

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**MELHORAMENTO GENÉTICO POR MEIO DE HIBRIDIZAÇÕES INTERES-
PECÍFICAS NO GRUPO PLICATULA – GÊNERO PÁSPALUM**

EMERSON ANDRÉ PEREIRA
Engenheiro Agrônomo/UNIJUÍ
Mestre em Zootecnia/UFRGS

Tese apresentada como um dos requisitos à obtenção do Grau de Doutor em
Zootecnia
Área de Concentração Plantas Forrageiras

Porto Alegre (RS), Brasil
Março, 2013.

CIP - Catalogação na Publicação

Pereira, Emerson André
MELHORAMENTO GENÉTICO POR MEIO DE HIBRIDIZAÇÕES
INTERESPECÍFICAS NO GRUPO PLICATULA - GÊNERO PASPALUM
/ Emerson André Pereira. -- 2013.
166 f.

Orientador: Miguel Dall'Agnol.
Coorientadora: Carine Simioni.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2013.

1. Melhoramento de plantas. 2. forrageiras. 3.
nativas. 4. apomoxia. 5. recombinação genética. I.
Dall'Agnol, Miguel, orient. II. Simioni, Carine,
coorient. III. Título.

EMERSON ANDRÉ PEREIRA
Engenheiro Agrônomo e
Mestre em Zootecnia

TESE

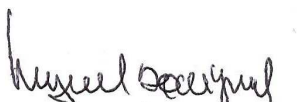
Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

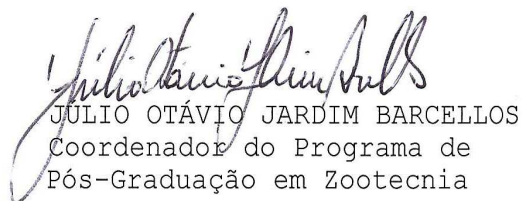
DOUTOR EM ZOOTECCNIA

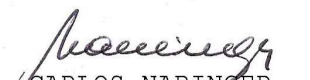
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: 28.02.2013
Pela Banca Examinadora


Homologado em: 14.06.2013
Por



MIGUEL DALL'AGNOL
PPG Zootecnia/UFRGS
Orientador


JULIO OTÁVIO JARDIM BARCELLOS
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia


CARLOS NABINGER
PPG Zootecnia/UFRGS


LUIZ CALOS FEDERIZZI
PPG Fitotecnia/UFRGS


DANIEL PORTELLA MONTARDO
EMBRAPA/CPPSul


PEDRO ALBERTO SELBACH
Diretor da Faculdade de Agronomia

AGRADECIMENTOS

Ao Pai e ao Filho e ao Espírito Santo.

Aos meus pais, Sadi e Alice, e a minha avó Aurora, pelo apoio, carinho, ajuda e paciência. A minha irmã Daniela e cunhado Eloir P. Jr. A minha cunhada Gabriele e concunhado Leandro S. Aos meus amigos Mariane e Gringo Valentini.

A Ana, pela paciência, compreensão, companheirismo, dedicação, amor. Sou muito grato a ti, amor da minha vida.

Ao grupo de oração da Capela do Bom fim e a RCC.

Ao orientador, Miguel Dall'Agnol, pelos ensinamentos, apoio e confiança. A co-orientadora Carine Simioni, pelos ensinamentos e dedicação. Aos professores do Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Planta de Lavoura e do Solo, pelo aprendizado e disposição em passar seus conhecimentos. Aos colegas de pós-graduação, Juliano W. F., Diovane O., Leandro H., Rickiel F., Armando M., Jean F., Karla, M. S., Raquel S., Vilmar T., Thiago B., Roberto W., Juliana M. M., Felipe N., Éder M., Marlon F., Felipe N., Divanilde G., Ionara F., Marcelo B., Júlio S. e Fernanda Bortolini, Juliano F., Diovane O. E aos bolsistas pela imensa ajuda na realização dos experimentos, Gabriela V., Lívia C. (in memoriam), Memora S. Ana S. L., Felipe S. Nilo K., Marcos P. S., Rickiel F., Jackson N. Aos funcionários da EEA: Carlos, Cláudio, Paulo, Roberto e João. A Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela oportunidade. Ao programa de Pós – Graduação em Zootecnia e aos funcionários. Ao pesquisador Daniel P. M. Ao professor José A. G. da Silva, grupo de pesquisa e ao DEAg da Unijuí.

Ao CNPq pela bolsa de doutorado, ao IBONE (Instituto de Botânica del Nordeste), da Universidad del Nordeste Argentino e ao SulPasto (Associação Sul-Brasileira para o fomento de Pesquisas em Forrageiras).

Agradeço também as pessoas que de uma forma ou de outra contribuíram para a minha formação.

MELHORAMENTO GENÉTICO POR MEIO DE HIBRIDIZAÇÕES INTERESPECÍFICAS NO GRUPO *PLICATULA* – GÊNERO *PASPALUM*¹

Autor: Emerson André Pereira

Orientador: Miguel Dall' Agnol

Resumo - O êxito na seleção de plantas geneticamente superiores está diretamente relacionado à existência de variabilidade genética apresentada naturalmente ou artificialmente. No entanto, o melhoramento de espécies apomíticas é dificultado pela impossibilidade de ocorrer a união de gametas com plantas deste modo de reprodução. Por outro lado, a utilização de plantas sexuais compatíveis a cruzamentos com plantas apomíticas, podem gerar novas combinações gênicas e indivíduos com alta heterose podem ser selecionados já na primeira geração para lançamento como novas cultivares. A descoberta de plantas diplóides sexuais em populações naturais de *Paspalum plicatum* e a posterior duplicação das mesmas possibilitaram um grande universo no desenvolvimento de novos genótipos a partir de cruzamentos entre espécies relacionadas. O objetivo do trabalho foi de: (i) avaliar a produção de forragem de genótipos nativos superiores de espécies do gênero *Paspalum*; (ii) caracterizar a estabilidade e adaptabilidade de produção destes genótipos; (iii) estimar através de técnicas da genética quantitativa, a herdabilidade e a associação entre caracteres de importância forrageira; (iv) obter variabilidade genética por meio de hibridizações interespecíficas, utilizando genótipos superiores nativos de *P. leptum* e de *P. guenoarum* como genitores masculinos (apomíticos) e um genótipo de *P. plicatum* como genitor feminino (sexual); (v) analisar as progênes superiores quanto ao modo de reprodução selecionando plantas estáveis reprodutivamente para lançamento como cultivares e as de reprodução sexual para novos cruzamentos. Os genótipos das espécies de *P. leptum* e *P. guenoarum* apresentam variabilidade genética em caracteres de interesse forrageiro, bem como desempenho variável de acordo com o local e o ano de cultivo. A produção de matéria seca total e de folhas são os caracteres que mais contribuem para a detecção da variabilidade genética observada, independentemente do ano de avaliação. O ganho genético na produção de folhas se mostra eficiente via seleção indireta pela matéria seca total, caráter de alta herdabilidade e de mais fácil seleção e aferição. Houve ampla variabilidade nos caracteres ligados a produção de forragem e alguns híbridos apresentaram heterose para a maioria dos caracteres analisados. A maioria das progênes selecionadas apresentaram a apomixia como modo de reprodução, o que potencializa o lançamento como cultivar. Já as plantas sexuais superiores serão usadas para recombinação com os melhores híbridos para obtenção de novas constituições genéticas. Os dendrogramas obtidos em nível de campo e de DNA foram capazes de discriminar os genótipos e podem auxiliar na orientação em novas hibridizações com plantas sexuais compatíveis. Houve pouca variabilidade na composição química entre os genótipos. Mais estudos deverão ser realizados para viabilizar o desenvolvimento de cultivares no uso em pastagens naturais, assim como no emprego como pastagens cultivadas.

¹ Tese de Doutorado em Zootecnia – Plantas Forrageiras, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (166p.) Março, 2013.

GENETIC IMPROVEMENT THROUGH INTERSPECIFIC HYBRIDIZATIONS IN GROUP PLECATULA – GENUS *PASPALUM*¹

Author: Emerson André Pereira

Advisor: Miguel Dall' Agnol

Abstract - The successful selection of genetically superior plants is directly related to the existence of natural or artificial genetic variability. However, the breeding of apomictic species is hampered by the inability of the union of gametes with plants of this mode of reproduction. In another hand, the use of sexual plants compatible to crosses with apomictic plants can generate new genetic combinations, and individuals with high heterosis can be selected on the first generation and released as new cultivars. The discovery of sexual diploid plants in natural populations of *Paspalum plicatulum* and their subsequent duplication to do possible the development of new genotypes from crosses between closely related species. Thus, this study aimed to: (i) evaluate the forage yield of superior genotypes of native species of *Paspalum*, (ii) characterize the stability and adaptability of production of these genotypes; (iii) estimate using techniques of quantitative genetics, the heritability and its association between important forage characters; (iv) get a genetic variability through interspecific hybridization, using superior genotypes of native *P. leptum* and *P. guenoarum* as male parents (apomictic) and one genotype of *P. plicatulum* as female parent (sexual); (v) analyze the superior progenies to reproduction, selecting plants reproductively stable for releasing as cultivars and, of sexual reproduction for new crossings. The genotypes of the species *P. leptum* and *P. guenoarum* take a genetic variation in their traits of interest forage; furthermore, their performance depend of location and year of cultivation. The total dry matter production and leaf are the traits that most contribute to the detection of genetic variability, independent of the year of evaluation. The genetic gain in leaf production is efficient to indirect selection for total dry matter; this character present high heritability and, easier selection and estimation. There was wide variability in characters linked to forage production and some hybrids showed heterosis for most traits analyzed. Moreover, most of the selected progenies showed apomixis as reproductive mode, which enhances the release as cultivar. The sexual plants should be used for recombination with the best hybrids to get new genetic constitutions. The dendrograms obtained through field and DNA characteristics were able to discriminate genotypes and could help to get new sexual hybridizations with compatible plants. A little variability in chemical composition between genotypes was observed. Thus, more studies should be conducted to enable the development of cultivars to use on native rangelands, even as the employment as pastures.

¹Doctoral thesis in Forage Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (166p.) March, 2013.

SUMÁRIO

	Páginas
1. CAPÍTULO I	13
1.1. Introdução e justificativa.....	14
1.2. Hipóteses e Objetivos.....	14
1.3. Variabilidade genética em pastagens.....	16
1.4. O gênero <i>Paspalum</i>	17
1.4.1. Grupo <i>Plicatula</i>	18
1.5. Variabilidade genética e melhoramento genético de <i>Paspalum</i>	21
1.6. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos.....	24
1.6.1. Herdabilidade.....	25
1.6.2. Caracteres forrageiros correlacionados.....	27
1.6.3. Análise da diversidade genética.....	28
1.7. Adaptabilidade e estabilidade.....	29
2. CAPÍTULO II - Variabilidade genética de caracteres forrageiros em <i>Paspalum</i>	32
Resumo	33
Abstract	33
Introdução	34
Material e Métodos	35
Resultados e Discussão	38
Conclusões	41
Agradecimentos.....	42
Referências bibliográficas.....	42
3. CAPÍTULO III - A busca de ganho genético em espécies apomícas do gênero <i>Paspalum</i>	50
Resumo	51
Abstract	51
Introdução	52
Material e Métodos	53
Resultados e Discussão	55
Agradecimentos.....	61
Referências bibliográficas.....	61
4. CAPÍTULO IV - Adaptabilidade e estabilidade em genótipos apomíticos do gênero <i>Paspalum</i>	68
Resumo	69
Abstract	69
Introdução	70
Material e Métodos	71
Resultados e Discussão	73
Conclusões	77
Agradecimentos.....	78

Referências bibliográficas.....	78
5. CAPÍTULO V - Hibridizações, seleção e identificação do modo de reprodução de híbridos interespecíficos superiores do gênero <i>Paspalum</i>.....	84
Resumo	85
Abstract	85
Introdução	88
Material e Métodos	89
Resultados e Discussão	91
Conclusões	96
Agradecimentos	96
Referências bibliográficas.....	96
6. CAPÍTULO VI - Composição química de híbridos interespecíficos superiores de primeira geração do gênero <i>Paspalum</i>.....	109
Resumo	110
Abstract	110
Introdução	111
Material e Métodos	112
Resultados e Discussão	115
Conclusões	119
Agradecimentos	120
Referências bibliográficas.....	120
7. CAPÍTULO VII - Variabilidade agrônômica e molecular em híbridos apomíticos interespecíficos do gênero <i>Paspalum</i>.....	129
Resumo	130
Abstract	130
Introdução	131
Material e Métodos	133
Resultados e Discussão	136
Conclusões	143
Agradecimentos	143
Referências bibliográficas.....	144
8. CAPÍTULO VIII - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	153
Considerações Finais	154
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	155
10. VITA	167

LISTA DE TABELAS

	Páginas
2. CAPÍTULO II - Variabilidade genética de caracteres forrageiros em <i>Paspalum</i>.....	32
Tabela 1. Resumo da análise de variância de caracteres forrageiros de acessos do gênero <i>Paspalum</i> , em dois anos de cultivo em Eldorado do Sul, SP e Augusto Pestana, RS.....	45
Tabela 2. Produção de massa seca total, de folhas e de colmos de acessos do gênero <i>Paspalum</i> , em dois municípios do Rio Grande do Sul.....	46
Tabela 3. Valores médios dos caracteres relação folha:colmo (RFC), índice de colheita (IC) e número de afilhos (NAF) em acessos de gênero <i>Paspalum</i> em dois anos de cultivo e locais.....	47
Tabela 4. Contribuição relativa para a variabilidade observada nos caracteres ligados ao potencial forrageiro de acessos do gênero <i>Paspalum</i>	48
Tabela 5. Discriminação da variabilidade genética de acessos do gênero <i>Paspalum</i> por meio da análise de agrupamento de Tocher.....	49
3. CAPÍTULO III - A busca de ganho genético em espécies apomíticas do gênero <i>Paspalum</i>.....	51
Tabela 1. Valores dos quadrados médios e parâmetros genéticos dos caracteres de interesse forrageiro na expressão da variabilidade genética em espécies apomíticas do gênero <i>Paspalum</i>	65
Tabela 2. Coeficientes de correlação fenotípica de caracteres ligados a produção de forragem em espécies apomíticas do gênero <i>Paspalum</i>	66
Tabela 3. Efeitos diretos e indiretos de caracteres forrageiros sobre a produção de matéria seca de folhas de espécies apomíticas do gênero <i>Paspalum</i>	67
4. CAPÍTULO IV - Adaptabilidade e estabilidade em genótipos apomíticos do gênero <i>Paspalum</i>.....	68
Tabela 1. Resumo da análise de variância conjunta de caracteres forrageiros de acessos do gênero <i>Paspalum</i> (<i>P. lepton</i> : 28B, 26A, 28C, 26D e 28E; <i>P. guenoarum</i> : Azulão e Baio e <i>P. notatum</i> cultivar Pensacola) em dois anos de cultivo em Eldorado do Sul e Augusto	81

Pestana/RS.	
Tabela 2. Produção de massa seca total (MST), massa seca de folhas (MSF) e relação folha:colmo (RFC) de acessos do gênero <i>Paspalum</i> em dois anos de cultivo e locais.....	82
Tabela 3. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e de estabilidade fenotípica de caracteres forrageiros de genótipos de <i>Paspalum</i> , segundo o método Tradicional e Eberhart & Russell.....	83
5. CAPÍTULO V - Hibridizações, seleção e identificação do modo de reprodução de híbridos interespecíficos superiores do gênero <i>Paspalum</i>.....	84
Tabela 1. Resumo da análise de variância de caracteres forrageiros de híbridos e espécies do gênero <i>Paspalum</i> , em dois anos de cultivo em Eldorado do Sul, RS.....	102
Tabela 2. Resumo do modo de reprodução, posição relativa, produção de massa seca total e rebrote de híbridos interespecíficos superiores do gênero <i>Paspalum</i> , em dois anos de avaliação em Eldorado do Sul, RS.....	103
Tabela 3. Resumo do número de afilhos e da tolerância a geadas de híbridos interespecíficos superiores do gênero <i>Paspalum</i> , em dois anos de avaliação em Eldorado do Sul, RS.	104
Tabela 4. Coeficientes de correlação fenotípica de caracteres ligados a produção de forragem em híbridos interespecíficos do gênero <i>Paspalum</i>	105
6. CAPÍTULO VI - Composição química de híbridos interespecíficos superiores de primeira geração do gênero <i>Paspalum</i>.....	109
Tabela 1. Resumo da análise de variância da composição química ligada a qualidade de híbridos interespecíficos superiores do gênero <i>Paspalum</i> , em Eldorado do Sul, RS.	124
Tabela 2. Porcentagem da proteína bruta em diferentes cortes de híbridos interespecíficos superiores do gênero <i>Paspalum</i> em Eldorado do Sul, RS.	125
Tabela 3. Porcentagem da fibra bruta em diferentes cortes de híbridos interespecíficos superiores do gênero <i>Paspalum</i> em Eldorado do Sul,RS.	126
Tabela 4. Porcentagem de fibra em detergente neutro em diferentes cortes de híbridos interespecíficos superiores do gênero <i>Paspalum</i> em	127

Eldorado do Sul, RS.....	
Tabela 5. Contribuição relativa pelo de método de Singh e agrupamento pela análise de Tocher, com base na composição química de híbridos interespecíficos superiores do gênero <i>Paspalum</i>	128
7. CAPÍTULO VII - Variabilidade agrônômica e molecular em híbridos apomíticos interespecíficos do gênero <i>Paspalum</i>.....	127
Tabela 1. Resumo da análise de variância de caracteres forrageiros nos nótios do gênero <i>Paspalum</i> , conduzidos em Eldorado do Sul e Augusto Pestana, RS.....	148
Tabela 2. Valores médios da produção de massa seca total, massa seca de folhas relação folha colmo e número de afilhos de genótipos do gênero <i>Paspalum</i> , conduzidos em Eldorado do Sul e Augusto Pestana, RS.....	149
Tabela 3. Contribuição relativa para a variabilidade observada nos caracteres ligados a produção de forragem de genótipos do gênero <i>Paspalum</i> , conduzidos em Eldorado do Sul e Augusto Pestana, RS.....	150

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Páginas
5. CAPÍTULO V - Hibridizações, seleção e identificação do modo de reprodução de híbridos interespecíficos superiores do gênero <i>Paspalum</i>.....	26
Figura 1. Ensacamento de inflorescência para hibridizações interespecíficas do gênero <i>Paspalum</i>	106
Figura 2. Microfotografias de ovários de <i>Paspalum</i> spp, clarificados e examinados em contraste de interferência.....	107
Figura 3. Detalhe da variação da tolerância a geadas de híbridos interespecíficos do gênero <i>Paspalum</i>	108
 7. CAPÍTULO VII - Variabilidade agronômica e molecular em híbridos apomíticos interespecíficos do gênero <i>Paspalum</i>.....	
Figura 1. Dendrograma da análise de 12 genótipos de <i>Paspalum</i> ssp., obtido pelo método de agrupamento UPGMA e utilizando a distância de Mahalanobis como medida de distância genética.....	151
Figura 2. Dendrograma de 12 genótipos de <i>Paspalum</i> spp. construído a partir dos produtos de amplificação com os primers de SSR, usando o método de agrupamentos UPGMA.....	152

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

CV.....	Cultivar
DNA.....	Ácido Desoxirribonucléico
EDTA.....	Ácido Etilenodiamino Tetra-acético
EE.....	Extrato etéreo
FDN	Fibra em Detergente Neutro
GF.....	Genitor Femino
GM.....	Genitor Masculino
IC.....	Índice de colheita
MM.....	Matéria Mineral
MSC.....	Massa Seca de Colmo
MSI.....	Massa Seca de Inflorescência
MSF	Materia Seca de Folhas
MSM.....	Massa Seca de Material Morto
MST	Materia Seca Total
PB	Proteína Bruta
RFC	Relação Folha/Colmo
SSR.....	Microssatélite

1. CAPITULO I
Introdução e Revisão Bibliográfica

1.1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A importância das pastagens na produção de bovinos no Brasil é inquestionável e reconhecida, fato relacionado, entre outros fatores, ao baixo custo de produção nestas condições. Na região subtropical brasileira, as condições edafoclimáticas favoráveis para alta produtividade de carne e leite geram a necessidade de desenvolvimento de cultivares com grande potencial de produção de forragem com qualidade. A pastagem nativa é base da alimentação de animais na região do Cone Sul e abrange países como o Brasil, a Argentina e o Uruguai. Nesta região, há muitas espécies de vários gêneros com bom valor nutritivo, mas, apesar disso, vem sendo substituídas por cereais, reflorestamento ou por espécies forrageiras exóticas, como cultivares de espécies dos gêneros *Panicum*, *Brachiaria*, *Cynodon*, entre outras, que embora tenham potencial, muitas vezes não são adaptados às condições edafoclimáticas locais.

No gênero *Paspalum*, há um alto número de espécies que são consideradas como excelentes forrageiras. As espécies do grupo *Plicatula* que destacam pelo potencial produtivo e qualidade, ocorrem em diversos ecossistemas brasileiros e é um dos grupos mais indicados para o melhoramento genético. No entanto, a maioria das espécies desse grupo tem como modo de reprodução o assexual do tipo apomítico, dificultando o lançamento de cultivares quando o genótipo não passa por um processo de melhoramento genético. Por outro lado, a utilização de plantas sexuais compatíveis em cruzamentos com plantas apomíticas podem gerar novas combinações gênicas, e indivíduos com alta heterose podem ser selecionados já na primeira geração para lançamento como novas cultivares.

A descoberta de plantas diplóides sexuais em populações naturais de *Paspalum plicatulum* e a posterior duplicação cromossômica das mesmas possibilitam um grande universo no desenvolvimento de novos genótipos a partir de cruzamentos de espécies compatíveis (Sartor et al. 2009; Aguilera et al. 2011). A seleção e uso de genótipos nativos superiores para estudos de lançamentos e cruzamentos com plantas sexuais dentro do grupo *Plicatula* constitui uma alternativa viável para obtenção de constituições genéticas superiores de caracteres ligados à produção de forragem e, conseqüentemente, à produção animal para as condições subtropicais.

