela 1). Esses valores indicam que os genótipos obtiveram elevado potencial produtivo. De Góis Fontes et al. (2014) observaram que a MST, MSF e %FOL de cultivares de *Urochloa brizantha* (Marandu, Xaraés e MG4) submetidas a intensidade de desfolhação de 20 cm podem atingir valores de 29 t ha⁻¹, 13,7 t ha⁻¹ e 51%, respectivamente. Assim, nota-se que a proporção de folhas no presente estudo foi superior, o que é de grande interesse para a qualidade da forragem.

O ganho direto com a seleção em MST resultou em ganhos indiretos positivos na maior parte das características, exceto para %FOL e RFC (Tabela 1). Nesse sentido, plantas mais produtivas do ponto de vista da massa total tendem a ter menor participação de folhas. Já a seleção direta em MSF resultou em ganhos indiretos positivos na %FOL mas ainda resultou em ganhos negativos na RFC. De fato, a RFC está negativamente associada a parâmetros que medem a quantidade de massa acumulada. Provavelmente a maior altura e produção aumentam a chance de colheita de colmos acima da altura de resíduo, o que pode reduzir a RFC. Por outro

lado, a seleção direta para MST resultou no maior ganho indireto do estudo, que foi para a P-SECA. Assim, a produção total torna-se, também, um importante indicador de tolerância à seca.

A seleção direta baseada na ALTURA, resultou em pequena redução na %FOL, RFC e ESTAC (Tabela 2). Estes resultados demonstram que genótipos com maior altura possuem uma associação positiva com a MST, entretanto a participação folha diminuiu o que não é interessante para o perfil de genótipos superiores. Martuscello et al. (2018) encontraram associação negativa entre a altura e a produção, quando trabalharam com padrões morfogênicos de crescimento de forrageiras. A seleção de altura no sentido negativo se torna desejável quando o objetivo é melhorar a qualidade nutricional do pasto, visto que essa seleção direta influencia na maior participação de folhas na forragem. Esse fato pode ser comprovado ao observarmos a seleção direta para %F, onde a única variável que foi reduzida foi a altura (Tabela 2). Contudo, a seleção para menores alturas pode reduzir a produção de forragem e o ganho simultâneo entre as duas características pode ser buscado como forma de contornar esse problema.

Tabela 2 – Ganhos (%) diretos (na diagonal), indiretos e simultâneos (GS1 e GS2) em características agrônômicas avaliadas em genótipos de *Urochloa spp*

Variável	MST	ALT	REB	%FOL	RFC	ESTAC	MSF	P-SECA
MST	8,58	4,35	2,77	-2,06	-0,65	1,73	6,04	11,13
ALT	6,06	6,74	3,88	-0,93	-0,68	-0,23	4,77	3,99
REB	1,38	3,63	7,74	3,09	0,34	-0,86	3,46	-0,42
%FOL	0,04	-0,40	4,78	4,95	0,82	0,20	3,66	1,66
RFC	-0,51	-0,85	2,65	1,15	4,39	-1,85	0,10	-4,35
ESTAC	0,25	-0,54	-3,11	0,13	-1,05	5,69	0,19	14,11
MSF	7,87	4,08	4,36	0,85	-0,64	2,76	7,81	13,03
P-SECA	3,41	0,21	-2,02	0,35	-0,97	5,67	3,18	16,57
GS1	6,46	4,21	3,65	0,83	-0,53	3,96	6,40	15,00
GS2	7,37	2,78	3,16	1,15	-0,96	2,24	7,53	11,41

MST: massa seca total (kg ha^{-1}); ALT: altura de planta (cm); REB: rebrota; %FOL: porcentagem de folhas (%); RFC: relação folha:colmo; ESTAC: estacionalidade da produção (% da produção na seca); MSF: massa seca de folhas (kg ha^{-1}); e P-SECA: produção na seca (kg ha^{-1}).