Diante disso, o objetivo do trabalho foi de caracterizar agronomicamente genótipos superiores dentro do gênero *Paspalum* em produção de forragem e utilizá-los em hibridizações interespecíficas, avaliando e selecionando as progênies superiores para novas etapas de um programa de melhoramento genético de forrageiras. Estes híbridos interespecíficos tornam-se alternativas viáveis para novas recombinações e posterior lançamento de cultivares com alto potencial de produção de forragem.

1.2. HIPÓTESES E OBJETIVOS

HIPÓTESES

- O desenvolvimento e identificação de acessos superiores de *P. lepton* que contemplem vários caracteres de interesse forrageiro pode determinar

sua viabilidade de uso como alternativa de espécie perene de verão adaptada para as condições do sul do Brasil.

- O conhecimento da herdabilidade pode estabelecer o nível de pressão de seleção em detrimento dos efeitos proporcionados pelo ambiente. Além disso, caracteres relacionados e de alta herdabilidade podem promover reflexos significativos na obtenção de genótipos promissores nos caracteres de importância forrageira.

- A apomixia do gênero *Paspalum* dificulta a recombinação genética, assim como a proteção de cultivares pelas normas vigentes. Por outro lado, a hibridização em que um dos genitores não é apomítico e, portanto, com diferença genética nos gametas, pode permitir a obtenção de variabilidade e a seleção de progênes elite com fixação dos caracteres na primeira geração de autofecundação em virtude da apomixia.

- A viabilidade de cruzamentos interespecíficos permite agregar nas progênes formadas caracteres de interesse forrageiro, proveniente de genitores distintos, o que pode maximizar o potencial de uso e viabilizar a utilização de híbridos apomíticos de alto potencial genético de produção para a região sul do Brasil.

OBJETIVOS

Objetivo geral:

Caracterizar e avaliar a produção de forragem de acessos de espécies do gênero *Paspalum* e seleção de híbridos superiores a partir da variabilidade genética gerada pela hibridização artificial interespecífica dentro do grupo *Plicatula*.

Objetivos específicos:

- Caracterizar a estabilidade e adaptabilidade de produção de forragem de genótipos superiores de *P. lepton* com potencial de uso em cruzamentos artificiais e de produção comercial.

- Determinar o potencial genético e de estabilidade de produção de forragem de híbridos interespecíficos provenientes dos cruzamentos entre *Paspalum plicatulum* x *P. guenoarum*.

- Estimar a herdabilidade e a associação de caracteres de importância forrageira em espécie do gênero *Paspalum*.

- Obter maior variabilidade genética por meio de hibridizações interespecíficas, utilizando genótipos superiores de *P. lepton* e de *P. guenoarum* como genitores masculinos (apomíticos) e um genótipo de *P. plicatulum* como genitor feminino (sexual).

- Analisar as progênes obtidas quanto à fertilidade e modo de reprodução, com a finalidade de selecionar plantas estáveis reprodutivamente e de reprodução sexual para novos cruzamentos e plantas apomíticas com características agrônomicas superiores para o registro e proteção de cultivares.

1.3. VARIABILIDADE GENÉTICA EM PASTAGENS

Mundialmente, as plantas forrageiras são reconhecidas por proporcionarem ao produtor rural baixo custo na alimentação dos herbívoros e cada vez mais estudos vêm demonstrando o papel eficiente no seqüestro de carbono e conseqüentemente permitindo efeitos benéficos ao meio ambiente (Follett et al., 2001; Macedo, 2006). No Brasil, a área de pastagem é imensa, contribuindo diretamente para ter a maior produção de carne e uma das maiores produções de leite no mundo. A criação extensiva, com produção e exportação à base de pasto, é privilégio de alguns países, entre os quais o Brasil, Austrália e África do Sul. No entanto, há poucas espécies e cultivares disponíveis no mercado, principalmente dos gêneros *Panicum*, *Cynodon* e *Brachiaria*. Especificamente a cultivar Marandú (*Brachiaria brizantha*) é responsável por cerca de 33,7% das sementes comercializadas no país (Jank et al., 2005; 2011). Isso pode representar um perigo no momento em que alguma moléstia ou praga ataque essas áreas em função da uniformidade genética presente. Ainda, os ambientes que possuem espécies nativas utilizadas no pastejo dos animais estão sendo substituídas por espécies forrageiras exóticas, como as citadas acima, ou por cereais e também pelo reflorestamento, terminando com o habitat natural de muitos animais e espécies vegetais.

Dentro do sistema produtivo o Bioma Pampa, além de ser o centro de origem de um grande número de espécies vegetais, cobiçadas por outros países, é fonte de alimentos para a fauna, animais selvagens e domesticados. É também importante na conservação dos recursos naturais como a água e o solo, e ainda de importância social e econômica para o turismo rural e ecoturismo (Jacques & Nabinger, 2006). Segundo Nabinger et al. (2000), o bioma Pampa representa uma fonte de germoplasma forrageiro ímpar em todo o mundo e que ainda é muito pouco estudado quanto às suas potencialidades, tanto como constituinte das complexas comunidades campestres naturais quanto a suas diferentes aptidões para serem utilizadas como pastagens cultivadas ou mesmo para outros usos. A tradição pecuarista no sul do Brasil teve início com a colonização desta região, onde os campos naturais ofereciam o adequado suporte para o desenvolvimento desta atividade, em especial no Rio Grande do Sul, e que aos poucos foi se alastrando para a região dos campos de altitude de Santa Catarina e Paraná. Nestes campos, as espécies que predominavam eram: *P. notatum* (grama forquilha), *P. plicatulum* (grama cinzenta), *P. pumilum* (grama baixa), *P. alnum* (capim branco), *P. dilatatum* (capim melador ou grama comprida), *P. pauciciliatum* (grama comprida rasteira) e *P. leptum* (grama azul), conhecidos como campos finos. Esses campos são capazes de proporcionar bons ganhos por animal e por área, necessitando apenas de adequação da carga animal em função da disponibilidade de pasto e de categoria animal, além da reposição de nutrientes ao solo na forma de adubação (Nabinger et al., 2009).

Conhecer o potencial forrageiro das espécies nativas dos campos do Rio Grande do Sul é de grande importância, pois proporciona conhecimento sobre a base agrônômica, possibilitando a realização de um planejamento forrageiro adequado de acordo com as condições de solo e clima. O desempenho das plantas é determinado pelo seu genótipo e a interação deste com o ambiente (Borém & Miranda, 2005). Em plantas forrageiras, essa interação irá influ-

enciar o desempenho da produção da forragem e por conseqüência, o rendimento dos animais. Também podem ocorrer resultados alternados com distintos genótipos em diferentes ambientes, sendo necessários estudos para conhecer as adaptações dos acessos em diferentes locais. A expansão de cultivares de espécies de plantas forrageiras melhoradas depende da contínua disponibilidade de sementes, por ser a forma mais rápida, eficiente e menos onerosa de propagação de uma espécie.

A utilização de espécies forrageiras adaptadas às características locais permite um manejo mais facilitado e uma maior estabilidade produtiva, conservação dos recursos naturais e redução de custos e riscos na atividade, redundando na sustentabilidade do sistema (Townsend, 2008). Para Strapasson et al. (2000), o fato de serem utilizadas espécies nativas que compõem o ecossistema natural acarreta em um menor risco de desequilíbrio biológico pela exploração pecuária. A utilização de espécies nativas dos campos do Cone Sul como pastagem vem ocorrendo desde “longa data”, como é o caso de *Paspalum dilatatum*, *P. pauciciliatum*, *P. notatum*, *P. guenoarum*, *P. leptum*, *Desmodium uncinatum*, entre outras (Araújo, 1971; Quarin & Norrmann, 1990; Batista e Godoy, 2000; Espinoza et al, 2001).

1.4. O GÊNERO *PASPALUM*

O gênero *Paspalum* L. ocupa lugar de destaque entre as espécies do Bioma Pampa e entre as gramíneas brasileiras, pois além de englobar o maior número de espécies nativas, também reúne a maior porcentagem daquelas com qualidade forrageira (Valls, 1987; Nabinger et al., 2009). Além disso, muitas espécies apresentam um número elevado de ecótipos adaptados às mais diferentes condições de solo, clima e manejo. Desta forma, a importância das espécies do gênero potencializam a exploração no uso em programas de melhoramento genético, sendo evidenciada por vários autores os quais, na sua maioria, referem-se à grande variabilidade, tanto intra como interespecífica (Batista & Godoy, 2000; Dall’Agnol et al, 2006; Pereira et al., 2011).

No Rio Grande do Sul, o gênero *Paspalum* é freqüente e numeroso, constituindo-se em um componente obrigatório em todas as formações campestres. Portanto, o estudo deste gênero é importante não só para o conhecimento das pastagens naturais do Estado, como também para buscar espécies com características agrônômicas desejáveis, possíveis de utilizar em programas de melhoramento e/ou para serem empregadas diretamente como forrageiras cultivadas (Barreto, 1974). As espécies do gênero *Paspalum* L. destacam-se pela maior resistência ao frio e pela produção e qualidade da forragem em comparação a outras gramíneas estivais nativas do Rio Grande do Sul (Dall’Agnol et al., 2006). Steiner (2005), avaliando dois ecótipos nativos de *P. guenoarum* e dois de *P. notatum* em comparação com a cultivar Pensacola de *P. notatum*, obteve maiores produções de massa de forragem para os materiais nativos do que a Pensacola, demonstrando a possibilidade de uso das mesmas como pastagens cultivadas. O mesmo foi observado por Santos (2005), trabalhando com *P. lividum* e *P. pauciciliatum*. Também Sawasato (2007) relatou valores que evidenciam a capacidade produtiva de *P. urvillei*, que também foi comparado com a cv. Pensacola. Mais recentemente, Townsend (2008), estudando diferentes espécies de *Paspalum* sob doses de 0, 90, 180 e 300 kg/ha

de nitrogênio, obteve resposta quadrática à aplicação deste nutriente para produção de fitomassa aérea com ponto de inflexão próximo a 350 kg/ha/ano de nitrogênio para *P. lividum*. Para os biótipos de *P. guenoarum* e *P. notatum* as respostas foram lineares, demonstrando a capacidade de responder a doses superiores a 360 kg/ha/ano de nitrogênio, com a finalidade de expressar o potencial de resposta a este nutriente.

O gênero *Paspalum* vem sendo estudado por seu valor ecológico, forrageiro e ornamental, e principalmente por apresentar grande heterogeneidade interna, como reprodução apomítica e sexual, aloploidia, autopoliploidia e hibridações entre as espécies. A associação dos estudos taxonômicos, citogenéticos e reprodutivos na caracterização da variabilidade disponível para a pesquisa forrageira em um gênero tão diversificado como *Paspalum* é de suma importância.

A diversidade apresentada por este gênero levou Chase (1929) a propor sua divisão em grupos taxonômicos. O gênero apresenta um total de 20 grupos taxonômicos (Barreto, 1974), dos quais os grupos Dilatata, Notata e Plicatula, dentre outros, são de grande interesse para área tropical, onde convivem biótipos sexuais e apomíticos (Valls & Pozzobon, 1987). O grupo Plicatula possui espécies de grande potencial forrageiro, encontradas em pastagens naturais no Uruguai, Argentina, Paraguai e no Brasil, nos estados de Mato Grosso do Sul, Paraná e Rio Grande do Sul (Barreto, 1974).

Segundo Batista & Gogoy (1998), as espécies do gênero *Paspalum*, principalmente as do grupo Plicatula, apresentam variabilidade genética quanto à capacidade fisiológica de produção de sementes viáveis, destacando-se para épocas de florescimento, germinação das sementes e tolerância à presença de patógenos nas sementes, podendo desta forma, serem utilizadas em programas de melhoramento genético. Para Quarín et al. (1997), o grupo Plicatula desperta grande interesse agrônomo por apresentar espécies que são aceitas pelo gado e também por existir uma extensa variação de acessos.

1.4.1. GRUPO PLICATULA

No grupo Plicatula é característico as plantas apresentarem ramos unilaterais espiciformes alternos nas suas inflorescências, hábito rizomatoso ou cespitoso, antécio superior castanho-escuro, brilhante, lema inferior ondulado. Fazem parte deste grupo as espécies *P. atratum*, *P. rojasii* Hackel, *P. parodii* Barreto, *P. yaguaronense* Henrard, *P. guenoarum*, *P. leptum* (ex *P. nicorae*) e *P. plicatulum* (Barreto, 1974; Batista & Godoy, 1998).

Vários estudos demonstram o maior potencial de produção de forragem das espécies do grupo Plicatula quando comparado com genótipos do grupo Notata e Lívida. Um exemplo é o caso de *P. leptum* e *P. guenoarum*, que expressaram desempenhos superiores em relação as espécies de *P. notatum*, *P. urvillei*, *P. lividum* (Steiner 2005; Sawasato, 2007; Townsend, 2008; Fachinetto et al., 2011; Pereira et al., 2011).

Todos os acessos estudados de *P. guenoarum* demonstraram ser tetraplóides, com $2n=4x=40$ (Moraes Fernandes et al., 1974; Takayama et al., 1998). É uma espécie perene, de hábito cespitoso, robusto, podendo atingir de 0,8 a 2,0 m de altura, bainhas maiores que os entre nós, geralmente glabras, lâmina folhar glabras, plicadas nas margens, inflorescência formada por cinco a

15 racemos vigorosos (Barreto, 1974). Trabalhos realizados com indivíduos deste grupo apontam *P. guenoarum* como uma espécie promissora para ser utilizada como pastagem cultivada (Quarín, 1997; Batista & Goddoy, 2000). Destaca-se pela sua qualidade na produção forrageira, grande aceitabilidade pelos animais, boa distribuição da produção e alta resistência ao frio (Steiner, 2005). Duas formas botânicas de *P. guenoarum* foram identificadas como altamente promissoras, denominadas de “Baio” e “Azulão” (Paim & Nabinger, 1982). Segundo estes autores, os exemplares do ecótipo “Azulão” apresentam uma coloração verde-azulada, em geral com seis racemos por inflorescência, espiguetas glabras, base da lâmina foliar (lígula) sem pêlos (glabra) e lâminas, com nervura central esbranquiçada; floresce no final do verão (março/abril). Os exemplares do ecótipo “Baio” possuem coloração verde-amarelada, dez a 12 racemos por inflorescência, espiguetas levemente pubescentes nas fileiras exteriores, base da lâmina foliar (lígula) com alguns pêlos, principalmente nas mais novas. Diferencia-se também do “Azulão” por florescer em duas épocas do ano (novembro/dezembro e março/abril) e pelo fato de suas lâminas foliares serem mais estreitas e desprovidas de nervura central esbranquiçada.

As pesquisas que vêm sendo conduzidas junto ao Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da UFRGS, que incluem identificação, caracterização, seleção e melhoramento de biótipos do gênero *Paspalum*, com vistas ao lançamento de novos cultivares (Dall’Agnol et al., 2006), têm demonstrado o elevado potencial forrageiro dos biótipos “Azulão” e “Baio” (Sawasato, 2007; Steiner, 2005). Os dados apresentados mostraram expressivos valores de produção de matéria seca total (MST), com acúmulos em torno de 18000 kg de MST/ha (Steiner, 2005). Estes dados comprovam o potencial produtivo desta espécie, chegando a níveis semelhantes ou superiores de produção de espécies tropicais, como *Panicum maximum* Jacq, *Brachiaria decumbens* e *Andropogon gayanus* (Batista e Godoy, 2000; Dall’Agnol et al., 2006). Outro aspecto importante apresentado no trabalho de Steiner (2005) foi a produção obtida no final da estação de crescimento (junho), mostrando sua potencialidade de produção de forragem neste período de grande déficit de pasto, conhecido como “vazio forrageiro de outono”, em função das pastagens hibernais ainda não terem desenvolvimento adequado para sua utilização.

Outra espécie importante do Grupo Plicatula é *P. lepton*. Nativa da América do Sul, é considerada uma forrageira de boa qualidade e produção de forragem (Burson & Bennet, 1970; Pereira et al., 2011). Segundo Barreto (1974), as plantas de *P. lepton* são perenes, cespitosas ou com rizomas curtos oblíquos ou verticais, touceiras em geral compactas, gluma e lema estéril densamente pubescentes ou albo-pilosas, espiguetas de 3 a 3,5 mm de comprimento, racemo com ráquis glabro, lâminas planas, pubescentes ou pilosas em ambas as faces, de 4 a 8 mm de largura. A inflorescência possui dois a cinco racemos (Barreto, 1974; Boldrini et al., 2005). Porém, de acordo com os estudos de Reis (2008), foi observado o valor mínimo de dois e máximo de seis racemos nas inflorescências, com média de 3,54 cm de comprimento dos racemos da inflorescência.

Segundo Burson & Bennet (1970), a uniformidade na progênie e estudos dos sacos embrionários indicaram que as plantas de *P. lepton* são apomíticas obrigatórias, as quais se reproduzem por aposporia e pseudogamia. Em pesquisa recente em uma coleção de *P. lepton*, todos os acessos mostra-

ram-se tetraplóides, com $2n=4X=40$, não apresentando diferenças quanto ao número cromossômico. O estudo também evidenciou a alta taxa de germinação dos grãos de pólen, possibilitando o uso desta espécie como genitores masculinos em programas de melhoramento genético (Reis et al., 2010).

No Rio Grande do Sul, esta espécie foi encontrada pela primeira vez no Posto Zootécnico de Tupanciretã, em uma área de solo arenoso (arenito de Botucatu). Há relatos de que em poucos anos alastrou-se, ocupando superfície muito maior, inclusive com domínio sobre a grama-forquilha (*P. notatum*) local. De acordo com Pizarro (2000), *P. lepton* apresenta ampla adaptação a solos de baixa a alta fertilidade, sendo tolerante às geadas, a secas moderadas e ao pisoteio, tendo uma grande produção de sementes, girando ao redor de 1000 kg/ha de boa qualidade. Conforme o autor, esta espécie é utilizada na Austrália, em regiões com solos arenosos até solos argilosos, com precipitação de 900 a 1500 milímetros por ano. A cultivar Blue Dawn (derivado da cv. Americana Amcorae) mostrou-se altamente tolerante a períodos secos e a temperaturas baixas até $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, mantendo a coloração verde nas folhas e talos. Neste país, *P. lepton* é uma alternativa para replantar pastagens de *Pennisetum clandestinum*, *Setaria anceps*, *Sporobolus pyramidalis* e *Eragrostis curvula* atacadas por enfermidades.

Boldrini (2006) e Dall'Agnol et al. (2006) relataram a importância de *P. lepton* como forrageira nativa e seu potencial para ser utilizado não só para alimentação de bovinos, como na recuperação e conservação de solos degradados, porém poucos trabalhos foram realizados. Em 2005, foram realizadas coletas desta espécie em diversos ecossistemas do Rio Grande do Sul, formando uma coleção importante de estudos (Reis, 2008; Pereira, 2009). Nos estudos morfológicos realizados nesta coleção, formada por 53 acessos, observou-se que 50,94% dos genótipos apresentaram hábito decumbente de crescimento e 59,62% apresentaram coloração do tipo acinzentado claro (Reis et al., 2008; 2010). Boldrini et al. (2005) citaram a existência de biótipos de *P. lepton* de coloração acinzentada e esverdeada. Ainda, segundo Reis et al. (2010), a maior parte dos acessos de *P. lepton* da coleção apresentou alguma quantidade de pêlos na lâmina foliar, dividindo a coleção em dois grupos distintos: plantas com lâminas foliares glabras e plantas com lâminas foliares pilosas. Segundo este mesmo trabalho, 73,58% dos acessos apresentaram cor de bainha verde, sendo que 54,71% das plantas apresentaram a nervura central da lâmina foliar com coloração esbranquiçada. Os acessos 28B, 26A, 28C, 26D e 28E apresentaram viabilidade dos grãos de pólen que variaram de 90 a 93% de germinação. Pereira et al. (2011) avaliaram agronomicamente a mesma coleção e observaram que a maior parte dos acessos obtiveram produções de forragens superiores à cv. Pensacola (*P. notatum*), com teores de proteína bruta semelhante a esta. Os mesmos acessos que apresentaram alto poder germinativo de grãos de pólen se destacaram, produzindo os maiores rendimentos de forragem de toda coleção durante dois anos avaliados em dois locais, inclusive muito mais do que a cv. Pensacola utilizada como testemunha, ratificando o uso desses acessos em etapas subsequentes em programas de melhoramento.

1.5. VARIABILIDADE GENÉTICA E MELHORAMENTO GENÉTICO DE *Passalum*

O desenvolvimento de cultivares de espécies forrageiras tropicais ainda não atingiu o mesmo estágio que o dos cereais. Contudo, espera-se que possa promover avanços no aumento da produtividade da pecuária, realizando o mesmo papel fundamental desempenhado nas culturas de grãos. A liberação de cultivares advindas do processo de hibridação controlada ainda é rara no melhoramento de forrageiras tropicais e a maioria delas é proveniente da seleção direta de genótipos disponíveis nos bancos de germoplasma (Pereira et al., 2001).

O estudo da variabilidade genética existente nas populações naturais é essencial para elucidar a biologia, conhecer a diversidade e obter informações sobre a evolução das espécies. A mutação, a recombinação e o fluxo gênico, na qualidade de forças que geram a variabilidade genética, são fundamentais para o processo evolutivo, pois a adaptação de cada espécie ao longo das gerações depende da existência da variabilidade sobre a qual a seleção natural possa atuar (Brammer, 1993). A caracterização da variabilidade genética, seleção de genitores e hibridizações para obter constituições genéticas superiores são procedimentos decisivos para o incremento de eficiência em programas de melhoramento genético de plantas.