A seleção direta para RFC resultou em redução da MST, ESTAC e P-SECA, o que indica que a seleção simultânea dessas características pode resultar em menores ganhos com a seleção de genótipos mais tolerantes ao déficit hídrico (Tabela 2). Provavelmente, plantas com elevada proporção de folhas na massa de forragem podem estar mais sujeitas ao processo de transpiração e perdas por evaporação. Plantas com maior RFC também apresentam menor porte e nível de produção.

O maior ganho direto com a seleção foi observado para P-SECA, o que provavelmente se deve ao alto valor de CVg observado (Tabela 1). Isso comprova que a variabilidade genética é fator primordial para se obter ganhos com a seleção. Esse resultado se mostrou

particularmente interessante, já que os ganhos com produção na seca podem resultar em plantas de *Urochloa* spp. mais adaptadas ao ambiente semiárido. Assim, a inserção desse parâmetro em índices de seleção é um importante caminho a ser seguido em estudos com foco na tolerância à seca.

A rebrota proporcionou ganhos indiretos positivos para a maioria das características em estudo, resultando em ganhos negativos apenas para ESTAC e P-SECA (Tabela 2). Esta relação positiva da rebrota com características de produção e participação de folhas confere à mesma relevância no processo de seleção, já que é de fácil mensuração. Apesar do pequeno ganho indireto na MST os ganhos indiretos com a seleção da rebrota foram expressivos na %F e MSF, o que se torna um dado importante quanto a critério de seleção de qualidade de forragem (Tabela 2).

Em relação aos ganhos simultâneos, nota-se que o uso do índice 1 (GS1) baseado na seleção positiva para todas variáveis do estudo, proporcionou ganhos positivos na maioria das características do estudo, exceto para RFC (Tabela 2). Da mesma forma, o índice 2 (GS2), que se baseia no ganho positivo apenas nas características MST, %FOL, MSF e P-SECA, também resultou em ganhos expressivos na maioria das características do estudo, exceto para RFC (Tabela 2). Nota-se que os valores obtidos com a seleção simultânea no GS2 foram semelhantes aos ganhos diretos e indiretos com a seleção para MSF. Tal resultado, evidencia que a MSF tem papel central em estudos com seleção de genótipos de *Urochloa*.

Os indivíduos selecionados com base no índice GS1 foram T1712, T1708, T1709, Mulato II e BARG156 (Tabela 3) que apresentaram valores de MST, MSF e P-SECA superiores à média do experimento. Todos os genótipos, exceto Mulato II, são considerados genótipos experimentais elite, ao passo que Mulato II trata-se de uma cultivar testemunha. Apesar de disso, a cultivar Mulato II foi pouco cultivada na região e possui elevado potencial para aumento da produção de forragem.

Tabela 3 – Médias genotípicas das variáveis agrônômicas dos genótipos selecionados com base no índice GS1

Ordem	Clone	MST	ALT	REB	%FOL	RFC	ESTAC	MSF	P-SECA
1	T1712	23.909	39,3	5,53	69,05	9,10	14,65	16.110	4.107
2	T1708	23.116	41,3	5,78	68,00	9,22	13,57	15.423	3.295
3	T1709	24.128	42,3	5,91	67,76	9,06	13,53	16.034	3.395
4	Mulato II	24.725	41,2	5,38	65,04	9,09	13,97	15.932	3.602
5	BARG156	22.572	38,7	5,60	69,13	9,47	13,13	15.380	2.952

MST: massa seca total (kg ha⁻¹); ALT: altura de planta (cm); REB: rebrota; %FOL: porcentagem de folhas (%); RFC: relação folha:colmo; ESTAC: estacionalidade da produção (% da produção na seca); MSF: massa seca de folhas (kg ha⁻¹); e P-SECA: produção na seca (kg ha⁻¹).

Os indivíduos selecionados com base no índice GS2 foram T1712, T1709, T1708, Mulato II e BARG153 (Tabela 4) que apresentaram valores de MST, MSF e P-SECA superiores à média do experimento.