Os grandes avanços no desenvolvimento de variedades e cultivares de alta produtividade são, em parte, resultados da exploração pelo homem dos reservatórios de armazenagem genética de traços ancestrais das cultivares. A preservação e a expansão do conjunto gênico, isto é, conservação e ampliação da biodiversidade utilizável para os programas de melhoramento podem ser analisadas por seu papel no desenvolvimento de uma agricultura auto-sustentável (Brammer, 2002).

Alguns aspectos importantes devem ser considerados em relação ao uso da biodiversidade para o futuro da agricultura e para a qualidade de vida dos homens, enfatizando a função da diversidade genética presente nas espécies vegetais e animais melhorados, e a necessidade de conservação da própria biodiversidade, bem como o desenvolvimento de novas cultivares como recursos genéticos (Council, 1999). Com isso, coletas dirigidas para poucas espécies, mesmo que estas sejam as que aparentam ter melhor potencial forrageiro, limitam a disponibilidade de genes e desprezam eventuais combinações genéticas (Valls, 1987).

Depois da obtenção do germoplasma, o modo de reprodução é um dos itens iniciais em estudos para conservação e melhoramento de plantas. Existem dois tipos de reprodução: sexual e assexual. A reprodução sexual é caracterizada pela ocorrência da recombinação genética gerada pela meiose e atua na maior parte das espécies vegetais. Na reprodução assexual, não ocorre a recombinação, resultando em indivíduos idênticos à planta que o originou por sucessivas mitoses. A reprodução assexuada é dividida em duas formas: reprodução vegetativa e apomixia. A propagação vegetativa é aquela feita por estolhos, rizomas, colmos, tubérculos, bulbos, etc. Já a apomixia é a produção de propágulos vegetativos via sementes. A meiose e a fertilização não estão envolvidas na formação da semente e a progênie desta planta é geneticamente igual à planta mãe (Cruz et al., 1998; Laspina et al., 2008). A geração do em-

brão é obtida a partir de divisões mitóticas de células do óvulo, proporcionando a formação de sementes férteis, sem haver a união do gameta feminino com o masculino (Asker & Jerling, 1992).

Os estudos genéticos sobre a herança da apomixia são difíceis de conduzir, pois as plantas com esse mecanismo reprodutivo, em geral, são poliplóides e, muitas vezes, não possibilitam a obtenção de progênies segregantes a partir de cruzamentos e retrocruzamentos. Inicialmente, acreditava-se que o controle genético da apomixia envolvia muitos genes, baseado na lógica de que esse processo deveria ser fisiologicamente bastante complexo. Considerando-se o sucesso da apomixia em espécies, gêneros e famílias, essa hipótese não é sustentável, pois, se fosse verdadeira, uma simples mutação ou recombinação em um dos vários genes poderia comprometer toda a cadeia, levando a planta à esterilidade (Valle & Savidan 1996). Recentemente, vários estudos tem sido conduzidos com diferentes complexos gênicos, incluindo parentes silvestres de plantas cultivadas, confirmando a herança qualitativa da apomixia (Hanna, 1995) e indicando que sua herança esteja associada a um, dois ou cinco *loci* (Noyes & Rieseberg, 2000; Matzk et. al., 2005). O mais aceito é a presença de um gene dominante para o caráter, ocasionando a formação de progênies apomíticas e sexuais na proporção de 3:1 (Grossniklaus, 2001; Sherwood, 2001).

A ausência de recombinação gênica em plantas apomíticas coletadas diretamente da natureza dificulta a proteção legal junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Por outro lado, a introdução do gene da apomixia em espécies que se reproduzem por sexualidade oferece vantagens, como, por exemplo, a fixação do vigor híbrido (Hanna & Bashaw, 1987; Valle & Savidan, 1996; Grossniklaus, 2003). Com a apomixia, elimina-se o processo de isolamento da área de multiplicação de sementes, a emasculação ou a introdução de linhagens macho-estéreis e diminui-se a possibilidade de contaminação gamética, refletindo no custo final das sementes (Hanna, 1995).

Segundo Carvalho et al. (2008), é quase regra as cultivares de reprodução assexuada serem altamente heterozigotas, visto que são provenientes de multiplicação de indivíduos que foram provavelmente selecionados por evidenciarem elevado vigor híbrido. O autor ratifica que, quando reproduzidas por via sexual, esses indivíduos evidenciam ampla segregação, onde aparecem plantas na grande parte, inferiores às originais. Deste modo, quando for realizada a hibridização entre plantas sexuais e apomíticas, haverá segregação para apomixia e sexualidade na geração F_1 . As progênies F_1 apomíticas estarão com todos seus caracteres fixados e poderão ser levados às etapas finais para o lançamento de genótipos superiores. Já as plantas sexuais com características superiores poderão ser usadas em novas recombinações dentro do programa de melhoramento (Burton et al., 1973; Valle et al., 2009; Jank et al., 2011). O modo de reprodução apomítico permite a fixação do genótipo e a manutenção dos caracteres desejáveis, devido à ausência de recombinação, mantendo a presença de blocos gênicos, genes ligados e a contínua a exploração da heterose por todas as gerações (Carvalho et. al., 2008). Por isso, este sistema é único, por fixar combinações gênicas superiores e vigor de híbrido a curto prazo (Usberti Filho, 1981).

Para dar continuidade aos programas de melhoramento após os esquemas de cruzamentos entre plantas sexuais e apomíticas, faz-se necessária

a identificação do modo de reprodução das progênes segregantes. Existem várias formas de identificar plantas apomíticas nas progênes, dentre as quais pode ser destacado: (a) Observação de uma progênie uniforme obtida de sementes de uma única planta, pelo teste de progênie (Miles e Valle, 1996); (b) Análises da quantidade de DNA do endosperma em citômetro de fluxo (Pentado et al., 2000); (c) Utilização de marcadores moleculares ligados ao gene da apomixia (Espinoza et al., 2002; Pessino et al., 1999); (d) Ausência de antípodas e presença de múltiplos sacos embrionários apospóricos, através de análises citolembriológicas de ovários por clareamento ou por secções histológicas (Young et al., 1979)..

A ferramenta que vem sendo cada vez mais utilizada para identificar o modo de reprodução são os marcadores moleculares de genes ligados à apomixia, como os utilizados em *Pennisetum* spp. (Ozias-Akins et al., 1999), *Brachiaria* spp. (Pessino et al., 1999) e *P. notatum* (Quarin et al., 2001). Porém, ainda não existem marcadores universais para identificar os genes da apomixia e também não há para as espécies do grupo *Plicatula* que são o foco deste estudo.

Estudos indicam a apomixia como modo de reprodução da maioria das espécies do gênero *Paspalum* (Moraes-Fernandes, 1974; Quarin & Norrmann, 1990; Adamowski et al., 2005; Reis et al., 2010), o que implica em populações geneticamente homogêneas, inexistindo a recombinação alélica a partir da união de gametas, dificultando assim o ganho genético destas espécies e o lançamento de cultivares. Além disto, o desenvolvimento pode ser dificultado em ambientes divergentes pela ausência de troca de alelos favoráveis para adaptação, o que aumenta os riscos pela perda de genótipos decorrentes da ação de fatores abióticos e bióticos (Adamowski et al., 2005). Porém, esquemas de hibridizações artificiais, quando um dos genitores apresenta modo de reprodução sexual, pode permitir a obtenção de variabilidade e a seleção de progênes elite, com fixação dos caracteres de interesse na primeira geração de autofecundação em virtude da apomixia (Acunã et al., 2009; Carvalho et al., 2008).

Recentemente, o grupo de pesquisa do Instituto de Botanica del Nordeste (IBONE-CONICET) da Facultad de Ciencias Agrárias da Universidad Nacional del Nordeste, localizada em Corrientes, Argentina, tem realizados estudos com diferentes espécies do gênero *Paspalum*, identificando plantas diplóides sexuais e tornando-as tetraplóides por meio da duplicação cromossômica. Alguns exemplos estão em acessos de *P. notatum*, *P. simplex*, *P. hydrophilum*, *P. chaseanum* e de *P. plicatulum*, potencializando novas pesquisas para a conservação e/ou na formação de genótipos superiores com potencial de lançamento, antes impossibilitado pela apomixia (Martinez et al., 1999; Acunã et al., 2007; Espinoza et al., 1997; Urbani et al., 2002; Quarin et al., 2003; Sartor et al., 2009; Aguilera et al., 2011).

No intuito de realizar cruzamentos compatíveis com espécies apomíticas tetraplóides de *Paspalum* do grupo *Plicatula*, foram induzidos indivíduos tetraplóides sexuais a partir de sexuais diplóides em *P. plicatulum*. Segundo estudo de Sartor et al. (2009), duas plantas tetraplóides germinaram após o tratamento de sementes diplóides para a duplicação cromossômica pelo uso da colchicina. Foram realizadas análises embriológicas e testes de progênes usando marcadores moleculares, demonstrando reproduzirem-se sexualmente.

Um ponto interessante é que estes tetraplóides sexuais são altamente auto-incompatíveis, como os diplóides correlatos, produzindo sementes somente após cruzamentos com outra planta. Com a descoberta dessas plantas diplóides sexuais em populações naturais de *Paspalum plicatum*, foi possível criar novos genótipos a partir de cruzamentos com espécies compatíveis, vislumbrando um novo rumo no melhoramento de plantas forrageiras do grupo Plicatula, antes impossibilitado pela apomixia (Sartor et al., 2009; Aguilera et al., 2011).

Aguilera et al. (2011) hibridizaram artificialmente o genótipo de *P. plicatum* denominado “4c-4x” (genitor feminino) com a cultivar apomítica conhecida como “Rojas” de *P. guenoarum* (genitor masculino), viabilizando a produção de 23 híbridos interespecíficos viáveis. Portanto, quando um dos genitores apresenta reprodução sexual, há a possibilidade de formação de variabilidade genética, permitindo a recuperação de progênies elites, com a fixação de alelos na primeira geração de autofecundação pela própria apomixia (Acuña et al., 2011).

Estas estratégias de cruzamentos e seleção possibilitam a formação de recombinantes elites e a eficiência de seleção pela rápida fixação do caráter de interesse nas combinações que maximizem a expressão do vigor híbrido. A apomixia, além de manter a presença de blocos gênicos e uma alta uniformidade, permite a contínua exploração da heterose em todas as gerações (Carvalho et al., 2008; Dalton et al., 2003). Além disto, as progênies apomíticas, por serem altamente heterozigotas, podem resultar em plantas com maior vigor, produção, estabilidade genética e maior adaptação (Fehr, 1987; Carvalho et al., 2008). Isso poderia possibilitar uma maior rapidez na obtenção de novas cultivares, logo na primeira geração, acelerando o lançamento de cultivares.

1.6. ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS E FENOTÍPICOS

As estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos têm grande importância em programas de melhoramento genético, fazendo parte importante de um estudo amplo, contribuindo na tomada de decisões relacionadas com a escolha do método utilizado, dos caracteres que devem ser selecionados em etapas iniciais e avançadas e também ao peso que se deve atribuir a cada caráter, separadamente ou em conjunto. Para que o melhoramento genético seja praticado de forma mais eficiente, é indispensável o conhecimento sobre a natureza e intensidade das variações de origem genética e de ambiente que atuam sobre o caráter (Silva et al., 2011). E também, é importante estudos sobre caracteres correlacionados (Caeirão et al., 2001; Assis et al., 2010), devido a possibilidade de identificar modificações ocorrentes em um determinado caráter em função da seleção praticada em outro (Silva et al., 2011).

Estimativa da herdabilidade e as correlações genéticas são utilizadas para melhorar a eficiência dos programas de melhoramento, através do desenvolvimento de estratégias de seleção mais eficazes (Diz & Schank (1995). Ainda, critérios mais conclusivos sobre a pressão de seleção podem ser obtidos por meio do estudo da herdabilidade e de caracteres correlacionados, buscando favorecer a escolha de genótipos de desempenho superior (Benin et al., 2009; Galarca et al., 2010). Em espécies pertencentes aos gêneros *Brachiaria*, *Pennisetum*, *Trifolium*, etc., há várias pesquisas dando suporte à

obtenção de ganho genético pelos programas de melhoramento (Montardo et al., 2003; Silva et al., 2008; Borges et al., 2011). No entanto, estudos em relação àquelas que pertencem ao gênero *Paspalum* não têm sido realizados. Ressalta-se que, em espécies forrageiras, a preferência da seleção seja feita diretamente sobre o caráter de maior importância, como por exemplo, a produção de folhas no gênero *Paspalum*. Esta apresenta alto valor nutritivo e é a estrutura preferencialmente consumida pelos animais (Brâncio et al., 2003). No entanto, a estimativa desse caráter exige maior tempo e mão-de-obra em função da necessidade da separação morfológica.

DePauw et al. (2007) comentam que a seleção indireta seria mais efetiva quando a correlação entre dois caracteres fosse alta e positiva, tendo no caráter secundário uma herdabilidade maior do que naquele principal de interesse. Assis et al. (2010) afirmam que a seleção é mais efetiva quando age sobre caracteres de alta herdabilidade e de associação direta com caráter de maior importância. Neste sentido, Carvalho et al. (2001) comentam que a relação de um caráter indireto com alta herdabilidade pode proporcionar progressos genéticos mais rápidos do que a própria seleção direta num caráter principal, ainda mais quando o caráter central revelar baixa herdabilidade e for de difícil mensuração.

1.6.1. HERDABILIDADE

O conceito de herdabilidade, utilizado para separar as diferenças genéticas e não-genéticas entre indivíduos, é importante na estimativa dos ganhos genéticos e na escolha dos métodos de seleção a serem aplicados (Reis, 2000; Carvalho et al., 2008). Para Jacquard (1983), há três princípios para definição de herdabilidade: (1) como medida de semelhança entre pai e filho, (2) porção genética no sentido amplo e (3) porção genética no sentido restrito. O autor ainda ressaltou que a herdabilidade não caracteriza o caráter, mas sim a estrutura da população estudada. Para isso, a herdabilidade deve ser utilizada para a população em estudo naquele local e ano. Dessa forma, experimentos com a finalidade de obtenção de estimativas de herdabilidade devem ser conduzidos em um ambiente semelhante ao quais as estimativas serão aplicadas. Neste caso, as estimativas da variância genética não serão superestimadas pelos componentes da variância da interação entre genótipo e ambiente, componentes que estarão incluídos na variância fenotípica (Borém e Miranda, 2009).

Falconer & Mackay (1996) relatam que a herdabilidade reflete a proporção da variação fenotípica que pode ser herdada, ou seja, quantifica a confiabilidade do valor fenotípico como guia para o valor genético. Apenas o valor fenotípico de um indivíduo pode ser mensurado, porém, é o valor genético que influenciará a próxima geração. Sendo assim, é importante o conhecimento de quanto da variação fenotípica é atribuída à variação genotípica e este é medido pela herdabilidade. Quando a herdabilidade é alta, a seleção nas gerações iniciais de autofecundação é eficaz. Por outro lado, sendo o seu valor baixo, a seleção deve ser praticada apenas nas gerações mais avançadas, uma vez que o aumento da homozigose, consequência da autofecundação, propicia um incremento na herdabilidade no sentido restrito (Robison 1963; Falconer & Mackay, 1996; Fehr, 1987). Em populações segregantes de cruzamentos entre

genótipos apomíticos e sexuais, o uso da herdabilidade deve ser feito já na primeira geração, em virtude da fixação dos caracteres na primeira geração daqueles indivíduos F_1 identificados como apomíticos. Enquanto que nas progênies F_1 sexuais, o procedimento adotado é o mesmo usado em espécies autógamas.

É possível estimar dois tipos de herdabilidade: herdabilidade no sentido amplo e herdabilidade no sentido restrito. No sentido amplo, a herdabilidade pode ser definida como a razão da variância genotípica pela variância fenotípica, enquanto que, no sentido restrito, a razão da variância genética aditiva pela variância fenotípica. Portanto, a diferença está no numerador da fração (Allard, 1971; Falconer & Mackay, 1996). O coeficiente de herdabilidade (h_2), tanto no sentido restrito como no sentido amplo, pode variar de zero a um. No caso de $h_2 = 1$, as diferenças fenotípicas entre os indivíduos são causadas unicamente por diferenças genéticas entre os mesmos. Quando $h_2 = 0$, significa que a variabilidade do caráter não tem origem genética. Neste caso não existe correlação alguma entre valor genético e valor fenotípico da unidade de seleção (Allard, 1971). Segundo Stansfield (1974), valores de herdabilidade maiores que 0,5 são considerados altos, valores compreendidos entre 0,2 e 0,5 e menores que 0,2 são considerados herdabilidades de valores médios e baixos, respectivamente.

A herdabilidade no sentido restrito é mais útil nos programas de melhoramento, uma vez que ela quantifica a importância relativa da proporção aditiva da variância genética, que pode ser transmitida para a próxima geração (Borém e Miranda, 2009). A herdabilidade no sentido amplo assume maior importância em plantas de propagação vegetativa, nas quais o genótipo é herdado integralmente pelos descendentes. A herdabilidade no sentido amplo pode ser considerada o limite superior da herdabilidade no sentido restrito, sendo esta última utilizada para estimar o ganho efetivo do processo de seleção. Assim, em gerações avançadas de endogamia, devido à homozigose resultante das sucessivas autofecundações, espera-se que a herdabilidade do sentido amplo e a herdabilidade no sentido restrito sejam praticamente iguais (Hanson, 1963).

Herdabilidades elevadas fortalecem os ganhos a serem obtidos com a seleção, dimensionando o quanto das características dos genitores serão atribuídas a seus descendentes. Além disto, fornecem também subsídios se a expressão do fenótipo tem por base maior participação dos efeitos genéticos ou ambientais, fundamental na definição do melhor arranjo experimental e da pressão de seleção a ser definida na condição ambiental (Assis et al., 2010). Ressalta-se que a herdabilidade participa diretamente na predição de ganho genético, independente do método de seleção e, como consequência, das decisões a serem tomadas no processo de melhoramento (Ramalho et al., 2012). Carvalho et al. (2001) afirmam que os caracteres que são determinados em curto período de tempo são aqueles que estão menos sujeitos aos efeitos de ambiente e, dessa forma, apresentariam os maiores valores de herdabilidade. Em espécies apomíticas, a recombinação a partir do genitor sexual pode incrementar o número de alelos em heterozigose no clone F_1 , maximizando os benefícios da heterose pelo vigor híbrido e maior estabilidade no fenótipo. Resende et al. (2004), analisando vários híbridos de *Panicum maximum*, obtiveram altos valores de herdabilidade na MST e MSF, o mesmo ocorrendo para

capim elefante (Assis et al., 2010) e *Brachiaria brizantha* (Basso et al., 2009). Por outro lado, Daher et al. (2004) encontraram alta herdabilidade na relação folha:colmo e mais reduzida na produção de matéria seca total em espécies de *Pennisetum*. De acordo com Sousa-Sobrinho et al. (2005), a relação folha:colmo expressa as variações existentes entre a proporção lâmina foliar e colmo, caráter de grande importância na seleção de genótipos destinados ao pastejo.

1.6.2. CARACTERES FORRAGEIROS CORRELACIONADOS

A correlação é uma medida da intensidade de associação entre duas variáveis, ou uma medida do grau de variação conjunta de duas variáveis, podendo ser positiva ou negativa, quando ocorre aumento das duas variáveis ou acréscimo de uma e decréscimo da outra, respectivamente (Steel & Torrie, 1980). A estimativa dos coeficientes de correlação permite ao melhorista o conhecimento das mudanças que ocorrem em um caráter quando se realiza a seleção em outro caráter a ele correlacionado (Ramalho et al., 2012).

A importância do conhecimento da associação entre caracteres nos trabalhos de melhoramento se dá principalmente em caracteres de alta herdabilidade. Assim, um caráter correlacionado com outro de alta herdabilidade e de fácil mensuração pode ser mais conveniente e conduzir a progressos mais rápidos para o melhoramento (Cruz & Regazzi, 2004).

A correlação fenotípica pode ser diretamente mensurada, a partir de dois caracteres, em certo número de indivíduos de uma população. Essa correlação tem causas genéticas e ambientais, porém, só a genética envolve uma associação de natureza herdável, podendo esta ser utilizada em programas de melhoramento. As correlações genéticas e ambientais para um mesmo caráter são frequentemente muito diferentes em magnitude e eventualmente diferentes de sinal. Isto indica que as causas da variação genética e de ambiente afetam os caracteres por meio de mecanismos fisiológicos diferentes (Falconer & Mackay, 1996). Contudo, caracteres genotipicamente correlacionados, mas não correlacionados fenotipicamente, podem não ser de valor prático na seleção, devido que, geralmente é baseada no fenótipo (Shukla et al., 1998). Assim, o conhecimento das relações existentes entre as variáveis empregadas para o melhoramento da espécie de interesse é de suma importância, uma vez que existe a necessidade de se obter ganhos não para uma única variável, mas para um conjunto delas. A correlação entre duas variáveis pode ser de natureza fenotípica, genotípica ou ambiental, sendo que somente as correlações genotípicas são as envolvem associação herdável e portanto de grande interesse para o melhoramento (Dunteman, 1984).

Para uma maior eficiência no processo seletivo, é importante salientar que, de acordo com a grande variação na magnitude dos valores de correlação encontrados na literatura, pode-se constatar a diferença que deve existir entre populações e verificar, sobretudo, a necessidade de se obter estimativas de correlação para cada população em particular. O estudo da correlação entre variáveis mede a intensidade associativa entre essas, ou seja, seu grau de variação conjunta, podendo ser positiva, quando ocorre acréscimo simultâneo nas duas, ou negativa, quando ocorre aumento de uma variável com redução da outra (Steel & Torrie, 1980).

Em estudos genéticos é indispensável distinguir e quantificar o grau de associação genética e ambiental entre caracteres, principalmente se uma das características apresentar baixa herdabilidade acompanhada de dificuldades de mensuração e identificação. Assim, a seleção correlacionada com uma característica que apresente alta herdabilidade e facilidade de avaliação pode ser mais conveniente, pois permite progressos mais rápidos no melhoramento (Cruz et al., 2004; Regazzi e Carneiro, 2004).