Tabela 4 – Médias genotípicas das variáveis agrônômicas dos genótipos selecionados com base no índice GS2

Ordem	Clone	MST	ALT	REB	%FOL	RFC	ESTAC	MSF	P-SECA
1	T1712	23.909	39,3	5,53	69,05	9,10	14,65	16.110	4.107
2	T1709	24.128	42,3	5,91	67,76	9,06	13,53	16.034	3.395
3	T1708	23.116	41,3	5,78	68,00	9,22	13,57	15.423	3.295
4	Mulato II	24.725	41,2	5,38	65,04	9,09	13,97	15.932	3.602
5	BARG153	23.073	38,1	5,41	68,59	9,08	13,36	15.644	3.114

MST: massa seca total (kg ha^{-1}); ALT: altura de planta (cm); REB: rebrota; %FOL: porcentagem de folhas (%); RFC: relação folha:colmo; ESTAC: estacionalidade da produção (% da produção na seca); MSF: massa seca de folhas (kg ha^{-1}); e P-SECA: produção na seca (kg ha^{-1}).

Houve alta correlação positiva entre MST e variáveis ALT e MSF (Tabela 5). Resultados parecidos foram encontrados por Resende et al. (2007) em trabalhos realizados com híbridos de *Urochloa sp.* Altos coeficientes de correlação indicam a possibilidade de ganhos indiretos com a seleção. De acordo com Cedillo et al. (2008) a correlação genética envolve associações de natureza herdável, dessa maneira é de grande relevância para os programas de melhoramento genético. A correlação entre a MST e a P-SECA também foi elevada e explica o elevado valor de ganhos indiretos na P-SECA com a seleção para MST (Tabela 2).

A correlação entre %FOL e os caracteres de MST e altura foi negativa, porém não diferiu estatisticamente de zero (Tabela 5). Essa fraca correlação de %FOL para as demais características pode ser um fator limitante ao processo de seleção de *Urochloa*, visto que a %FOL, MST e MSF são características agrônômicas de interesse em genótipos elite.

Tabela 5 – Coeficientes de correlação genotípicos entre características agrônômicas de genótipos de *Urochloa sp.*

Variável	MST	ALT	REB.	%FOL	RFC	ESTAC	MSF	P-SECA
MST	1	0,7294**	0,4254**	-0,1989	-0,3061	0,2852	0,8876**	0,6516**
ALT		1	0,5442**	-0,0907	-0,4303*	0,0894	0,6745**	0,3710
REB.			1	0,4330*	-0,0463	-0,0875	0,6169**	0,1370
%FOL				1	0,1777	0,0240	0,2715	-0,0403
RFC					1	-0,2385	-0,2381	-0,2959
ESTAC						1	0,2825	0,9000**
MSF							1	0,6113**
P-SECA								1

MST: massa seca total (kg ha⁻¹); ALT: altura de planta (cm); REB: rebrota; %FOL: porcentagem de folhas (%); RFC: relação folha:colmo; ESTAC: estacionalidade da produção (% da produção na seca); MSF: massa seca de folhas (kg ha⁻¹); e P-SECA: produção na seca (kg ha⁻¹); **, *: significativo pelo teste t a 1 e 5%, respectivamente.

A P-SECA foi positivamente correlacionada com MST, ESTAC e MSF (Tabela 5). O que indica que plantas mais produtivas durante o ano conseguem ter uma produção considerável durante o período da seca. A ESTAC, por sua vez, só pôde ser correlacionada com a P-SECA, representando o maior coeficiente de correlação do estudo (Tabela 5). Nesse sentido, a ESTAC pode ser melhorada com auxílio da P-SECA, já que o controle genético da P-SECA e o grau de associação positiva com outras características de interesse foi maior. Essa relação também ficou evidente no resultado do ganho direto com a seleção de ESTAC, que assumiu valor bem próximo ao ganho indireto na ESTAC com a seleção direta em P-SECA (Tabela 2).