Em *Brachiaria*, Borges et al. (2011) observaram forte correlação do peso de matéria seca total com o de folhas e de colmos. Basso et al. (2009), estudando esse mesmo gênero, detectaram elevadas associações entre a MST e MSF nos diferentes locais de estudo. Diversos autores afirmam que o número de afilhos é uma variável que influencia na produção de matéria seca total (Alexandrino et al., 2005; Silva et al., 2008).

1.6.3. ANÁLISE DA DIVERSIDADE GENÉTICA

O conhecimento da dissimilaridade genética dentro de uma espécie é fundamental, principalmente, na caracterização de genótipos e como critério de seleção de parentais em programas que envolvem cruzamentos (Falconer e Mackay, 1981; Cruz & Carneiro, 2003; Carvalho et al., 2008). Sua importância está relacionada com a necessidade de identificar genitores que, em futuros cruzamentos, possibilitarão maior efeito heterótico na progênie e maior variabilidade genética nas populações segregantes, aumentando, assim, a probabilidade na obtenção de indivíduos superiores, uma vez que a distância genética entre parentais é indicativo da expressão heterótica nas progênies (Falconer, 1981; Cruz & Regazzi, 1997; Rao et al., 1981; Cruz et al., 2004).

A divergência genética pode ser estudada por meio das diferenças entre os genótipos avaliados, sejam estas morfológicas, agrônômicas, fisiológicas, moleculares, entre outras (Cargnelutti Filho et al., 2008). Diversos autores têm relatado análises de dissimilaridade genética com base em informações obtidas por meio de caracteres morfoagronômicos (Machado et al., 2000; Barrelli et al., 2009). Outros, porém, preconizam a utilização de marcadores moleculares de DNA como forma mais fidedigna de acessar a divergência entre genótipos sem que ocorra o efeito do ambiente (Ferreira & Grattapaglia, 1998; Lefebvre et al., 2001; Kamada et al., 2009). Nas análises de dissimilaridade genética, os marcadores moleculares de DNA merecem destaque, pois, em relação a outros tipos de marcadores, permitem acessar um maior número de locos polimórficos (Carvalho et al., 2008b).

Dentre as ferramentas utilizadas na estimativa da dissimilaridade genética entre um conjunto de genótipos, destacam-se a utilização de caracteres agrônômicos (fenotípicos) e dados moleculares.

A utilização de marcadores moleculares na quantificação da divergência genética vem crescendo nos últimos anos, uma vez que se constituem em excelente ferramenta para a obtenção de informações genéticas contidas no genoma de um organismo. Dentre as técnicas de marcadores moleculares, os microssatélites (SSR) envolvem o desenvolvimento de *primers* específicos, que é um processo elaborado e caro. A maior vantagem dessa técnica é o elevado polimorfismo revelado, o que a torna uma das melhores opções para uso na caracterização de cultivares, especialmente em germoplasma aparentado e

de baixa variabilidade (Milach, 1998; Ferreira & Grattapaglia, 1998). Em comparação com caracteres fenotípicos, os marcadores moleculares apresentam a vantagem de não sofrerem influência do ambiente, porém apresentam a desvantagem de acessarem o genoma como um todo, não somente as regiões responsáveis pela manifestação dos caracteres de interesse.

Entre as formas de visualizar a dissimilaridade que podem evidenciar a intensidade de variabilidade genética, as análises de dissimilaridade que são mais utilizadas são calculadas pela distância Euclidiana e a distância de Mahalanobis. A análise multivariada pode ser utilizada como uma ferramenta importante para estimar a dissimilaridade genética, com o objetivo de auxiliar a escolha de novas recombinações genéticas (Gaur et al., 1978).

Outra técnica importante no estudo de dissimilaridade genética é a análise de agrupamento que, segundo Cruz & Regazzi (2004), tem por finalidade reunir e classificar os genótipos em vários grupos, de tal forma que exista homogeneidade dentro e heterogeneidade entre grupos formados. Os métodos de agrupamento mais utilizados em programas de melhoramento genéticos de plantas têm sido os hierárquicos e os de otimização. Nos métodos hierárquicos, os genitores são agrupados por um processo que se repete em vários níveis, até que seja estabelecido um dendrograma, e nos de otimização, é realizada a partição do conjunto de genitores em subgrupos mutuamente exclusivos por meio da maximização ou minimização de uma medida preestabelecida. Destaca-se o método de Tocher, em que o objetivo é alcançar uma partição dos indivíduos que otimize alguma medida predefinida, sendo que as médias das distâncias intragrupos são sempre menores que as distâncias médias intergrupos (Cruz & Carneiro, 2003).

Singh et al. (1991) recomendam a integração das análises moleculares com a avaliação de caracteres morfológicos, agronômicos e bioquímicos, por fornecerem informações complementares, aumentando a eficácia das análises de diversidade genética.

1.7. ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE

Os programas de melhoramento de plantas geralmente visam à obtenção de genótipos com alta produtividade, estabilidade de produção e ampla adaptabilidade aos mais variados ambientes (Cruz & Carneiro, 2006). O objetivo principal é avaliar um conjunto de genótipos por meio de várias metodologias de análise, as quais utilizam diferentes conceitos biológicos da estabilidade e/ou adaptabilidade, bem como são empregados diferentes procedimentos estatísticos para a obtenção das estimativas dos parâmetros em experimentos conduzidos com vários genótipos, anos e locais, segundo os mesmos autores.

Dentre as muitas definições de interação do genótipo x ambiente (G x A), podemos reduzi-las a uma implicação prática em que a melhor população ou indivíduos num local não são necessariamente os melhores para outros locais (Patiño-Valera, 1986). A interação genótipo x ambiente pode ser definida como a alteração no desempenho relativo dos genótipos, em função das diferenças de ambientes (Borém e Miranda, 2005), e pode ser simples ou complexa. O primeiro caso ocorre pela diferença entre os genótipos, não provocando alterações na classificação dos genótipos entre os ambientes. O segundo caso é proporcionado pela falta de correlação entre os genótipos (Cruz & Carneiro,

2003). Essa ausência de correlação indica que o genótipo superior em um ambiente, normalmente não terá o mesmo desempenho relativo em outro ambiente (Falconer, 1987). Ela pode ser simples, quando a causa é a diferença entre genótipos e não provoca inversão na classificação dos mesmos, ou complexa, quando a causa é a falta de correlação entre genótipos, causando uma inversão na classificação. A interação complexa dificulta a seleção de genótipos de adaptação mais ampla e, conseqüentemente, as recomendações do melhorista.

A interação genótipo x ambiente constitui-se num dos maiores desafios dos programas de melhoramento de qualquer espécie, seja na fase de seleção ou na recomendação de cultivares. Deve-se considerar que esta interação reduz a correlação genética e, por conseqüência, o ganho com a seleção (Falconer & Mackay, 1996).

Para diminuir o efeito da interação G x A, a condução dos experimentos no maior número possível de locais e anos é necessário para avaliar a magnitude da interação e seu possível impacto sobre a seleção e a recomendação de cultivares. Neste contexto, a análise da interação genótipo *versus* ambiente reflete o efeito genotípico na expressão do fenótipo de forma benéfica ou não pelos estímulos ambientais (Cruz & Carneiro, 2006; Coimbra et al., 2009). Na maioria das vezes, afeta o ganho com a seleção, tornando necessária a estimativa da magnitude e natureza desta interação (Rosado et al., 2012). Uma alternativa para amenizar este efeito é a seleção de plantas com ampla adaptação e de elevada estabilidade ou que indique a região mais específica para a máxima expressão do potencial genético da futura cultivar. Para tornar essa recomendação a mais segura possível, é necessário um estudo detalhado acerca da adaptabilidade e da estabilidade das cultivares, assim como de seus caracteres importantes economicamente avaliando um grande conjunto de genótipos em vários ambientes (Cruz & Carneiro, 2006; Mendes et al., 2012).

Diferentes conceitos estão relacionados à adaptabilidade e à estabilidade. A adaptabilidade se refere à capacidade do genótipo em responder, de maneira vantajosa, à melhoria do ambiente. A estabilidade de comportamento é a capacidade dos genótipos terem comportamento previsível em função das flutuações ambientais (Cruz & Carneiro, 2003). Desse modo, estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica são úteis na caracterização de genótipos quanto às respostas relativas às diferenças de ambientes.

Podem ser destacados os seguintes procedimentos baseados na variância da interação G x A: regressão linear simples (Eberhart & Russell, 1966; Perkins & Jinks, 1968), múltipla (Cruz et al., 2004), regressão quadrática (Chaves et al., 1989), não lineares (Chaves et al., 1989) e método Tradicional (Yates e Cochran, 1938; Cruz et al., 2004).

A metodologia da análise de regressão propostas por Eberhart & Russell (1966) é uma das mais usadas e disseminadas. É baseada em uma regressão linear simples dos genótipos em função de índices ambientais. Para estes autores, o coeficiente de inclinação da reta é adotado como medida de adaptabilidade e os desvios da regressão como medida de estabilidade, sendo considerado como genótipo ideal aquele que possui um coeficiente de regressão igual a um e com o menor desvio de regressão possível (Silva-Filho et al., 2008). O método Tradicional é baseado na variação ambiental para cada genótipo, preconizando que aqueles que evidenciam os menores valores de qua-

drado médio são considerados estáveis (Oliveira, 1976; Cruz et al., 2004). Segundo Yates e Cochran (1938), esta análise preconiza a estabilidade no sentido biológico. É importante aliar a análise de adaptabilidade e estabilidade via regressão com outros métodos, como o Tradicional, fortalecendo as inferências a serem formuladas frente à previsibilidade dos genótipos (Silva & Duarte, 2006).

As metodologias diferem quanto aos conceitos relacionados, aos parâmetros estimados, aos procedimentos biométricos empregados e às pressuposições para utilização, cada uma delas possuindo vantagens e limitações (Vencovsky & Barriga, 1992).

As análises de adaptabilidade e estabilidade são, portanto, procedimentos estatísticos que permitem, de algum modo, identificar as cultivares de comportamento mais estável e que respondem previsivelmente às variações ambientais. Assim, a estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica tem sido uma forma muito difundida entre os melhoristas de plantas para avaliar novos genótipos antes de sua recomendação como cultivares.

2. CAPÍTULO II

Variabilidade genética de caracteres forrageiros em *Paspalum*

Variabilidade genética de caracteres forrageiros em *Paspalum*¹

Emerson André Pereira⁽²⁾, Thiago Barros⁽²⁾, Gabriela Kessler Volkmann⁽²⁾, Gabriel Koltermann Battisti⁽³⁾, José Antonio Gonzalez da Silva⁽³⁾, Carine Simioni⁽²⁾ e Miguel Dall'Agnol⁽²⁾

(1) Artigo publicado na revista Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 47, n.10, p. 1533-1540, out. 2012.

(2) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Avenida Bento Gonçalves, no 7.712, CEP 91501-970 Porto Alegre, RS. E-mail: emersonpijui@yahoo.com.br, thiagopoabr@hotmail.com, gabivolkmann@hotmail.com, carine.simioni@ufrgs.br, miguel@d@ufrgs.br

(3) Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Departamento de Estudos Agrários, Rua do Comércio, no 3.000, CEP 98700-000 Ijuí, RS. E-mail: gabrielkbattisti@bol.com, jagsfaem@yahoo.com.br

Resumo - O objetivo do trabalho foi determinar a variabilidade genética entre acessos de diferentes espécies de *Paspalum* e a expressão de caracteres de interesse forrageiro em distintos locais e anos de cultivo. Os experimentos foram conduzidos em delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições com parcelas compostas por cinco acessos de *P. lepton*, dois de *P. guenoarum* e mais a cultivar Pensacola (*P. notatum*) utilizada como testemunha. Os acessos avaliados apresentaram variabilidade genética em caracteres de interesse forrageiro com efeitos na interação genótipo x ambiente. A produção de matéria seca total e de folhas foram os caracteres que mais contribuíram para a detecção da variabilidade genética observada, independentemente do ano de avaliação.

Termos para indexação: apomixia, espécie nativa, interação genótipo x ambiente, seleção.

Genetic variability of forage traits in *Paspalum*

Abstract - The objective of this work was to determine the genetic variability and the expression of traits of interest for forage production in species of *Paspalum*. The experiments were carried out in different locations and crop years in randomized block design with three replicates. Five accessions of *P. lepton* and two of *P. guenoarum* were evaluated, besides the cultivar Pensacola (*P. notatum*), used as a control. The following traits were determined: leaf/stalk ratio; harvest index; and total, leaf, and stalk dry matter. Both main effects (genotype, years, and locations) and the interactions among factors had significant influence on the evaluated traits. The evaluated accessions showed genetic variability in traits of interest for forage production, and their performance varied according to the location and year of cultivation. Total and leaf dry matter production are the traits that most contribute to the detection of the observed genetic variability, regardless of the year of evaluation.

Index terms: apomixis, native species, genotype x environment interaction, selection.

Introdução

No Rio Grande do Sul, há espécies forrageiras nativas de vários gêneros, com bom valor nutritivo, que constituem a base da exploração pecuária na região, pois, embora as forrageiras exóticas tenham elevado potencial de produção, muitas vezes elas não se adaptam às condições edafoclimáticas locais.

Entre as espécies nativas encontradas no Sul do Brasil, destacam-se as do gênero *Paspalum*, que apresentam elevado potencial forrageiro e são adaptadas a diversos ecossistemas brasileiros (Batista & Godoy, 2000). Para Strapasson et al. (2000), o fato dessas espécies comporem o ecossistema nativo acarreta menor risco de desequilíbrio biológico pela exploração pecuária. Em razão da grande variabilidade intra e interespecífica existente no gênero *Paspalum*, há grande potencial para sua exploração em programas de melhoramento genético (Batista & Godoy 2000; Reis et al., 2010; Pereira et al., 2011).

A maioria das espécies do gênero *Paspalum* tem como modo de reprodução a apomixia, o que implica populações geneticamente homogêneas (Quarín & Norrmann 1990). A apomixia dificulta a recombinação genética, assim como a proteção de cultivares pelas normas legais vigentes. O desenvolvimento dessas espécies em ambientes divergentes também pode ser dificultado (baixa estabilidade fenotípica), pois não há troca de alelos favoráveis à adaptação. Este fato aumenta os riscos de perda de genótipos por fatores abióticos e bióticos (Adamowski et al., 2005). Porém, a utilização de hibridizações, quando um dos genitores apresenta reprodução sexuada, pode gerar variabilidade e possibilitar a seleção de progênes elite, com fixação imediata dos caracteres de interesse em razão da apomixia (Rodrigues et al., 2003; Acuña et al., 2009).

A descoberta de plantas diploides sexuais em populações naturais de *P. plicatulum* possibilitou a obtenção de novos genótipos a partir de cruzamentos com espécies compatíveis (Sartor et al., 2009). Essa descoberta teve forte impacto sobre programas de melhoramento das plantas forrageiras do grupo Plicatula, antes impossibilitados pela apomixia. Aguilera et al. (2011) hi-

bridizaram artificialmente um genótipo de *P. plicatulum*, denominado "4c-4x" (genitor feminino), com a cultivar apomítica conhecida como Rojas (*P. guenoarum*, genitor masculino), e obtiveram 23 híbridos interespecíficos viáveis.

O conhecimento da expressão de caracteres de interesse forrageiro e da variabilidade genética existente entre genótipos de diferentes espécies do gênero *Paspalum* pode contribuir para a identificação de plantas superiores quanto à produção de forragem, e para o direcionamento de cruzamentos com genitor sexual, com vistas à seleção de recombinantes desejáveis.

O objetivo deste trabalho foi determinar a variabilidade genética e a expressão de caracteres de interesse forrageiro de acessos de espécies do gênero *Paspalum*, em diferentes locais e anos de cultivo.

Material e Métodos

O experimento foi realizado nos anos agrícolas de 2009/2010 e 2010/2011, nos municípios de Eldorado do Sul e Augusto Pestana, RS. A área experimental em Eldorado do Sul está localizada na região da Depressão Central (30°06'02"S e 51°41'27"W, a 34 m de altitude). O solo é classificado como Argissolo Vermelho distrófico típico, e o clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido, com verão quente. A temperatura média anual é de 19,3°C, com média máxima de 24,6°C, em janeiro, e média mínima de 13,8°C, em junho. A precipitação média anual está em torno de 1.400 mm. Durante o período de avaliação, choveu 1.692 mm no primeiro ano e 807 no segundo, e a temperatura média esteve em torno de 19°C. Em Augusto Pestana, a área experimental está situada na região Noroeste do estado (28°25'58"S e 54°00'24"W, a 290 m de altitude). O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférico típico, e o clima é do tipo Cfa, conforme a classificação de Köppen. A precipitação média é de 1.600 mm, e a temperatura média é de 21,8°C. Janeiro e fevereiro são os meses mais quentes do ano, com temperatura superior a 22°C, enquanto junho e julho são os meses mais frios, com temperatura média entre 3 e 18°C. Durante a condução do experimento, choveu 1.711 mm no primeiro ano e 1.200 no segundo, com temperatura média de 20°C.

Foram realizadas análises do solo no período que antecedeu a implantação do experimento, em ambos os locais. As amostras foram retiradas da camada de 0 a 20 cm. Em Eldorado do Sul, o solo apresentou as seguintes características: 210 g kg⁻¹ de argila; pH, 5,4; índice SMP de 6,3; 14 g kg⁻¹ de matéria orgânica; 3,1 cmolc dm⁻³ de H+Al; 6,7 mg dm⁻³ de P; 119 mg dm⁻³ de K; e Al, Ca, Mg e CTC de 0,1, 2,0, 0,7, 6,1 cmolc dm⁻³, respectivamente; com saturação por bases de 49% e por Al de 3,2%. Em Augusto Pestana, o solo apresentou: 560 g kg⁻¹ de argila; pH, 6,2; índice SMP de 6,1; 26 g kg⁻¹ de matéria orgânica; 3,9 cmolc dm⁻³ de H+Al; 46,2 mg dm⁻³ de P; 215 mg dm⁻³ de K; e Al, Ca, Mg e CTC de 0, 7,2, 2,2 e 9,9 cmolc dm⁻³, respectivamente; com percentagem da saturação por bases de 71,9%; e por Al de 0%. As áreas receberam adubação de base na quantidade de 20-150-100 e 20-120-100 kg ha⁻¹ de N-P-K, em Eldorado do Sul e Augusto Pestana, respectivamente. Foram realizadas adubações de cobertura de 180 e 130 kg ha⁻¹ de N em Eldorado do Sul e Augusto Pestana, respectivamente. As adubações de cobertura foram fracionadas em seis momentos. As aplicações foram realizadas após cada corte, conforme as indicações técnicas para gramíneas perenes de estação quente, seguindo as recomendações da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solos (Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, 2004).

Os acessos utilizados foram obtidos de coleção pertencente ao Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, a partir de coletas realizadas em ecossistemas naturais do estado (Reis et al., 2010; Pereira et al., 2011). Os acessos de maior potencial forrageiro, determinado em estudo preliminar, foram selecionados para a realização do experimento: *P. lepton* (acessos: 28B, 26A, 28C, 26D e 28E) e *P. guenoarum* (acessos: Azulão e Baio). Além disso, foi incluída, como testemunha, a cultivar Pensacola (*P. notatum*), também proveniente das condições naturais do Cone Sul e que apresenta alta relação folha/colmo e qualidade nutricional (Pereira et al., 2011). Em cada local, utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições, em que as parcelas foram constituídas por seis linhas de 2,2 m de comprimento e 0,20 m de espaçamento. Em cada linha, as mudas foram transplantadas a cada 20 cm, o que

totalizou 60 plantas por parcela. Os transplantes ocorreram em 1 e 4 de dezembro de 2009, em Eldorado do Sul e Augusto Pestana, respectivamente.

As avaliações foram realizadas por meio de cortes, com a utilização de dois quadrados (gabarito) de 0,50x0,50 m, quando a maior parte dos acessos apresentava altura média das folhas de 35 cm, tendo permanecido um resíduo de 10 cm do solo, exceto para a cultivar Pensacola, que foi cortada ao atingir altura média de 25 cm, com resíduo de 5 cm, manejo mais indicado para esta espécie (Sawasato, 2007; Pereira et al., 2011). Também foram utilizados dois quadrados, com 0,25x0,25 m, para a contagem do número de afilhos por área. Após os cortes, as amostras foram levadas ao laboratório para a separação morfológica de folhas, colmos, inflorescências e material morto, e secas em estufa de ar forçado, a 65°C, até massa constante, para análise dos caracteres de interesse.

Os caracteres mensurados foram: massa seca total (MST, kg ha⁻¹), e folhas (MSF, kg ha⁻¹) e de colmo (MSC, kg ha⁻¹). Não foi considerado o material morto, por praticamente inexistir durante as avaliações. Com estas variáveis, foram calculados a relação folha/colmo (RFC, MSF/MSC) e o índice de colheita (IC, MSF/MST). Foram realizados cinco cortes, no primeiro ano, e seis, no segundo, que foram somados dentro de cada ano e local, exceto para a cultivar Pensacola, para a qual foram realizados quatro e cinco cortes no primeiro e no segundo ano, respectivamente. O menor número de cortes da testemunha ocorreu em razão do pequeno crescimento das plantas, decorrente das baixas temperaturas no outono e no inverno. O número de afilhos (NAF) foi obtido por contagem, para obtenção da média produzida ao longo dos anos.

Os dados foram submetidos à análise de variância, tendo-se utilizado o teste F, a 5% de probabilidade. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Utilizou-se a análise multivariada, com emprego da distância generalizada de Mahalanobis (D^2), para estimar a variabilidade genética existente entre os acessos, em cada local e ano de cultivo, e o método de Tocher foi usado como técnica de agrupamento dos acessos. A magnitude de contribuição relativa das variáveis, para a variabilidade morfológica total observada nas diferentes condições estabelecidas, foi determinada

pelo modelo de Singh (1981). Para estas determinações, foi utilizado o programa Genes (Cruz, 2007).