A variável REBROTA foi correlacionada significativamente com a MST, ALTURA, %FOL, MSF (Tabela 5). O que indica que é um importante parâmetro para se avaliar em estudos com seleção de genótipos de *Urochloa*. Basso et al. (2009) e Simeão et al. (2017) também afirmam que há correlação entre vigor da rebrota e as massas total e de folhas.

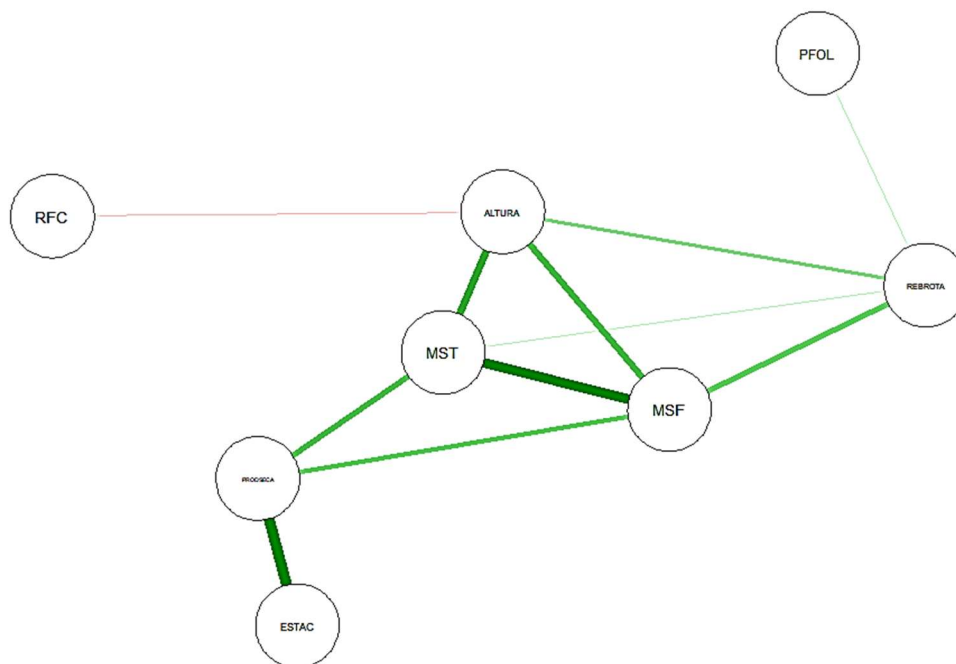


Figura 2. Diagrama de correlações entre características agronômicas- Massa seca total (MST), massa seca de folhas (MSF), altura de planta (ALTURA), rebrota, PFOL (porcentagem de folhas), produção na seca (P-SECA) e estacionalidade (ESTAC) avaliadas em genótipos de *Urochloa spp.*

Após análise dos coeficientes de correlação, foi possível observar que a MSF é a característica central no diagrama de correlações (Figura 2). Dessa forma, o valor elevado de herdabilidade e a alta correlação com as demais características do estudo apontam que esta pode ser usada como principal parâmetro para a seleção de forrageiras. De fato, as folhas possuem maior teor de proteínas, menor teor de fibras e maior digestibilidade que os colmos (FREITAS et al., 2012). Assim, plantas que produzem mais folhas podem impactar de forma mais expressiva nos ganhos em produção animal. De acordo com Martuscello et al. (2007) a seleção de genótipos com base nessa característica permite tornar o melhoramento genético mais eficaz, principalmente na etapa final, quando a avaliação do ganho de peso é o principal indicador de potencial de utilização da forrageira.

Também ficou evidente que a única forma de se obter melhores valores de ESTAC seria por meio da P-SECA, que por sua vez apresenta alta correlação com a massa total e de folhas. A variável MSF é a característica que possui maior relação com as demais e possui papel central no estudo de ganhos com a seleção em características agronômicas em genótipos de *Urochloa sp.*

CONCLUSÃO

Há variabilidade genética entre os genótipos de *Urochloa* para as características de acúmulo de massa seca total, massa seca de folhas, altura, rebrota, %folhas e produção de forragem seca, exceto para relação folha:colmo e estacionalidade.