Resultados e Discussão

Tanto os efeitos principais (genótipo, anos e locais) como a interação entre os fatores (genótipo x ano, genótipo x local, ano x local e genótipo x ano x local) influenciaram significativamente os caracteres avaliados (Tabela 1). O ano de cultivo exerceu maior influência (quadrado médio mais elevado) sobre os caracteres MST, MSF, RFC e IC que os demais fatores. A MST e a MSF foram os caracteres mais efetivos na identificação de genótipos superiores, com aptidão forrageira; tendo sofrido forte influência da interação entre genótipos e ambiente de cultivo (Assis et al., 2008; Pereira et al., 2011).

No Município de Eldorado do Sul, os acessos Azulão e Baio de *P. guenoarum* apresentaram os melhores desempenhos na produção de MST, em comparação aos acessos das espécies *P. leptum* e *P. notatum*, nos dois anos avaliados. Esses dados corroboram os obtidos por outros autores, que evidenciaram a alta produção desses acessos em avaliações com genótipos nativos, entre os quais a cultivar Pensacola (Sawasato, 2007; Pereira et al., 2011). Nesse município, a produção média de matéria seca total dos acessos, no segundo ano, foi maior do que a obtida no primeiro (Tabela 2). O melhor desempenho no segundo ano também foi observado no Município de Augusto Pestana. Este resultado pode ser atribuído ao processo de adaptação das mudas depois do transplante, que culminou com a maior capacidade de desenvolvimento e produção após a perenização. Em espécies de hábito rizomatoso ou estolonífero, o processo de adaptação da espécie ao ambiente ocorre no primeiro ano (Pereira et al., 2011).

No ano de estabelecimento, os acessos Azulão, Baio, 26A e 28E produziram mais matéria seca total em Augusto Pestana do que em Eldorado do Sul. No segundo ano, no entanto, a produção de MST em Eldorado do Sul, em geral, foi superior.

Os maiores valores médios de MSF e MSC também ocorreram no ano seguinte à implantação (Tabela 2). Ressalta-se que a produção de colmos

é importante na sustentação dos afilhos e de folhas; no entanto, sua maior expressão compromete a estrutura do dossel e diminui a relação folha:colmo (Gomide et al., 2007). A seleção para a redução da produção de colmo e aumento da de folha tem sido fortemente preconizada no melhoramento de forrageiras (Pereira et al., 2011), pois a maior qualidade nutricional está na lâmina foliar, estrutura preferida pelo animal em regime de pastejo (Bratti et al., 2009).

Destaca-se que os acessos Azulão e Baio, de *P. guenoarum*, apresentaram maior estabilidade entre locais e as maiores produções de matéria seca total e de folhas na comparação entre os acessos (Tabela 2). Isso indica a presença de alelos de adaptação, que têm forte interesse para programas de melhoramento, na obtenção de recombinantes superiores.

No teste de médias para a RFC, em Eldorado do Sul, os acessos diferiram, em ambos os anos de cultivo (Tabela 3). Os acessos Baio, 26A e 28B não apresentaram diferenças entre os resultados no ano de estabelecimento e no segundo ano. No entanto, os acessos Azulão, 26D, 28C e 28E apresentaram aumento em RFC, no segundo ano de avaliação. Para a cultivar Pensacola, observou-se alto acréscimo na produção de folhas do primeiro para o segundo ano, quando comparado aos demais acessos. No ano de estabelecimento (2009/2010), o acesso Azulão apresentou desempenho superior aos demais, na produção de folhas.

Em Augusto Pestana, o segundo ano possibilitou maior média de RFC em todos os genótipos (Tabela 3). No primeiro ano, os maiores valores da RFC foram obtidos pelos acessos Azulão, Baio, 26A, 26D e 28C. No ano seguinte, apenas o acesso Azulão destacou-se em relação aos demais. Na comparação entre os locais, em 2009/2010 foram observadas semelhanças para a maioria dos acessos, porém, Azulão e Baio, em Eldorado do Sul, apresentaram o melhor desempenho. No ano seguinte, os acessos Azulão, 28B e 28C, em Augusto Pestana, tiveram os melhores desempenhos. Bratti et al. (2009) consideram a relação RFC um dos parâmetros fundamentais na análise da seleção dos animais em pastejo.

Em relação ao índice de colheita em Eldorado do Sul, os genótipos também evidenciaram melhores resultados no segundo ano, exceto os acessos Azulão e Baio. Em Augusto Pestana, os genótipos mostraram maiores valores

de IC no segundo ano, sobretudo para o acesso Azulão. Na comparação entre locais, grande parte dos acessos mostraram superioridade em IC em Augusto Pestana, no segundo ano. O IC expressa a fração de matéria seca não exportada das folhas para outras partes da planta (Benincasa, 1988) e constitui fator importante no melhoramento de forrageiras.

Em Augusto Pestana ocorreram os maiores valores de NAF, na grande maioria dos genótipos (Tabela 3). No entanto, verificou-se reduzida variabilidade genética neste caráter, com baixa variação entre os genótipos. Assim, em 2009/2010, não foram constatadas diferenças entre os acessos e, no ano seguinte, foram observadas apenas duas classes fenotípicas para discriminação dos genótipos, tanto em Eldorado do Sul quanto em Augusto Pestana. A seleção pelo caráter afilhamento ainda é bastante questionada no melhoramento de plantas (Kuraparthi et al., 2007).

Quanto à contribuição relativa dos caracteres ligados ao potencial forrageiro para a variabilidade total observada (Tabela 4), foram observadas diferenças na capacidade de expressão dessas variáveis em Eldorado do Sul e Augusto Pestana, inclusive com efeito cumulativo destes locais sobre a variabilidade total. Alves et al. (2003) relataram a importância da determinação da contribuição relativa dos caracteres para possibilitar a redução no número de avaliações necessárias para determinação da variabilidade genética, já que apenas caracteres que efetivamente contribuem para essa variabilidade são mensurados. Os anos de avaliação influenciaram a variabilidade observada. Em Eldorado do Sul, a MSF e o IC foram os caracteres que mais contribuíram para a variação, com valores de 68,65 e 23,13%, respectivamente, enquanto os demais caracteres tiveram reduzida participação. Em Augusto Pestana, embora a MSF tenha apresentado efetiva expressão nos acessos testados, a maior participação foi a do caráter MST, com mais de 52% de contribuição sobre a variabilidade genética total entre os acessos.

No ano de estabelecimento, na média dos dois locais, a maior proporção da variabilidade genética foi devida a MSF e a MST, com valores de 53,33 e 25,7%, respectivamente (Tabela 4). No segundo ano, nos dois locais, foram observadas contribuições relativas de 35,84 e 53,98%, para MST e MSF, respectivamente. Contudo, na contribuição geral, que inclui o efeito cumulativo

dos anos e dos locais, confirmou-se a maior efetividade dos caracteres MST (55,8%) e MSF (27,16%), para quantificar a variabilidade entre os acessos. Caracteres que contribuem pouco para a divergência genética não devem ser utilizados na seleção por diminuir a eficiência do processo (Alves, et al., 2003; Moreira et al., 2005). Pereira et al. (2011) também obtiveram maior contribuição de MST e MSF para avaliação da variabilidade genética no gênero *Paspalum*.

A análise de agrupamento pelo método de Tocher (Tabela 5) possibilitou a distribuição dos oito acessos avaliados em quatro grupos distintos, em Eldorado do Sul. Em Augusto Pestana, obteve-se a formação de apenas dois grupos, na análise conjunta dos dois anos de avaliação. O maior número de grupos formados em Eldorado do Sul indica que esse ambiente é mais favorável à seleção, pois permite a expressão de maior variabilidade entre os genótipos. Entretanto, em Augusto Pestana, o ambiente se mostrou mais favorável para a expressão do potencial genético, na maioria dos acessos estudados (Tabelas 2 e 3).

Ao se considerar os resultados obtidos em Eldorado do Sul, os acessos apomíticos 28C, 26D e 28B de *P. lepton*, e o acesso Azulão de *P. guenoarum* podem ser utilizados como genitores masculinos na combinação com o genitor sexual feminino. No entanto, com base nos resultados encontrados em Augusto Pestana, apenas o acesso 28C de *P. lepton* e o acesso Azulão de *P. guenoarum* devem ser indicados para cruzamentos com o genitor sexual.

Conclusões

1. Os acessos avaliados apresentam variabilidade genética em caracteres de interesse forrageiro, bem como desempenho variável de acordo com o local e o ano de cultivo

2. A produção de matéria seca total e de folhas são os caracteres que mais contribuem para a detecção da variabilidade genética observada independentemente do ano de avaliação.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, à Associação Sul-Brasileira para o Fomento à Pesquisa de Forrageiras.

Referências bibliográficas

ACUÑA, C. A.; BLOUNT, A. R.; QUESENBERRY, K. H.; KENWORTHY, K. E.; and HANNA, W. W. Bahiagrass Tetraploid Germplasm: Reproductive and Agronomic Characterization of Segregating Progeny. **Crop Science**, 49: 2: 581-588, 2009.

Adamowski, E. V.; Pagliarini, M. S.; Mendes-Bonato, A. B.; Batista, L. A. R.; Valls, J. F. M. Chromosome numbers and meiotic behaviour of some *Paspalum* accessions. **Genetic and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 28, n. 4, p. 773-780, 2005.

AGUILERA, P. M.; SARTOR, M. E.; GALDEANO, F.; ESPINOZA, F.; QUARIN, C. L. Interspecific tetraploid hybrids between two forage grass species: sexual *Paspalum plicatulum* and apomictic *P. guenoarum*. **Crop Science**, v. 51, p. 1544-1550, 2011.

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JR., D.; MOSQUIM, P.R.; REGAZZI, A. J.; ROCHA, F. C. Características morfológicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1372-1379, 2004.

ALVES, R.M.; GARCIA A.A.F; CRUZ, E.D.; FIGUEIRA, A. Seleção de descritores botânico-agronômicos para caracterização de germoplasma de cupuaçuzeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 07, p. 807-818, 2003.

ASSIS, G. M. L.; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO JÚNIOR, J. M. AZEVEDO, J. M A.; FERREIRA, A. S. Seleção de genótipos de amendoim forrageiro para cobertura do solo e produção de biomassa aérea no período de estabelecimento utilizando-se metodologia de modelos mistos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.11, pp. 1905-1911. 2008.

- BATISTA, L. A. R.; GODOY, R. Caracterização preliminar e seleção de germoplasma de gênero *Paspalum* para produção de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.23-32, 2000.
- BENINCASA, M. M. R. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: Unesp, 1988. 42 p.
- BRATTI, L. F. S.; DITTRICH, J. R.; BARROS, C. S.; SILVA, C. J. A.; MONTEIRO, A. L. G. M.; ROCHA, C.; ROCHA, F. M. P. Comportamento ingestivo de caprinos em pastagem de azevém e aveia-preta em cultivo puro e consorciado. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 397-405, abr./jun. 2009.
- CARVALHO, F.I.F.; SILVA, S.A.S.; KUREK, A.J.; MARCHIORO, V.S. **Estimativas e implicações da herdabilidade como estratégia de seleção**. Pelotas: UFPel, 2001, 99p.
- CRUZ, C.D. **Programa GENES**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2007.
- DALL'AGNOL, M.; SCHIFINO-WITTMANN, M. T. Apomixia, genética e melhoramento de plantas. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.11, p. 127-133, 2005.
- GOMIDE, C.A. DE M.; GOMIDE, J.A.; ALEXANDRINO, E. Características estruturais e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a períodos de descanso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p.1487-1494, 2007.
- KURAPARTHY, V.; SOOD, S.; DHALIWAL, H.; Vegetative development in small cereal grain. **Agronomy journal**, v. 2, p. 285-294, 2007.
- KOLTUNOW, A.M.; GROSSNIKLAUS, U. Apomixis: A developmental perspective. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v.54, p.547-574, 2003.
- MILES, J. W. Apomixis for cultivar development in tropical forage grasses. **Crop Science**, 47:S238-S249, 2007.
- MOREIRA, G.R.; SILVA, D.J.H. da; PICANÇO, M.C.; PETERNELLI, L.A.; CALIMAN, F.R.B. Divergência genética entre acessos de tomateiro infestados por diferentes populações da traça-do-tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v.23, p.887-892, 2005.
- PEREIRA, E. A.; DALL'AGNOL, M.; NABINGER, C.; HUBER, K, G, C.; MONTARDO, D. P; GENRO, T. C. M. Produção agrônômica de uma coleção de a-

- cessos de *Paspalum leptum* Parodi. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 498-508, 2011.
- REIS, C. A. O.; DALL'AGNOL, M.; NABINGER, C.; SCHIFINO-WITTMANN, M. T. Morphological variation in *Paspalum leptum* Parodi accessions, a promising forage. **Scientia Agricola**, v. 67, n.2, p.143-150, 2010.
- RODRIGUES, J. C. M.; CABRAL, G. B.; DUSI, D. M. A.; MELLO, L. V.; RIGDEN, D.; CARNEIRO, V.T.C. Identification of differentially expressed cDNA sequences in ovaries of sexual and apomictic plants of *Brachiaria brizantha*. **Plant Molecular Biology**, v. 23, 2004, p. 745-757, 2003.
- QUARIN, C.L.; ORRMANN, G. A. Interpecific hybrid between five *Paspalum* species. **Botanical Gazette**, v. 151, n. 3, p. 366-369, 1990.
- SARTOR, M. E.; QUARIN, C. L. ESPINOZA, F. Mode of reproduction of colchicine-induced *Paspalum plicatulum* tetraploids. **Crop Science**, v. 49, p. 1270-1276, 2009.
- SAWASATO, J. T. **Caracterização agrônômica e molecular de *Paspalum urvillei* Steudel**. 109f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2007.
- SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetic and Plant Breeding**, v.41, p.237-245. 1981.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre, 2004. 400 p.
- STRAPASSON, E.; VENCOVSKY, R.; BATISTA, L. A. R. Seleção de descritores na caracterização de germoplasma de *Paspalum sp.* por meio de componentes principais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 373-381, 2000.
- VALLE, C. B.; JANK, L.; RESENDE, R. M. S. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. **Revista Ceres**, v. 56, p. 460-472, 2009.

Tabela 1. Resumo da análise de variância de caracteres forrageiros de acessos do gênero *Paspalum*, em dois anos de cultivo em Eldorado do Sul, SP e Augusto Pestana, RS.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		MST	MSF	MSC
(Bloco/Local)/Ano	8	1032399	579,238	87565
Genótipo (G)	7	102763861*	58748634*	7063331*
Anos (A)	1	145679172*	212656579*	325306*
Locais (L)	1	2675086*	761562*	174659*
G x A	7	37182394*	15260521*	3584427*
G x L	7	5754648*	3421097*	546681*
A x L	1	19120973*	4630*	11691451*
G x A x L	7	3316443*	2159252*	1573424*
Erro	56	1014076	446814	178301
Total	95	-	-	-
Média Geral		6401 kg ha ⁻¹	4.248 kg ha ⁻¹	1705 kg ha ⁻¹
CV (%)		15,73	15,73	24,75

Fonte de Variação	de	GL	Quadrado Médio		
			RFC (kg ha ⁻¹)	IC (MSF/MST)	NAF (número m ⁻²)
(Bloco/Local)/Ano		8	0,59	0,012	43456
Genótipo (G)		7	11,81*	0,04*	44461*
Anos (A)		1	114*	1,42*	107596*
Locais (L)		1	0,05*	0,02*	1560877*
G x A		7	6,23*	0,03*	96515*
G x L		7	4,79*	0,02*	51710*
A x L		1	16,06*	0,10*	246303*
G x A x L		7	11,70*	0,02*	58776*
Erro		56	0,33	0,017	7495
Total		95	-	-	-
Média Geral			2,95	0,64	571
CV (%)			19,42	6,41	15,15

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; MST, massa seca total; MSF, massa seca de folha; MSC, massa seca de colmo; RFC, relação folha:colmo; IC, índice de colheita; NAF, número de afilhos.

Tabela 2. Produção de massa seca total, de folhas e de colmos de acessos do gênero *Paspalum*, em dois municípios do Rio Grande do Sul.

Genótipos	Eldorado do Sul		Augusto Pestana	
	2009/10	2010/11	2009/10	2010/11
Massa seca total (kg ha ⁻¹)				
<i>P. guenoarum</i> Azulão	B6519aB	A15995aA	B8050aA	A13228bB
<i>P. guenoarum</i> Baio	B6267aB	A14252aB	B7494aA	A16836aA
<i>P. lepton</i> 26A	A3894bB	A4941bA	A5525bA	A5758Ca
<i>P. lepton</i> 26D	B4074bA	A6456bA	A4865cA	A4209dB
<i>P. lepton</i> 28B	B4529bA	A8130bA	A5384bA	A5000cB
<i>P. lepton</i> 28C	A3660bA	A5031bA	B4593cA	A5944cA
<i>P. lepton</i> 28E	A3554bB	A2722bA	A5904bA	A4796cA
<i>P. notatum</i> Pensacola	A3953bA	A5772bA	A4443cA	B3057dB
Média Geral	4556	7912	5782	7354
Massa seca de folhas (kg ha ⁻¹)				
<i>P. guenoarum</i> Azulão	B5520aA	A11218aA	B4159aB	A11171aA
<i>P. guenoarum</i> Baio	B4382bA	A9850aB	B3973aA	A12042aA
<i>P. lepton</i> 26A	B1641cB	A3443bA	B2827bA	A4813bA
<i>P. lepton</i> 26D	B2438cA	A5336bA	B2428bA	A3520cB
<i>P. lepton</i> 28B	B1877cB	A4606bA	B2492bA	A3860cA
<i>P. lepton</i> 28C	B1783cB	A4074bA	B2538bA	A4847bA
<i>P. lepton</i> 28E	A1489cB	A1804cB	B2409bA	A3847cA
<i>P. notatum</i> Pensacola	B2175cA	A4899bA	A2018bA	A2449dB
Média Geral	2663	5654	2856	5819
Massa seca de colmos (kg ha ⁻¹)				
<i>P. guenoarum</i> Azulão	B884bB	A4141aA	A2768aA	B1490bB
<i>P. guenoarum</i> Baio	B1608aB	A4402aA	B2505aA	A4416aA
<i>P. lepton</i> 26A	A1076bB	A1434cA	A1765bA	B991bA
<i>P. lepton</i> 26D	A1124bB	A1050cA	A1642bA	B738bA
<i>P. lepton</i> 28B	B1581aB	A3124bA	A2155aA	B1241bB
<i>P. lepton</i> 28C	A1318bA	A1073cA	A1523bA	A1156bA
<i>P. lepton</i> 28E	A1241bB	A800cA	A2368aA	B1024bA
<i>P. notatum</i> Pensacola	A1211bA	A536cA	A1583bA	B601bA
Média Geral	1255	3574	2039	1457

Média seguida pela mesma letra maiúscula na linha, a esquerda do valor não difere entre anos no mesmo local; Média seguida da mesma letra maiúscula na linha, a direita do valor não difere entre locais no mesmo ano; Média seguida da mesma letra minúscula na coluna não difere pelo Teste de Scott & Knott, à 5% de probabilidade.

Tabela 3. Valores médios dos caracteres relação folha:colmo (RFC), índice de colheita (IC) e número de afilhos (NAF) em acessos de gênero *Paspalum* em dois anos de cultivo e locais.

Genótipo	Eldorado do Sul		Augusto Pestana	
	2009/10	2010/11	2009/10	2010/11
Relação folha:colmo (MSF/MSC)				
<i>P. guenoarum</i> Azulão	A6,37aA	A2,78dB	B1,51aB	A7,70aA
<i>P. guenoarum</i> Baio	A2,75bA	A2,22dA	B1,61aB	A2,83bA
<i>P. lepton</i> 26A	A1,52cA	A2,41dB	B1,65aA	A4,87bA
<i>P. lepton</i> 26D	B2,16bA	A5,08bA	B1,55aA	A4,82bA
<i>P. lepton</i> 28B	A1,19cA	A1,51dB	B1,16bA	A3,12bA
<i>P. lepton</i> 28C	B1,37cA	A3,83cA	B1,68aA	A4,18bA
<i>P. lepton</i> 28E	B1,19cA	A2,26dB	B1,03bA	A3,85bA
<i>P. notatum</i> Pensacola	B1,83cA	A9,18aA	B1,27bA	A4,07bB
Média Geral	2,30	1,58	1,43	3,99
Índice de colheita (MSF/MST)				
<i>P. guenoarum</i> Azulão	A0,84aA	B0,70cB	B0,51aB	A0,84aA
<i>P. guenoarum</i> Baio	A0,70bA	A0,68cA	B0,53aB	A0,71cA
<i>P. lepton</i> 26A	B0,42dB	A0,70cB	B0,51aA	A0,83aA
<i>P. lepton</i> 26D	B0,60cA	A0,82bA	B0,50aB	A0,83aA
<i>P. lepton</i> 28B	B0,41dA	A0,57dB	B0,46bA	A0,76bA
<i>P. lepton</i> 28C	B0,48dA	A0,81bA	B0,55aA	A0,81aA
<i>P. lepton</i> 28E	B0,41dA	A0,66cB	B0,41bA	A0,80aA
<i>P. notatum</i> Pensacola	B0,55cA	A0,90aA	B0,45bB	A0,80aB
Média Geral	0,55	0,73	0,49	0,80
Número de afilhos por m ⁻²				
<i>P. guenoarum</i> Azulão	B359aA	A543aA	A446bA	A592bA
<i>P. guenoarum</i> Baio	B388aA	A553aA	A480bA	A552bA
<i>P. lepton</i> 26A	A476aA	B323bB	B595bA	A972aA
<i>P. lepton</i> 26D	B398aB	A580aB	B631bA	A904aA
<i>P. lepton</i> 28B	A497aB	A443aB	A743aA	A910aA
<i>P. lepton</i> 28C	A481aA	A494aB	B570bA	A879aA
<i>P. lepton</i> 28E	A544aA	B260bB	B571bA	A950aA
<i>P. notatum</i> Pensacola	A541aB	B213bB	A876aA	B500bA
Média Geral	461	426	614	782

Média seguida pela mesma letra maiúscula na linha, a esquerda do valor não difere entre anos no mesmo local; Média seguida da mesma letra maiúscula na linha, a direita do valor não difere entre locais no mesmo ano; Média seguida da mesma letra minúscula na coluna não difere pelo Teste de Scott & Knott, a 5 % de probabilidade.

Tabela 4. Contribuição relativa para a variabilidade observada nos caracteres ligados ao potencial forrageiro de acessos do gênero *Paspalum*.

Ambiente	Análise Conjunta	MST	MSF	MSC	RFC	IC	NAF
Eldorado do Sul	Anos	2,61	488,18	28,3	22,3	164,5	4,52
Contribuição (%)		0,36	68,65	3,98	3,22	23,13	0,63
Augusto Pestana	Anos	3350	2456	433	11,64	92,17	7,4
Contribuição (%)		52,74	38,67	6,82	0,18	1,45	0,11
Primeiro ano	Locais	473,8	983,4	120,6	6,4	180,9	78,3
Contribuição (%)		25,7	53,33	6,54	0,35	9,81	4,24
Segundo Ano	Locais	1358	2046	55,75	40,87	219,8	68,7
Contribuição (%)		35,84	53,98	1,47	1,07	5,79	1,81
Geral	Anos + locais	435,1	211,7	31,0	14,3	74,3	12,9
Contribuição (%)		55,8	27,16	3,97	1,85	9,35	1,66

MST, Matéria Seca Total; MSF, Matéria Seca de Folha; MSC, Matéria Seca de Colmo; RFC, Relação Folha:Colmo (MSF/MSC); IC, Índice de Colheita (MSF/MST); NAF, Número de Afilhos.

Tabela 5. Discriminação da variabilidade genética de acessos do gênero *Paspalum* por meio da análise de agrupamento de Tocher.

Ambientes	Grupos	Agrupamento
Eldorado do Sul (análise conjunta de anos)	I	26A, 28E, 28C
	II	26D, Pensacola
	III	Azulão, Baio
	IV	28B
Augusto Pestana (análise conjunta de anos)	I	26A, 28E, 28C, 26D, 28B, Pensacola
	II	Azulão, Baio
2009/2010 (análise conjunta de locais)	I	26A, 28E, 28C, 26D, 28B, Pensacola
	II	Azulão, Baio
2010/2011 (análise conjunta de locais)	I	26A, 28E, 28C, 26D, 28B
	II	Azulão, Baio
	II	Pensacola
Geral (análise conjunta de locais e anos)	I	26A, 28E, 28C, 26D, 28B, Pensacola
	II	Azulão, Baio

3. CAPÍTULO III

A busca de ganho genético em espécies apomíticas do gênero *Paspalum*

A busca de ganho genético em espécies apomíticas do gênero *Paspalum*¹

Emerson André Pereira², Miguel Dall'Agnol², Carine Simioni², Karla Médici Saraiva², Ana Paula Steiner Leães², Ewerton Gewehr³, José Antonio Gonzalez da Silva³

(1) Artigo enviado à Crop Breeding and Applied Biotechnology. (2) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Avenida Bento Gonçalves, no 7.712, CEP 91501-970 Porto Alegre, RS. E-mail: emersonpijui@yahoo.com.br. (3) Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Departamento de Estudos Agrários, Rua do Comércio, no 3.000, CEP 98700000 Ijuí, RS.

Resumo - O objetivo deste trabalho é fornecer subsídios para obtenção de ganho genético em espécies apomíticas do gênero *Paspalum* pela identificação de caracteres que evidenciem simultaneamente alta correlação e herdabilidade. Portanto, dimensionar o quanto da variação fenotípica é devido a efeitos genéticos e ambientais e o grau de associação existente entre a produção da matéria seca de folha com outros caracteres de interesse forrageiro de mais fácil seleção e aferição. O experimento foi conduzido nos anos de 2009/10 e 2010/11 nos municípios de Eldorado do Sul e Augusto Pestana, RS, Brasil, em um delineamento experimental de blocos casualizados com três repetições. Nos acessos apomíticos do gênero *Paspalum* o aumento da pressão de seleção direta sobre a matéria seca total e de folhas é fortalecida pela maior contribuição dos efeitos genéticos do que ambientais sobre a composição da variância fenotípica. O ganho genético na produção de folhas se mostra eficiente via seleção indireta pela matéria seca total, caráter de elevada herdabilidade e de mais fácil seleção e aferição.

Termos para indexação: herdabilidade, correlação, análise de trilha, interação genótipo x ambiente, melhoramento vegetal.

The search for genetic gain in apomictic species of the genus *Paspalum*

Abstract – The objective is to provide subsidies to obtain genetic gain in apomictic species of the genus *Paspalum* by identifying characters that simultaneously evidencing high correlation and heritability. Therefore, how the size of the phenotypic variation is due to genetic and environmental effects and the degree of association existing dry leaf as other traits of interest forage for easier selection and benchmarking. The experiment was conducted in the years 2009/10 and 2010/11 in the municipalities of Eldorado do Sul and Augusto Pestana, RS, Brazil, in a randomized block design with three replications. In apomictic accessions of the genus *Paspalum* increased selection pressure direct on the total dry matter and leaf is strengthened by the increased contribution of environmental than genetic effects on the composition of the phenotypic variance. The genetic gain in leaf production is efficient via indirect selection by the total dry matter of character easier selection and measurement.

Index terms: heritability, correlation, path analysis, genotype x environment interaction, plant breeding.

Introdução

Na região subtropical brasileira as condições edafoclimáticas favoráveis para alta produtividade de carne e leite contribuem à necessidade de desenvolvimento de cultivares com grande potencial de produção de forragem com qualidade. Nestas condições, as espécies do gênero *Paspalum* por serem nativas, apresentam vantagens em relação as exóticas pela maior adaptação e grande variabilidade intra e interespecífica em caracteres de interesse forrageiro (Batista & Godoy, 2000; Pereira et al., 2011). O gênero *Paspalum* engloba o maior número de espécies nativas e também aquelas com maior qualidade à alimentação animal (Valls, 1990). No entanto, pesquisas que auxiliem em estratégias de seleção no melhoramento dessas espécies no Brasil são raramente encontradas. Além disso, por se tratar de uma espécie apomítica, a progênie é geneticamente idêntica à planta mãe, inexistindo a recombinação alélica a partir da união de gametas, fundamental no desenvolvimento de novos genótipos. Por outro lado, quando um dos genitores apresenta reprodução sexual, há a possibilidade de formação de variabilidade genética, que pode permitir a recuperação de progênies elites, com a fixação de alelos na primeira geração de autofecundação em virtude da própria apomixia (Valle et al., 2008; Acuña et al., 2011).

Em espécies pertencentes aos gêneros *Brachiaria*, *Pennisetum*, *Trifolium*, etc., existem estudos buscando maior suporte à obtenção de ganho genético pelos programas de melhoramento (Montardo et al., 2003; Silva et al., 2008; Borges et al., 2011). Porém, em relação àquelas que pertencem ao gênero *Paspalum*, pesquisas com esta finalidade não têm sido realizadas. Portanto, critérios mais conclusivos sobre a pressão de seleção podem ser obtidos por meio do estudo da herdabilidade e de caracteres correlacionados buscando favorecer a escolha de genótipos de desempenho superior (Benin et al., 2009; Galarca et al., 2010). Ressalta-se que, em espécies forrageiras, a preferência da seleção seja feita diretamente sobre o caráter de maior importância, como a

produção de folhas no gênero *Paspalum*. Esta apresenta alto valor nutritivo e é a estrutura preferencialmente consumida pelos animais (Brâncio et al., 2003). No entanto, a estimativa desse caráter exige maior tempo e mão-de-obra em função da necessidade da separação botânica. Cruz et al. (2004) mencionam que correlações indicando associação benéfica nem sempre evidenciam causa e efeito de forma segura, comprometendo os benefícios via seleção indireta. Portanto, a análise de trilha surge como uma técnica complementar indicando as verdadeiras associações de causa e efeito sobre a variável principal de interesse. Tal procedimento visa dimensionar as verdadeiras relações, como nos componentes do rendimento de espécies produtora de grãos (Lopez et al., 2011; Krüger et al., 2011), bem como naquelas destinadas à produção de forragem (Silva et al., 2008; Borges et al., 2011).

Dimensionar o quanto da variação fenotípica é devido a efeitos genéticos e ambientais e o grau de associação existente da matéria seca de folha com outros caracteres de interesse forrageiro de mais fácil seleção e aferição pode contribuir para o progresso genético no gênero *Paspalum*. Portanto, o objetivo do trabalho é fornecer subsídios que favoreçam a obtenção de ganho genético em espécies apomíticas do gênero *Paspalum* pela identificação de caracteres que evidenciem simultaneamente alta correlação e herdabilidade.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido nos anos de 2009/10 e 2010/11 na Estação Experimental Agronômica (EEA) que pertence a Faculdade de Agronomia da UFRGS no município de Eldorado do Sul, RS. Apresenta coordenadas geográficas de 30°06'02" S e 51°41'27" O, com altitude de 34 metros. Está localizada na Região da Depressão Central que apresenta clima do tipo Cfa, subtropical úmido com verão quente, segundo a classificação de Köppen, e precipitação média de 1440 mm anuais. O solo é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico típico – Pvd, situado na Unidade de Mapeamento São Jerônimo (Streck et al., 2008), pouco profundo e de textura franco-arenosa. O outro local da pesquisa foi no Instituto Regional de Desenvolvimento Rural (IRDeR) que pertence ao Departamento de Estudos Agrários (DEAg) da Universidade do Noroeste do

Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), localizada no município de Augusto Pestana, RS. Apresenta coordenadas geográficas de 28°25'58" S e 54°00'24" O e altitude de 290 metros. Situa-se na região do Planalto Médio com clima classificado como tipo Cfa conforme Köppen e de precipitação média anual de 1600 mm. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico, com coloração vermelho-escuro, profundo e de textura argilosa (Streck et al., 2008).

O delineamento adotado foi o de blocos casualizados com três repetições nos dois locais da pesquisa. As unidades experimentais foram constituídas por parcelas compostas por seis linhas de 2,20 m de comprimento espaçadas por 0,20 m. Em cada linha foram transplantadas mudas espaçadas entre si por 0,20 m, totalizando 60 plantas por parcela. Foram utilizados acessos denominados como: 28B, 26A, 28C, 26D e 28E da espécie de *P. lepton* e Azulão e Baio de *P. guenoarum*. Estes acessos foram selecionados dentro de uma coleção pertencente ao Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da UFRGS obtidas a partir de coletas realizadas em ambientes naturais do Rio Grande do Sul. Além disso, foram aqueles que, em estudos preliminares, se destacaram pela maior produção de forragem, características nutricionais e citogenéticas para possibilidade de uso em programas de melhoramento (Reis et al., 2008; Pereira et al., 2011).

As plantas eram cortadas quando as folhas atingiam em média 35 cm de altura, permanecendo um resíduo de 10 cm do solo. As variáveis mensuradas foram a produção matéria seca total (MST, kg ha⁻¹), matéria seca de folhas (MSF, kg ha⁻¹), matéria seca de colmos (MSC, kg ha⁻¹), relação folha/colmo (RFC) e o índice de colheita (IC). Além destas, foi realizada a contagem do número de afilhos (NAF) por m² em cada um dos cortes. Foram efetuados os somatórios dos cortes para MST, MSF e MSC. Para a obtenção da RFC e do IC, foram divididas as produções médias em cada ano e local da MSF pela MSC e, a MSF pela MST, respectivamente.

Os dados foram submetidos a análise de variância por local para obtenção dos valores de quadrado médio dos genótipos na média dos anos de cultivo. E, de forma geral, envolvendo no modelo o efeito cumulativo de anos e locais. Procedimento preconizado por Krüger et al. (2011) para consistência da

estimativa dos valores de herdabilidade e correlação. Os valores de quadrado médio foram empregados para a determinação dos parâmetros genéticos, conforme descrito por Carvalho et al. (2001). Posteriormente, os dados foram submetidos a análise de correlação de Pearson para obtenção da magnitude e sentido de associações entre os caracteres estudados, de acordo com Falconer & Mackay (1996). A significância das correlações foi avaliada a 5% de probabilidade pelo teste t, conforme Steel & Torrie (1980), com $n - 2$ graus de liberdade, de acordo com o modelo $t = r/[(1 - r^2)/(n - 2)]^{0,5}$, em que r é o coeficiente de correlação entre os caracteres X e Y e n o número de graus de liberdade nos níveis considerados. Portanto, a análise envolveu um total de $n = 42$ [Eldorado do Sul (2009/10 + 2010/11 + 7 acessos apomíticos)]; $n = 42$ [Augusto Pestana (2009/10 + 2010/1011 + 7 acessos apomíticos)] e $n = 84$ [Geral (Eldorado do Sul + Augusto Pestana + 2009/10 + 2010/2011 + 7 acessos apomíticos)]. Após, para uma interpretação biologicamente apropriada e segura foi verificado o grau de colinearidade entre as variáveis independentes, conforme Coimbra et al. (2005). Quando houve uma multicolinearidade moderada a forte entre as variáveis explicativas (baseada na classificação proposta por Montgomery & Peck, 2001) foi obtido um valor de k , coeficiente que busca no modelo anular os efeitos da multicolinearidade. A partir daí, as correlações foram desdobradas pela análise de caminhamento ou trilha em estimativas dos efeitos diretos e indiretos, considerando como variável dependente principal a massa seca de folha (MSF).

Resultados e Discussão

Na Tabela 1, os valores de quadrado médio do tratamento (QMT) mostraram diferenças significativas entre os genótipos apomíticos avaliados na média dos dois anos em Eldorado do Sul, com exceção do NAF que não houve variação. Destacam-se neste ambiente os valores de MST e MSF superior a seis e quatro toneladas por hectare, respectivamente. Na análise dos parâmetros genéticos, houve maior contribuição dos efeitos genéticos do que ambientais na expressão da MST e MSF, portanto, com os maiores valores de herdabilidade (Tabela 1). Por outro lado, os valores da MSC, RFC e IC indicaram

reduzida participação dos efeitos gênicos, conseqüentemente, com as menores herdabilidades, o que sugere a realização de menor pressão de seleção na recuperação do genótipo de desempenho superior nestas variáveis. Ressalta-se a ausência de variância genética no caráter NAF, indicando dificuldade no ganho genético nas populações avaliadas. Assim, a obtenção de plantas superiores a partir de progênies apomíticas provenientes destes genótipos requer maior variabilidade no caráter NAF proveniente integralmente do genitor feminino sexual. Em Augusto Pestana (2009/10 + 2010/11) foi também observado uma maior participação dos efeitos genéticos na composição da variância fenotípica nos caracteres MST e MSF. Por outro lado, a MSC apresentou herdabilidade intermediária e os valores da RFC, IC e NAF mostraram forte participação da variância ambiental (Tabela 1). Tal condição reforça que a pressão de seleção sobre o RFC, IC e NAF em populações de híbridos clonais é fortemente afetado pelo ambiente, indicando a necessidade de maior controle experimental, buscando reduzir o erro na identificação de plantas geneticamente promissoras. Na análise geral (efeito cumulativo de anos e locais), os resultados reforçam a maior facilidade de seleção nestas espécies a partir da MST e MSF pelos elevados valores de herdabilidade (Tabela 1). Por outro lado, apesar dos caracteres MSC e RFC indicarem valores intermediários, maiores são as dificuldades das suas estimativas, pois envolvem a separação de folha e colmo, principalmente numa população de seleção com grande número de indivíduos. Contudo, a reduzida contribuição da variância genética no IC e NAF, destaca a dificuldade de ganho genético na recuperação de plantas superiores.

Herdabilidades elevadas fortalecem os ganhos a serem obtidos com a seleção, dimensionando o quanto das características dos genitores serão atribuídas a seus descendentes. Além disto, fornecem também subsídios se a expressão do fenótipo tem por base maior participação dos efeitos genéticos ou ambientais, fundamental na definição do melhor arranjo experimental e da pressão de seleção a ser definida na condição ambiental (Assis et al., 2010). Ressalta-se que a herdabilidade participa diretamente na predição de ganho genético independente do método de seleção, e, como conseqüência, das decisões a serem tomadas no processo de melhoramento (Ramalho et al., 2012). Carvalho et al. (2001) afirmam que os caracteres que são determinados em

curto período de tempo são aqueles que estão menos sujeitos aos efeitos de ambiente e, dessa forma, apresentariam os maiores valores de herdabilidade, não corroborando com os resultados observados neste estudo. Pressupondo, nestes clones apomíticos, a tendência à homeostase, característico de um híbrido a ponto de fortalecer maior estabilidade (Cavalcanti et al., 2003). Assim, como se trata de uma espécie apomítica, a recombinação a partir do genitor sexual na formação de novos indivíduos pode incrementar o número de alelos em heterozigose no clone F_1 , maximizando os benefícios da heterose pelo vigor híbrido e maior estabilidade no fenótipo. Resende et al. (2004) analisando vários híbridos de *Panicum maximum* obtiveram valores de herdabilidade na MST e MSF também semelhantes a este estudo, o mesmo ocorrendo para capim elefante (Assis et al., 2010) e *Brachiaria brizantha* (Basso et al., 2009). Por outro lado, Daher et al. (2004) encontraram alta herdabilidade na relação folha:colmo e mais reduzida na produção de matéria seca total. De acordo com Sousa-Sobrinho et al. (2005), a relação folha:colmo expressa as variações existentes entre a proporção lâmina foliar e colmo, caráter de grande importância na seleção de genótipos destinados ao pastejo. Contudo, apesar de reduzidos valores de herdabilidade da RFC, NAF e IC, os resultados podem variar de acordo com a população avaliada, método de estimação, unidade e precisão experimental, portanto não permitindo que os resultados sejam também extrapolados para outros ambientes ou populações (Blank et al., 2010; Borges et al., 2011).

Na Tabela 2 de correlação, em Eldorado do Sul, foi confirmada a alta associação da MSF com MST, indicando que a pressão de seleção buscando a produção de biomassa total ou de folhas interfere positivamente no incremento simultâneo destes caracteres. Além disso, a seleção sobre a MSF, caráter principal de seleção em espécies forrageiras, afora MST, também pode ser incrementada via indireta pela MSC, RFC e IC. Ressalta-se a correlação positiva do NAF com a MST, porém, a seleção indireta via NAF indica não favorecer o incremento de produção de folha e, sim a de colmo. Na condição de Augusto Pestana correlações similares também foram obtidas, qualificando a MSF como a de maior magnitude na relação direta e positiva com a MST. Além disso, a MSC também proporcionou um adequado ajuste de associação positiva com a

biomassa total embora de estimativa mais difícil. Neste ambiente, as associações entre MSC, RFC e IC com médios a baixos valores também se mostraram eficientes na seleção indireta e positiva sobre a MSF. Foi observada correlação inversa entre o NAF e MST, indicando que a pressão de seleção para o incremento da MST, de reflexo positivo na produção de folhas, tende a reduzir o número de afilhos por área, diferentemente do observado para Eldorado do Sul. Portanto, indicando que a associação entre os caracteres também tem por base reflexos da interação genótipo versus ambiente (Tabela 2). Ressalta-se que o caráter IC nos dois locais de estudo evidenciou elevada correlação positiva com o RFC, associação interessante no sentido que, nestes dois ambientes, mostram relação positiva com a MSF. Buscando a efetividade das associações, foi realizada a correlação geral, envolvendo simultaneamente no modelo os efeitos cumulativos de anos, genótipos e locais (Tabela 2), proposto por Kruger et al. (2011). Nesta condição, a MSF e MSC formam alta correlação positiva para o incremento da MST e o emprego da seleção indireta via RFC poderia auxiliar no incremento da MSF com redução da MSC. Ressalta-se, como nas demais condições, a possibilidade do emprego do IC para seleção indireta e positiva sobre o RFC. Além disso, o NAF mostrou associação positiva e de reduzida magnitude no incremento de RFC e IC. Contudo, o ganho genético no melhoramento para a MST e MSF se mostram eficientes e correlacionados entre si na seleção simultânea para ambos os caracteres e a RFC e IC trazem benefícios mais efetivos e positivos na MSF do que a MST, porém, com valores mais baixos e de difíceis mensurações.

Depauw et al. (2007) comentam que a seleção indireta seria mais efetiva quando a correlação entre os dois caracteres fosse alta e positiva, e tendo no caráter secundário uma herdabilidade maior do que naquele principal de interesse. Assis et al., (2010) afirmam que a seleção é mais efetiva quando age sobre caracteres de alta herdabilidade e de associação direta com caráter de maior importância. Neste sentido, Carvalho et al. (2001) comentam que a relação de um caráter indireto com alta herdabilidade pode proporcionar progressos genéticos mais rápidos do que a própria seleção direta num caráter principal, ainda mais quando o caráter central revelar baixa herdabilidade e for de difícil mensuração. Em *Brachiaria*, Borges et al. (2011) também observaram

forte correlação do peso de matéria seca total com o de folhas e de colmos. Basso et al. (2009), estudando essa mesma espécie detectaram elevadas associações entre a MST e MSF nos diferentes locais de estudo. Diversos autores afirmam que o número de afilhos é uma variável que influencia na produção de matéria seca total (Alexandrino et al., 2005; Silva et al., 2008). No entanto, para as espécies deste estudo, este caráter mostrou-se de pouca importância no aspecto da seleção, evidenciando reduzida herdabilidade e associações que comprometem a MST e MSF. Essa relação também foi observada por Silva et al. (2008) no estudo com diferentes espécies do gênero *Pennisetum*. Estes autores argumentam que o estresse hídrico ocorrido em determinados cortes aumentou a densidade populacional de afilhos, mas, com ausência de crescimento e expansão da lâmina foliar. A alta correlação entre a MSF com a MST, aliada à alta herdabilidade sugere que a determinação da biomassa total sem a estimativa da MSF reflete no menor custo e tempo de aferição. Isto torna viável a observação de um maior número de recombinantes clonais apomíticos à campo, incrementando as chances de identificação e seleção de genótipos superiores para a MSF via seleção indireta pela MST.