As variáveis acúmulo de massa seca total, massa seca de folhas, rebrota e produção de forragem na seca possuem maiores ganhos diretos com a seleção.

As variáveis acúmulo de massa seca total e massa seca de folhas correlacionam-se positivamente com a produção de forragem na seca e a seleção direta dessas características favorecem os ganhos da produção de forragem na seca.

Os indivíduos T1712, T1709, T1708, Mulato II e BARG153 são mais adaptados ao uso na região.

A produção de forragem na seca é o indicativo com maior representatividade para seleção de indivíduos com tolerância à seca no presente estudo.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. Disponível em: <https://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppen_s_climate_classification_map_for_Brazil>. Acesso em: julh. 20, 2021. doi: 10.1127/0941-2948/2013/0507

BASSO, K. C. et al. Avaliação de acessos de *Brachiaria brizantha* Stapf e indicadores de parâmetros genéticos para caracteres agronômicos. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.31, n.1, p. 17-22, 2009. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303026584004>>. Acesso em: out. 13. 2021. doi: 10.4025 / actasciagron.v31i1.6605.

BUXTON, T. R.; FALES, S. L. Plant environment and quality. In: FAHEY JUNIOR, G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.155-199.

BRAZ, T. G. S et al. Repetibilidade de características agronômicas em híbridos de *Panicum maximum* (Jacq.). **Genetics and Molecular Research**. v. 14, p.19282-19294, 2015. <http://dx.doi.org/10.4238/2015>.

BRAZ, T. G. S. et al. Genetic parameters of agronomic characters in *Panicum maximum* hybrids. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 4, p.231-237, 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbz/a/jPkXzBSJVvrtzbPydhkNHZv/?lang=en>> Acesso em: julho. 12. 2021. doi: 10.1590/S1516-35982013000400001

BRAZ, T. G. S. 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. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/rbz/a/XKw7pZBRgNq6TKQYLN5RMpd/?lang=en> >. Acesso em: junho. 25. 2021. doi: 10.1590/S1516-35982011000700004

BRAZIL, INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Brasília, DF, Brasil. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: Abril. 25. 2021.

CEDILLO, D. S. O. et al. Correlation and repeatability in progenies of African oil palm. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 2, p. 197-201, 2008. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/asagr/a/zkKwpMY5VvTb5bd4PGpWgzb/?lang=en>>. Acesso em: maio. 12. 2021. doi: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v30i2.1728>

COUTINHO, M. J. F. et al. Pecuária como atividade estabilizadora no semiárido brasileiro. **Veterinária e Zootecnia**, v. 20, p. 9–17, 2013. Disponível em: < <https://www.gov.br/fundaj/pt-br/destaques/observa-fundaj-itens/observa-fundaj/padrao-racial-de-ovinos-raca-lacaune/a-pecuaria-como-atividade-estabilizadora-no-semiarido-brasileiro-abril-2017>>. Acesso em: maio.13. 2021.

CRUZ, C. D. et al. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2004. v.1. 480p.

DE GÓIS FONTES, J.G. et al. Herbage accumulation in *Brachiaria brizantha* cultivars submitted to defoliation intensities. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 3, p.1425-14838, 2014. Disponível em: < <https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744141023.pdf>>. Acesso em: junho. 10. 2021. doi: 10.5433/1679-0359.2014v35n3p1425

DO VALLE, C. B. et al. BRS Paiaguás: Uma nova cultivar de *Brachiaria (Urochloa)* para pastagens tropicais no Brasil. **Tropical Grasslands-Forrajões Tropicais**, v.1, n.1, p. 121-122, 2013. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/974487/brs-paiaguas-a-new-brachiaria-urochloa-cultivar-for-tropical-pastures-in-brazil> >. Acesso em: abril. 02. 2021. doi: [https://doi.org/10.17138/tgft\(1\)121-122](https://doi.org/10.17138/tgft(1)121-122)