Na Tabela 3, dos efeitos diretos e indiretos considerando a MSF o caráter principal em observação, a alta correlação direta em Eldorado do Sul, Augusto Pestana e Geral qualifica a possibilidade de seleção via MST em incrementar a produção de folhas. Tal condição oportuniza a coleta e análise dos dados na avaliação direta pela MST. Por outro lado, se ressalta um considerável efeito indireto via MSC nas condições analisadas e o efeito indireto via NAF sobre a MSF em Augusto Pestana. O efeito direto da MSC sobre a MSF mostrou forte contribuição, porém, de similar participação da MST via indireta sobre a MSF. No RFC, o efeito direto na MSF também foi evidente, porém, em Eldorado do Sul o efeito indireto via MST e IC sobrepôs ao efeito direto em alterar a MSF, similar também ocorrido na análise Geral. Por outro lado, em Augusto Pestana, o efeito do RFC sobre a MSF se torna efetiva via NAF. Em relação ao IC, embora o efeito direto tenha forte participação na MSF, o efeito indireto via MST e RFC mostraram vias de maior magnitude sobre a expressão da MSF em Eldorado do Sul e Geral. Por outro lado, o efeito indireto pela MSC e RFC se mostrou mais efetivo na condição de Augusto Pestana. Além disso, no NAF,

o efeito indireto via MST se mostrou efetivo em todas as condições. Em Augusto Pestana e na análise Geral, o efeito indireto negativo via MST e MSC se mostraram mais evidentes em reduzir a expressão da NAF. Contudo, os resultados indicam que a MST fornece ao longo dos efeitos diretos e indiretos, maior participação em qualificar a seleção indireta no incremento da MSF nos acessos apomíticos testados. Ressalta-se que os valores do coeficiente de determinação se mostraram altos indicando que as alterações na variável dependente são quase que integralmente explicadas pelas modificações nas variáveis explicativas (Borges et al., 2011).

Os resultados observados nas análises de correlação e de trilha permitem sugerir a MST como o principal caráter de seleção que influencia positivamente via direta e indireta a produção de folhas nas espécies de *Paspalum* estudados. Por esta razão, Montardo et al. (2003) ressalta a importância da análise de trilha pela decomposição da correlação, fornecendo maior segurança no momento de eleger os caracteres para seleção. Em *Brachiaria*, a análise de trilha também evidenciou efeito direto e expressivo do peso de massa verde sobre a matéria seca total, sugerindo uma pressão de seleção via massa verde na identificação de genótipos superiores para a matéria seca total (Borges et al., 2011). Silva et al. (2008) comentam que a relação folha/colmo proporcionou um dos menores efeitos diretos sobre a produção de massa seca total e sem influência indireta positiva sobre outros caracteres de interesse forrageiro, exceto no número de afilhos em *Pennisetum* sp., similar ao obtido neste trabalho. Além disto, identificaram correlação negativa desta variável com a produção de massa seca indicando os prejuízos pela seleção via esta relação, contrariando outros estudos que identificaram associação positiva da relação folha/colmo com a produção de massa seca total (Brâncio et al., 2003; Alexandrino et al., 2005).

Nos acessos apomíticos do gênero *Paspalum*, o aumento da pressão de seleção direta sobre a matéria seca total e de folhas é fortalecida pela maior contribuição dos efeitos genéticos do que ambientais sobre a composição da variância fenotípica. O ganho genético na produção de folhas se mostra eficiente via seleção indireta pela matéria seca total, caráter de elevada herdabilidade e de mais fácil seleção e aferição.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, à Associação Sul-Brasileira para o Fomento à Pesquisa de Forrageiras.

Referências bibliográficas

- ACUÑA CA, BLOUNT AR, QUESENBERRY KH, KENWORTHY KE, HANNA WW (2009) Bahiagrass Tetraploid Germplasm: Reproductive and Agronomic Characterization of Segregating Progeny. **Crop Science** **49**: 2: 581-588.
- ALEXANDRINO E, GOMIDE JA, GOMIDE CAM (2009) Crescimento e desenvolvimento do dossel de *Panicum maximum* Cv Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia** **34**:6S: 2164-2173.
- ASSIS LCSLC, LIRA MA, SANTOS MVF, DUBEUX JÚNIOR CB, CUNHA MV (2010) Estimativa de parâmetros genéticos sob duas estratégias de avaliação em híbridos intra e interespecíficos de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia** **39**: **12**: 2589-2597.
- BASSO KC, RESENDE MCS, VALLE CB, GONÇALVES MC, LEMPP B (2009) Avaliação de acessos de *Brachiaria brizantha* Stapf e estimativas de parâmetros genéticos para caracteres agrônômicos. **Acta Scientiarum Agronomy** **31**:1: 17-22.
- BENIN G, SILVA GO da, PAGLIOSA ES, LEMES C, SIGNORINI A, BECHE E, CAPELIN MA (2009) Capacidade de combinação em genótipos de trigo estimada por meio de análise multivariada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **44**: 1145-1151.
- BLANK AF, SOUZA EM, PAULA JWA, ALVES PB (2010) Comportamento fenotípico e genotípico de populações de manjerição. **Horticultura Brasileira** **28**: 305-310.
- BORGES V, SOBRINHO FS, LEDO FJ da S, KOPP MM (2011) Associação entre caracteres e análise de trilha na seleção de progênies de meios-irmãos de *Brachiaria ruziziensis*. **Revista Ceres** **58**:6:765-772.
- BRÂNCIO PA, NASCIMENTO JUNIOR D, EUCLIDES VPB, FONSECA DM, ALMEIDA RG, MACEDO MCM, BARBOSA RM (2003) AVALIAÇÃO de três

cultivares de "*Panicum maximum*" Jacq sob pastejo: Composição da dieta, consumo de matéria seca e ganho de peso animal. **Revista Brasileira de Zootecnia** **32**:5: 1037-1044.

CAVALCANTI JJV, CRISÓSTOMO JR, BARROS LM, PAIVA JR (2003) Heterose em cajueiro anão precoce. **Ciência Agrotecnica** **27**:3.

CARVALHO FIF, SILVA SAS, KUREK AJ, MARCHIORO VS (2001) **Estimativas e implicações da herdabilidade como estratégia de seleção**. Pelotas: UFPel, 99p.

CRUZ, CD (2007) **Programa GENES**: aplicativo computacional em genética e estatística Viçosa: UFV.

CRUZ CD, REGAZZI AJ, CARNEIRO PCS (2004) **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 480p.

COIMBRA JLM, BENIN G, VIEIRA EA, OLIVEIRA AC, CARVALHO FIF, GUIDOLIN AF, SOARES AP (2005) Conseqüências da multicolinearidade sobre a análise de trilha em canola. **Ciência Rural** **35**: 347-352.

DAHER RF, PEREIRA AV, PEREIRA MG, LÉDO FJS, AMARAL JUNIOR AT, ROCA BADO JMA, FERREIRA CF, TARDIN FD (2004) Análise de trilha de caracteres forrageiros do capim-efefante (*Pennisetum purpureum* Schum). **Ciência Rural** **34**:5.

DEPAUW RM, KNOX FE, CLARKE FR, WANG H, FERNANDEZ MR, CLARKE JM, McCAIG TN (2007) Shifting undesirable correlations. **Euphytica** **57**: 409-415.

FALCONER DS, MACKAY TFC (1996) **Introduction to quantitative genetics**. 4ed. England: Longman, 463 p.

GALARÇA SP, LIMA CSM, SILVEIRA G, RUFATO AR (2010) Correlação de Person e Análise de trilha identificando variáveis para caracterizar porta enxerto de *Pyrus communis* L. **Ciência e Agrotecnologia** **34**:4: 860-869.

KRUGER CAMB, SILVA JAG, MEDEIROS SLP, DALMAGO GA, GAVIRAGHI J (2011) Herdabilidade e correlação fenotípica de caracteres relacionados à produtividade de grãos e à morfologia da canola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **46**:12:1625-1632.

- LOPES RR & FRANKE LB (2011) Correlação e análise do coeficiente de trilha dos componentes do rendimento de sementes de grama-forquilha. **Revista Brasileira de Zootecnia 40**: 5: 972-977.
- MONTARDO DP, DALL'AGNOL M, CRUSIUS AF, PAIM NR (2003) Análise de trilha para rendimento de sementes de trevo vermelho (*Trifolium pratense* L). **Revista Brasileira de Zootecnia 32**: 5: 1076-1082.
- MONTGOMERY DC & PECK E A (2001) **Introduction to linear regression analysis**. 3 ed New York, John Wiley & Sons, 504p.
- PEREIRA EA, DALL'AGNOL M, NABINGER C, HUBER KGC, MONTARDO DP, GENRO TCM (2011) Produção agrônômica de uma coleção de acessos de *Paspalum lepton* Parodi. **Revista Brasileira de Zootecnia 40**: 498-508.
- REIS CAO, SCHIFINO-WITTMANN MT, DALL'AGNOL M (2008) Cytogenetic characterization of a collection of *Paspalum nicorae* Parodi accessions. **Crop Breeding and Applied Biotechnology 8**: 212-218.
- RAMALHO MAP, ABREU AFB, SANTOS JB, NUNES JAR (2012) **Aplicações da Genética Quantitativa no Melhoramento de Plantas Autógamas**. Lavras, Ed UFLA, 522p.
- RESENDE RMS, JANK L, VALLE CB, BONATO ALV (2004) Biometrical analysis and selection of tetraploid progenies of *Panicum maximum* using mixed model methods **Pesquisa Agropecuária Brasileira 39**: 4:335-341.
- SILVA MA, LIRA MA, SANTOS MVF, JUNIOR JBCD, CUNHA MV, FREITAS MV (2008) Análise de trilha em caracteres produtivos de *Pennisetum* sob corte em Itambé, Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia 37**:7:1185-1191.
- SILVA SHB, SANTOS MVF, LIRA MA, DUBEUX JUNIOR JB, FREITAS EV, FERREIRA RLC (2009) Uso de descritores morfológicos e herdabilidade de caracteres em clones de capim-elefante de porte baixo. **Revista Brasileira de Zootecnia 38**: 8: 1451-1459.
- SOUZA SOBRINHO F, PEREIRA AV, LEDO FJS, BOTREL MA, OLIVEIRA JS, XAVIER DF (2005) Avaliação agrônômica de híbridos interespecíficos entre capim-elefante e milheto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira 40**:9: 873-880.
- STRECK, E V, KÄMPF, N, DALMOLIN, RSD, KLAMT, E, NASCIMENTO, PC, SCNEIDER P, GIASSON E, PINTO LFS (2008) **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Emater/RS/Editora UFRGS, 222p.

STEEL RGD, TORRIE JL (1980) **Principles and procedures of statistics** New York: McGraw-Hill, 418p.

VALLE CB do, SIMIONI C, RESENDE RMS, JANK L (2008) Melhoramento genético de *Brachiaria* In RESENDE R S, VALLE CB do, JANK I (Org). **Melhoramento de Forrageiras Tropicais** Editora Embrapa, Campo Grande, 13-53p.

VALLS JFM (1990) Caracterização do germoplasma de espécies de *Paspalum* coletado no sul do Brasil. In: **Anais da Reunião do Grupo Técnico Regional em Melhoramento e Utilização de Recursos Forrageiros**. Grupo Campos, EMPASC, 184-222p.

VALLS JFM (1990) A busca de germoplasma de plantas forrageiras e estratégias para sua coleta. In: PUIGNAU, J.P. (Ed.). **Introduccion, conservacion y evaluacion de germoplasma forragero en el cono sur**. Montevideo: IICA – PROCISUR, 309-318p.

Tabela 1. Valores dos quadrados médios e parâmetros genéticos dos caracteres de interesse forrageiro na expressão da variabilidade genética em espécies apomíticas do gênero *Paspalum*.

Caráter	Análise de Variância		Média	Parâmetros genéticos			
	QME	QMT		σ_P	σ_E	σ_G	ha ²
Eldorado do Sul (2009/10 + 2010/11)							
MST	5630810	58559901*	6430	14452325	5630810	8821515	0,61
MSF	1740487	37770822*	4247	7745543	1740487	6005056	0,78
MSC	867248	4038609*	1775	1395808	867248	528560	0,38
RFC	1,58	7,67*	2,62	2,60	1,58	1,02	0,39
IC	0,01	0,06*	0,63	0,019	0,010	0,09	0,47
NAF	15369	8577 ^{ns}	435	15369	15369	0	-
Augusto Pestana (2009/10 + 2010/11)							
MST	5029035	56817157*	6971	13660389	5029035	8631354	0,63
MSF	2764877	29263506*	4637	7181315	2764877	4416438	0,61
MSC	527775	3637307*	1842	1046030	527775	518255	0,50
RFC	1,07	4,34*	2,97	1,61	1,07	0,55	0,34
IC	0,01	0,01*	0,65	0,003	0,002	0,001	0,26
NAF	40652	98440*	700	21993	16694	9631	0,19
Geral (Eldorado do Sul + Augusto Pestana + 2009/10 + 2010/11)							
MST	5347084	109858365*	6700	22765631	5347084	17418547	0,77
MSF	2296727	64297147*	4442	12630130	2296727	10333403	0,82
MSC	691164	7048231*	1808	1750675	691164	1059511	0,61
RFC	1,31	10,85*	2,79	2,90	1,31	1,59	0,55
IC	0,01	0,04*	0,64	0,02	0,01	0,01	0,33
NAF	16694	48489*	576	21993	16694	5299	0,24

*Significativo a 5% de probabilidade do erro; MST, Matéria Seca Total (kg.ha⁻¹); MSF, Matéria Seca de Folha (kg.ha⁻¹); MSC, Matéria Seca de Colmo (kg.ha⁻¹); RFC, Relação Folha:Colmo (MSF/MSC); IC, Índice de Colheita (MSF/MST); NAF, Número de Afilhos (m²); QME, quadrado médio do erro; QMT, quadrado médio de tratamento; σ_P , variância fenotípica; σ_E , variância de ambiente; σ_G , variância genética; ha², herdabilidade.

Tabela 2. Coeficientes de correlação fenotípica de caracteres ligados a produção de forragem em espécies apomíticas do gênero *Paspalum*.

Caráter	MSF	MSC	RFC	IC	NAF
Eldorado do Sul (2009/10 + 2010/11)					
MST	0,97*	0,91*	0,13	0,29	0,32*
MSF		0,80*	0,33*	0,50*	0,27
MSC			-0,22	0,01	0,34*
RFC				0,84*	-0,10
IC					-0,13
Augusto Pestana (2009/10 + 2010/11)					
MST	0,93*	0,71*	0,28	0,17	-0,35*
MSF		0,44*	0,57*	0,49*	-0,12
MSC			-0,43*	-0,43	-0,53*
RFC				0,86*	0,38*
IC					0,57*
Geral (Eldorado do Sul + Augusto Pestana + 2009/10 + 2010/11)					
MST	0,95*	0,82*	0,14	0,17	-0,03
MSF		0,64*	0,47*	0,50*	0,05
MSC			-0,31*	-0,19	-0,12
RFC				0,85*	0,24*
IC					0,29*

*Significativo pelo teste t, a 5% de probabilidade; MST, Massa Seca Total (kg.ha⁻¹); MSF, Massa Seca de Folha (kg.ha⁻¹); MSC, Massa Seca de Colmo (kg.ha⁻¹); RFC, Relação Folha:Colmo (MSF/MSC); IC, Índice de Colheita (MSF/MST); NAF, Número de Afilhos (m²).

Tabela 3. Efeitos diretos e indiretos de caracteres forrageiros sobre a produção de matéria seca de folhas de espécies apomíticas do gênero *Paspalum*.

Variável	Efeito	Análise de Trilha		
		Eldorado do Sul (ES)	Augusto Pestana (AP)	Geral (ES+AP+2009/10+2010/11)
MST	Direto sobre MSF	0,385	0,397	0,359
	Indireto via MSC	0,299	0,275	0,300
	Indireto via RFC	0,112	0,034	0,075
	Indireto via IC	0,161	-0,002	0,076
	Indireto via NAF	-0,015	0,244	0,140
	r (MSF x MST)	0,98	0,99	0,98
MSC	Direto sobre MSF	0,335	0,304	0,332
	Indireto via MST	0,344	0,359	0,324
	Indireto via RFC	0,030	-0,030	0,003
	Indireto via IC	0,067	-0,025	0,022
	Indireto via NAF	-0,014	0,202	0,114
	r (MSF x MSC)	0,80	0,84	0,83
RFC	Direto sobre MSF	0,195	0,149	0,171
	Indireto via MST	0,221	0,090	0,158
	Indireto via MSC	0,052	-0,061	0,006
	Indireto via IC	0,236	0,049	0,132
	Indireto via NAF	-0,017	0,100	0,077
	r (MSF x RFC)	0,70	0,34	0,56
IC	Direto sobre MSF	0,252	0,065	0,148
	Indireto via MST	0,246	-0,012	0,185
	Indireto via MSC	0,089	-0,117	0,050
	Indireto via RFC	0,183	0,114	0,152
	Indireto via NAF	-0,023	0,038	0,084
	r (MSF x IC)	0,77	0,09	0,63
NAF	Direto sobre MSF	-0,051	-0,256	-0,159
	Indireto via MST	0,118	-0,379	-0,317
	Indireto via MSC	0,092	-0,240	-0,239
	Indireto via RFC	0,067	-0,058	-0,083
	Indireto via IC	0,114	-0,009	-0,078
	r (MSF x NAF)	0,33	-0,97	-0,89
R ²		0,96	0,95	0,96
Valor de k		0,100220	0,102126	0,100220

MST, Matéria Seca Total (kg.ha⁻¹); MSF, Matéria Seca de Folha (kg.ha⁻¹); MSC, Matéria Seca de Colmo (kg.ha⁻¹); RFC, Relação Folha:Colmo (MSF/MSC); IC, Índice de Colheita (MSF/MST); NAF, Número de Afilhos (m²); r, correlação a partir da análise de variância; R², Coeficiente de determinação.

4. CAPÍTULO IV

**Adaptabilidade e estabilidade em genótipos apomíticos do gênero
*Paspalum***

Adaptabilidade e estabilidade em genótipos apomíticos do gênero *Paspalum*¹

Emerson André Pereira², Miguel Dall'Agnol², Raquel Schneider², Roberto Luis Weiler², Nilo João Ignacio Storck Kuhn², Carine Simioni², Gustavo Mazurkiewicz³, José Antonio Gonzalez da Silva³

(1) Artigo enviado à revista Ciência Rural.

(2) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Avenida Bento Gonçalves, no 7.712, CEP 91501-970 Porto Alegre, RS. E-mail: emersonpijui@yahoo.com.br.

(3) Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Departamento de Estudos Agrários, R. do Comércio, n.3.000, CEP 98700000 Ijuí, RS.

Resumo – O objetivo do trabalho foi analisar a adaptabilidade e estabilidade de genótipos apomíticos do gênero *Paspalum* frente aos principais caracteres de interesse forrageiro avaliados em diferentes anos e locais. O experimento foi conduzido nos anos de 2010 e 2011 nos municípios de Eldorado do Sul e Augusto Pestana, RS, Brasil, em um delineamento experimental de blocos casualizados com três repetições. As análises de adaptabilidade e estabilidade foram calculadas pelo método Tradicional e pelo Eberhart e Russel. Os genótipos de valores médios mais expressivos na MST, MSF e RFC com adaptação e estabilidade, poderão constituir genitores potenciais masculinos em cruzamentos com plantas sexuais compatíveis, possibilitando a formação de recombinantes elites.

Termos para indexação: nativa, melhoramento, genótipo x ambiente, performance

Adaptability and stability apomictic genotypes of the genus *Paspalum*

Abstract – The objective of this study was to analyze the adaptability and stability apomictic genotypes of the genus *Paspalum* front of the main characters of interest forage evaluated in different years and locations. The experiment was conducted in the years 2010 and 2011 in the municipalities of Eldorado do Sul and Augusto Pestana, RS, Brazil, in a randomized complete block design with three replications. Analyses of adaptability and stability were calculated by the method Traditional and the Eberhart and Russel. The mean values of genotypes more expressive in MST, MSF and RFC with adaptation and stability could constitute potential male parents in crosses with sexual plants compatible, allowing the formation of recombinant elites.

Index terms: native, breeding, genotype x environment, performance

Introdução

As mudanças climáticas se tornaram um desafio para os programas de melhoramento de plantas na obtenção de constituições genéticas superiores (Araus et al., 2008). Além da busca do progresso genético em cereais e em plantas forrageiras, a maior estabilidade na produção pela redução de perdas por estresses ambientais vêm sendo fortemente buscados (VALLE et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2011). Neste contexto, a análise da interação genótipo *versus* ambiente reflete o efeito genotípico na expressão do fenótipo de forma benéfica ou não pelos estímulos ambientais (CRUZ e CARNEIRO 2006). Na maioria das vezes, afeta o ganho com a seleção, tornando necessário a estimativa da magnitude e natureza desta interação (ROSADO et al., 2012). Uma alternativa para amenizar este efeito é a seleção de plantas com ampla adaptação e de elevada estabilidade ou que indique a região mais específica para a máxima expressão do potencial genético da futura cultivar. Para isto, as análises de adaptabilidade e estabilidade buscam estimar o comportamento previsível e superior dos genótipos nos vários ambientes de seleção (CRUZ & CARNEIRO, 2006; MENDES et al., 2012).