FIGUEIREDO, U. J. et al. Estimativa de parâmetros genéticos e seleção de progênes de *Brachiaria humidicola* por meio de um índice de seleção. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. v. 12, n. 4, p. 237-244, 2012. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/cbab/a/j5wxhpMScVfNb7fPLXW3mqw/abstract/?lang=en>>. Acesso em: maio. 05. 2021. doi: <https://doi.org/10.1590/S1984-70332012000400002>

FREITAS, F. P. et al. Forage yield and nutritive value of Tanzania grass under nitrogen supplies and plant densities. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 41, n. 4, p.864-872, 2012. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/rbz/a/CQ6T46GFMxbYPQ4LwsGbmpf/?lang=en>> Acesso em: 23. Junho. 2021. doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000400006>

GUTIÉRREZ, A. P. A. et al. Drought preparedness in Brazil. **Weather and Climate Extremes**, v.3, n.0, p. 95-106, 2014. ISSN 2212-0947.

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: março. 24. 2020.

JANK, L. et al. Catálogo de caracterização e avaliação de germoplasma de *Panicum maximum*: descrição morfológica e comportamento agrônomo. Campo Grande, MS: EMBRAPA-CNPQC, 1997. Disponível em: < <https://1library.org/document/ye8el60y-catalogo-caracterizacao-avaliacao-germoplasma-descricao-morfologica-comportamento-agronomico.html>>. Acesso em: abril. 02. 2021.

KELLER-GREIN, G.; MAASS, BL.; HADSON, J. Natural variation in *Brachiaria* and existing germoplasm collections. In: MILES, J.W.; MAAS, B.L.; VALLE, C.B. (Eds.) **Brachiaria: Biology, agronomy, and improvement**. Cali: CIAT; Brasília: Embrapa CNPQC, 1996. p.106-123.

MARTUSCELLO, J. A. et al. Produção de forragem, morfogênese e eficiência agrônomo de fertilizantes em capim BRS Quênia sob doses de nitrogênio. **Boletim de Indústria Animal**. V.75, 1-12, 2018. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1101542/producao-de-forragem-morfogenese-e-eficiencia-agronomica-do-adubo-em-capim-brs-queniasob-doses-de-nitrogenio>>. Acesso em: junho. 10. 2021. doi: 10.17523/bia.2018.v75.e1411

MARTUSCELLO, J. A. et al. Repetibilidade de caracteres agrônomo em *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1975-1981, 2007. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/rbz/a/6YS5ShSYwLSFjzLDrXzsw/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: junho. 03. 2021. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982007000900005>

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, v.7, p.40-51, 1978.

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.

RESENDE, R. M. S. et al. Selection efficiency in *Brachiaria* hybrids using a posteriori blocking. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 7, p. 296-303, 2007. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/314035/1/SelecioneefficiencyinBrachiaria.pdf>>. Acesso em: junho. 15. 2021.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 355p.

SIMEÃO, R. M. et al. Forage peanut (*Arachis* spp.) genetic evaluation and selection. **Grass and Forage Science**, v. 72, n.2, p. 322-332, 2017.

SOUZA SOBRINHO, F. S. et al. Repetibilidade de características agronômicas e número de cortes necessários para seleção de *Urochloa ruziziensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.579-584, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pab/a/hPT37PxQsQRjLp6XWrMQpLp/?lang=pt>>. Acesso em: julho. 02. 2021. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2010000600007>

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicam que foi possível obter maior ganho direto com a seleção da característica de produção na seca. A produção na seca foi positivamente correlacionada com o acúmulo de massa seca anual e massa seca de folhas.

Os maiores ganhos diretos com a seleção foram observados nas características acúmulo de massa seca anual, massa seca de folhas, rebrota e produção de forragem na seca, o que destaca a importância dessas características na seleção de forragens em região semiárida. Mas a característica de produção de forragem na seca foi a que obteve maior representatividade para seleção de indivíduos com tolerância à seca.