Vários estudos destacam as espécies do gênero *Paspalum* que, por serem nativas, apresentam vantagens em relação às exóticas pela maior adaptação e grande variabilidade intra e interespecífica em caracteres de interesse forrageiro (BATISTA & GODOY, 2000; PEREIRA et al., 2011). A maioria destas espécies apresentam modo de reprodução apomítico, e isso implica em populações geneticamente homogêneas, inexistindo a recombinação alélica a partir da união de gametas, dificultando assim o ganho genético destas espécies e o lançamento de cultivares. No entanto, com a descoberta de plantas sexuais em populações naturais de *Paspalum plicatulum*, foi possível criar novos genótipos a partir de cruzamentos com espécies compatíveis (SARTOR et al., 2009; AGUILERA et al., 2011), vislumbrando um novo rumo no melhoramento de plantas forrageiras, antes impossibilitado pela apomixia. Portanto, quando um dos genitores apresenta reprodução sexual, há a possibilidade de formação de variabilidade genética, permitindo a recuperação de progênies elites, com a fixação de alelos na primeira geração de autofecundação pela própria apomixia

(ACUÑA et al., 2011). A apomixia, além de manter a presença de blocos gênicos e uma alta uniformidade, permite a contínua exploração da heterose em todas as gerações (CARVALHO et al., 2008). Além disto, as progênies apomíticas, por serem altamente heterozigotas, podem resultar em plantas com maior vigor, produção, estabilidade genética e maior adaptação (FEHR, 1987).

O conhecimento da interação genótipo *versus* ambiente e da maior adaptação e previsibilidade no comportamento forrageiro de acessos apomíticos do gênero *Paspalum* pode contribuir na identificação de genótipos promissores para lançamento comercial em curto período de tempo ou no direcionamento de cruzamentos potenciais na obtenção de genótipos mais adaptados, estáveis e produtivos. O objetivo deste trabalho foi analisar a adaptabilidade e estabilidade de acessos apomíticos do gênero *Paspalum* frente aos principais caracteres de interesse forrageiro avaliados em diferentes anos e locais.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido nos anos agrícolas de 2009/10 e 2010/11 nos municípios de Eldorado do Sul e Augusto Pestana, RS, Brasil. A área experimental em Eldorado do Sul está localizada na região da Depressão Central, com coordenadas geográficas de 30°06'02"S e 51°41'27"W e 34 metros de altitude. O solo é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico típico e o clima é do tipo Cfa, segundo a classificação de Köppen. A precipitação média anual é em torno de 1400 mm e a temperatura média anual é de 19,3°C. Em Augusto Pestana a área experimental está situada na região Noroeste do Estado, com coordenadas geográficas de 28°25'58"S e 54°00'24"W e com 290 metros de altitude. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico e o clima é do tipo Cfa, conforme Köppen. A precipitação média é em torno de 1600 mm e a temperatura média anual é de 21,8°C.

Foram realizadas análises do solo no período que antecedeu a implantação do experimento em ambos os locais. As amostras foram retiradas da camada de 0 a 20 cm de profundidade e as áreas receberam adubação de base (NPK) na quantidade de 20-150-100 (Eldorado do Sul) e 20-120-100 (Augusto Pestana) e de cobertura com N na forma de uréia de 180 e 130 kg de

nitrogênio por ha em Eldorado do Sul e Augusto Pestana, respectivamente. Houve o fracionamento das adubações de cobertura em seis momentos em cada ano e local após cada corte, conforme as indicações técnicas para gramíneas perenes de estação quente seguindo as recomendações da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solos (2004).

Os acessos utilizados foram obtidos de uma coleção, a partir de coletas realizadas em ecossistemas naturais do bioma Pampa e na região fisiográfica do Planalto Médio do Estado do Rio Grande do Sul (REIS et al., 2008; PEREIRA et al., 2011). Anteriormente, foram realizados estudos preliminares e os acessos de maior potencial forrageiro foram selecionados para este estudo: *P. lepton* (acessos 28B, 26A, 28C, 26D e 28E) e *P. guenoarum* (acessos Azulão e Baio). Além disto, foi incluída como testemunha, a cultivar Pensacola (*P. notatum*) que também é proveniente das condições naturais do Cone Sul e apresenta alta relação folha/colmo e qualidade (PEREIRA et al., 2011).

Em cada local utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições e as parcelas foram constituídas por seis linhas de 2,2 m de comprimento e 0,20 m de espaçamento. Em cada linha, as mudas foram transplantadas a cada 20 cm, o que totalizou 60 plantas por parcela. Os transplantes ocorreram em 01 e 04 de dezembro de 2009, em Eldorado do Sul e Augusto Pestana, respectivamente. As avaliações foram realizadas através de cortes utilizando dois quadrados de 0,50 × 0,50 m quando a maior parte dos acessos apresentavam altura média das folhas de 35 cm, permanecendo um resíduo de 10 cm do solo, exceto para a cultivar Pensacola, que foi cortada ao atingir altura média de 25 cm e resíduo de 5 cm, o mais indicado para esta espécie (PEREIRA et al., 2011). Após os cortes, as amostras foram levadas ao laboratório para a separação morfológica de folhas, colmos, inflorescências e material morto, secas em estufa de ar forçado a 65°C até atingir peso constante para análise dos caracteres de interesse, que foram: massa seca total (MST, Kg ha⁻¹), massa seca de folhas (MSF, kg ha⁻¹) e a relação folha/colmo (RFC = MSF/MSC).

Foi realizada a análise de variância utilizando o teste F, a 5% de probabilidade para os três fatores (genótipos, anos e locais). Foi efetuada a comparação de médias pelo teste Scott & Knott a 5% de probabilidade de erro

para comparar o desempenho dos genótipos nos distintos anos e locais. Após, foi determinada a estabilidade fenotípica pelo método Tradicional, com base na variação ambiental para cada genótipo, preconizando que, aqueles que evidenciam os menores valores de quadrado médio são considerados estáveis (CRUZ & CARNEIRO, 2006). Também foi calculada a estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade pelo método de EBERHART & RUSSEL (1966), baseado na regressão linear, em que tanto os coeficientes de regressão dos valores fenotípicos de cada genótipo em relação ao índice ambiental, quanto os desvios desta regressão proporcionam estimativas de parâmetros de estabilidade e adaptabilidade, de acordo com o seguinte modelo: $Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i}l_j + \delta_{ij} + \bar{\epsilon}_{ij}$, em que: Y_{ij} é a média do genótipo i no ambiente j ; β_{0i} , média geral do genótipo i ; β_{1i} , coeficiente de regressão linear, que mede a resposta do i -ésimo genótipo à variação do ambiente; l_j , índice ambiental codificado ($\sum l_j = 0$); δ_{ij} , desvios da regressão; e $\bar{\epsilon}_{ij}$, erro experimental médio. Para a previsibilidade dos genótipos também foi incluído o recurso auxiliar dos valores do coeficiente de determinação (R^2). Ressalta-se a importância em aliar a análise de adaptabilidade e estabilidade via regressão com outros métodos, como o Tradicional, fortalecendo as inferências a serem formuladas frente à previsibilidade dos genótipos (CRUZ & CARNEIRO, 2006). As análises foram realizadas pelo programa *GENES* (Cruz et al., 2001).

Resultados e Discussão

Diferenças significativas foram detectadas em todos os caracteres tanto para os efeitos principais (genótipo, anos e locais) como os de interação genótipo x ano, genótipo x local, ano x local e genótipo x ano x local (Tabela 1). Pelos valores de quadrado médio (QM), a magnitude do ano de cultivo foi a fonte de variação mais efetiva em alterar a MST e MSF. Por outro lado, a RFC indicou um maior efeito do genótipo na alteração deste caráter do que a influência do ano. No entanto, as interações A x L e G x A x L mostraram valores de QM superiores aos efeitos principais, indicando as fortes interações sobre a RFC. A MST e a MSF são os principais caracteres utilizados na

seleção de plantas forrageiras, bem como a RFC, que permite conhecer a proporção da biomassa total direcionada à produção de folhas e colmos (ASSIS et al., 2008; PEREIRA et al., 2011).

Em Eldorado do Sul, os acessos de *P. guenoarum* (Azulão e Baio) apresentaram as maiores produções na MST do que os acessos das outras duas espécies nos dois anos de cultivo (Tabela 2). Deve-se ressaltar que o segundo ano proporcionou maior expressão da variabilidade pela formação de seis classes estatisticamente distintas, mostrando maior performance do genótipo Azulão na espécie *P. guenoarum*. Além disto, houve superioridade do acesso 28B em relação aos demais em *P. lepton*. Em Augusto Pestana, a expressão da MST em 2010 mostrou resultado similar a Eldorado do Sul, destacando-se os mesmos acessos de *P. guenoarum*. Além disto, foi observada a formação de quatro classes fenotipicamente distintas no segundo ano de cultivo, qualificando o genótipo Baio da espécie *P. guenoarum* e os acessos 26A, 28B, 28C e 28E da espécie *P. lepton*. Os acessos de *P. lepton* 26A e 28B apresentaram produções de MST similares independente dos anos e locais de avaliação. A superioridade observada na expressão da MST no segundo ano de cultivo, aliada a melhor detecção da variabilidade no caráter, sugere que a seleção de genótipos promissores seja feita no primeiro ano de avaliações. Em espécies perenes de hábito rizomatoso ou estolonífero, o ano de implantação se caracteriza como o período de adaptação das espécies voltado ao estabelecimento inicial. Nos anos seguintes, com a perenização, os fotoassimilados são mais direcionados à expressão dos caracteres forrageiros, facilitando a visualização de diferenças entre os genótipos eficientemente mais produtivos (PEREIRA et al., 2011). Similar a *Paspalum*, estudo com a espécie perene de verão *Brachiaria brizantha* indicou que o primeiro ano de cultivo (estabelecimento) foi insuficiente para melhor detecção da variabilidade genética disponível, sugerindo, ao menos, dois anos de avaliação para maior eficiência na seleção de plantas geneticamente superiores (BASSO et al., 2009).

Na análise da MSF (Tabela 2), resultados similares a MST foram observados, destacando-se os acessos de *P. guenoarum* nos diferentes anos e locais de avaliação, com superioridade do acesso Azulão em relação ao Baio

em Eldorado do Sul. Além disto, também foi observada uma maior produção de folha e maior expressão da variabilidade no segundo ano de cultivo, independente das espécies testadas. Destaca-se, na espécie *P. lepton* em 2011, os acessos 26D e 28B como aqueles que expressaram o melhor desempenho, similar à Pensacola (*P. notatum*). Em Augusto Pestana, os acessos de *P. guenoarum* foram similares entre si na expressão da MSF nos anos de avaliação e com superioridade aos demais acessos de *P. lepton* e *P. notatum*. Nesta condição, em 2011, os acessos de *P. lepton* que evidenciaram maior expressão na MSF foram os genótipos 26A e 28C com produções superiores às apresentadas pela cv. Pensacola. Ressalta-se que, para a seleção buscando o ganho genético no principal componente ligado a qualidade de forragem (MSF), o segundo ano de avaliação também se mostra mais eficiente, tanto em expressão da produção quanto da variabilidade existente à seleção. No melhoramento de plantas forrageiras, a seleção é feita principalmente sobre o caráter de produção de folhas. Esta estrutura apresenta maior qualidade nutricional e é preferencialmente consumida pelos animais (BRÂNCIO et al., 2003).

No teste de médias para o caráter RFC (Tabela 2), houve variabilidade no primeiro ano de estabelecimento em Eldorado do Sul, destacando-se o acesso Azulão de *P. guenoarum*. Em *P. lepton*, os genótipos evidenciaram comportamento similar, exceto o acesso 26D, que apresentou desempenho superior na RFC. Em 2011, ano de perenização, comportamento distinto na expressão da RFC foi observado, qualificando a cultivar Pensacola (*P. notatum*) como a de maior expressão neste caráter. Destaque também é conferido ao acesso 26D, superando inclusive, os acessos de *P. guenoarum*. Em Augusto Pestana, não foi observada variabilidade no caráter no primeiro ano de avaliação, permitindo a identificação de genótipos superiores apenas no ano de perenização (2011). Em *P. guenoarum* destacou-se o genótipo Azulão. Além disto, grande parte dos acessos de *P. lepton* mostraram comportamento similar para a RFC, semelhante à cultivar Pensacola, exceto o genótipo 28B, que obteve um valor médio reduzido. Portanto, a RFC parece evidenciar uma maior instabilidade de expressão frente aos ambientes estudados. Os dados coletados indicam que a seleção a partir do segundo ano de avaliação (ano de

perenização) é o mais indicado. A alta RFC da Pensacola já foi observada em outros estudos, destacando a grande qualidade nutricional desta cultivar (PEREIRA et al., 2011). Ressalta-se que este genótipo é a única cultivar de *Paspalum* disponível no mercado de sementes no sul do Brasil. Vários autores relatam sobre a importância da relação RFC, considerada um dos mais eficientes caracteres na análise de preferência dos animais em pastejo, inclusive associada à facilidade com que coletam o componente preferido que é a folha (BRATTI et al., 2009).

Pelo método Tradicional (Tabela 3), os acessos 26A e 28C de *P. lepton* apresentaram maior estabilidade pelos menores valores de quadrado médio (QM) para o caráter MST. Resultado similar também foi obtido quando calculado pelo método de Eberhart & Russell, que evidenciou previsibilidade no comportamento destes genótipos para este caráter. O acesso 28B apresentou adaptação ampla ($b_1=1$) e o 26A apresentou adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis ($b_1<1$). Por outro lado, os acessos Azulão e Baio de *P. guenoarum* apresentaram adaptação específica a ambientes favoráveis pelos maiores índices de adaptabilidade ($B_1>1$). Ressalta-se que estes acessos foram os que expressaram maior desempenho forrageiro. No segundo ano de avaliação, o genótipo Azulão obteve a maior expressão da MST em Eldorado do Sul. Em Augusto Pestana, o acesso Baio se destacou pela maior produção no mesmo período de avaliação. CRUZ & CARNEIRO (2006) relatam que a adaptabilidade é uma característica herdável e, por isso, sugerem como parâmetro na definição de genitores potenciais. Portanto, os acessos 28B (adaptação ampla), 26A e 28C (estabilidade) de *P. lepton* e Azulão e Baio (adaptabilidade específica a ambientes favoráveis) de *P. guenoarum*, podem ser indicados como genitores mais ajustados na busca de maior adaptação e estabilidade. CRUZ e CARNEIRO (2006) comentam também que o lançamento de cultivares e a seleção de genitores potenciais para hibridações dirigidas tem por base a boa performance dos genótipos em uma ampla rede de ambientes. No entanto, em programas de melhoramento de plantas forrageiras, é difícil a realização de experimentos em vários anos e locais, devido ao baixo retorno econômico quando comparado aos programas de cereais e maior dificuldade de avaliação dos caracteres envolvidos, além de menor estrutura disponível.

Para a MSF pelo método Tradicional (Tabela 3), os acessos evidenciaram boa performance para ambientes específicos. Destacaram-se pelos menores valores de QM os acessos 28B e 28E, porém este último com menor produção média de MSF. Pelo método Eberhart & Russel para o mesmo caráter, foram observados que todos os acessos indicaram adaptação a ambientes específicos, exceto o acesso 28C, que apresentou adaptação geral e estabilidade. Ressalta-se que os acessos 28B e 28E evidenciaram estabilidade com adequada produção de folhas. GAMA & HALLAUER (1980) sugerem que na seleção de genótipos superiores deveriam estar associados a performance dos caracteres agrônômicos com a análise de adaptabilidade e estabilidade, após obtenção de um grupo elite de genótipos.

No modelo proposto por Eberhart & Russel para o caráter RFC (Tabela 3), todos os acessos de *P. lepton* evidenciaram adaptação geral, de maior responsividade às melhorias de ambiente, exceto o acesso 28B, que apresentou adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis. Já o acesso 28E, que apresentou uma adaptação geral, também evidenciou estabilidade, porém, com menor expressão da RFC neste estudo. Os acessos de *P. guenoarum* Azulão e Baio apresentaram comportamentos distintos, o primeiro por evidenciar adaptação geral sem estabilidade, e o segundo, com adaptabilidade a ambientes desfavoráveis com estabilidade. Resultado similar também obtido pelo método tradicional. Para os demais acessos, o método Tradicional indicou instabilidade no caráter. A seleção de genótipos mais ajustados aos ambientes agrícolas com os benefícios da apomixia pode acelerar o lançamento de constituições genéticas superiores, hipótese apoiada pela alta uniformidade, contínua exploração da heterose (CARVALHO et al., 2008) e pela seleção de progênies elite com os caracteres já fixados na primeira geração de autofecundação (ACUÑA et al., 2011).

Conclusão

Houve diferenças na estabilidade e adaptabilidade dos genótipos e as análises se mostraram capazes em detectá-las.

Os genótipos Azulão e Baio (*P. guenoarum*) apresentaram os maiores desempenhos na produção de massa seca total de folhas independente do ambiente.

Os genótipos 26A e 28C (*P. leptum*) demonstraram alta previsibilidade pelos dois métodos analisados para o caráter massa seca total.

O genótipo 28B apresentou adaptação ampla enquanto que os genótipos Azulão e Baio apresentaram adaptação específica a ambientes favoráveis.

Estes genótipos poderão constituir genitores potenciais masculinos em cruzamentos com plantas sexuais compatíveis, possibilitando a formação de recombinantes elites e a rápida seleção pela fixação dos caracteres de interesse já na primeira geração pela apomixia.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, à Associação Sul-Brasileira para o Fomento à Pesquisa de Forrageiras.

Referências bibliográficas

ACUÑA, C. A. et al. Bahiagrass Tetraploid Germplasm: Reproductive and Agronomic Characterization of Segregating Progeny. **Crop Science**, 49: 2: 581-588, 2009.

AGUILERA, P. M. et al. Interspecific Tetraploid Hybrids between Two Forage Grass Species: Sexual *Paspalum plicatulum* and Apomictic *P. guenoarum*. **Crop Science**. v. 51 n. 4, p. 1544-1550. 2011.

ARAUS, J.L.; SLAFER, G. A.; ROYO, C.; SERRET, M. D. Breeding for yield potential and stress adaptation in cereals. **Critical Reviews in Plant Science**, n.27, p. 377-412, 2008.

ASSIS, G. M. L. et al. Seleção de genótipos de amendoim forrageiro para cobertura do solo e produção de biomassa aérea no período de estabelecimento utilizando-se metodologia de modelos mistos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.11, 1905-1911, 2008.

- BATISTA, L.A.R.; GODOY, R. Caracterização preliminar e seleção de germoplasma de gênero *Paspalum* para produção de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 23-32, 2000.
- BRÂNCIO, P. A. et al. Avaliação de três cultivares de "*Panicum maximum*" Jacq. sob pastejo: Composição da dieta, consumo de matéria seca e ganho de peso animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p.1037-1044, 2003.
- BRATTI, L. F. S. et al. Comportamento ingestivo de caprinos em pastagem de azevém e aveia-preta em cultivo puro e consorciado. **Ciência Animal Brasileira**, n. 10, p. 397-405, 2009.
- CARVALHO, F. I. F. et al. **Estimativas e implicações da herdabilidade como estratégia de seleção**. Pelotas: UFPel, 2001, 99p.
- CRUZ, C.D. **Programa GENES**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2007.
- CRUZ C. D; REGAZZI A. J. CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV. p. 480, 2004.
- EBERHART, S. A and RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v. 6, p. 36-40, 1966.
- FEHR, W. R. **Principles of cultivar development**. Editora Macmillan, New York, 1987, 525p.
- GAMA, E. E. F. and HALLAUER, A. R. Stability of hybrids produced from selected lines of Maize. **Crop Science**, v.20, p. 623-626, 1980.
- MENDES, F. F. et al. Adaptability and stability of maize varieties using mixed model methodology. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, n. 12, p. 111-117, 2012.
- QUEIROZ, D. S. et al. Espécies forrageiras para produção de leite em solos de várzea. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 2, p. 271-280, 2012.
- OLIVEIRA, D. M. et al. Desempenho de genitores e populações segregantes de trigo sob estresse de calor. **Bragantia**, v. 70, n. 1, p. 25-32. 2011.
- PEREIRA, E. A. et al. Produção agronômica de uma coleção de acessos de *Paspalum leptum* Parodi. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 40, p. 498-508, 2011.
- REIS, C.A.O, WITTMANN, M. T. S, DALL'AGNOL, M. Chromosome numbers, meiotic behavior and pollen fertility in a collection of *Paspalum nicorae* Parodi

accessions. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, n.8, p. 212-218, 2008.

ROSADO, A. M. et al. Seleção simultânea de clones de eucalipto de acordo com produtividade, estabilidade e adaptabilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 7, p. 964-971, 2012.

NABINGER, C.; MORAES, A.; MARASCHIN, G. Campos in southern Brasil. In: LEMAIRE et. al.(Ed). **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. Wallingford: CABI Publishing, 2000. p.355-375.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre, 2004. p. 400.

VALLE, C.B. do, et al. Melhoramento genético de *Brachiaria*. In RESENDE R S, VALLE CB do, JANK I (Org.) **Melhoramento de Forrageiras Tropicais**. Editora Embrapa, Campo Grande, 13-53p., 2008.

Tabela 1. Resumo da análise de variância conjunta de caracteres forrageiros de acessos do gênero *Paspalum* (*P leptum*: 28B, 26A, 28C, 26D e 28E; *P guenoarum*: Azulão e Baio e *P notatum* cultivar Pensacola) em dois anos de cultivo em Eldorado do Sul e Augusto Pestana/RS.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		MST (kg ha ⁻¹)	MSF (kg ha ⁻¹)	RFC (MSF/MSC)
Bloco	8	1032399	579238	0,59
Genótipo (G)	7	102763861*	58748634*	1181*
Anos (A)	1	145679172*	212656579*	114*
Locais (L)	1	2675086*	761562*	0,05*
G x A	7	37182394*	15260521*	6,23*
G x L	7	5754648*	3421097*	4,79*
A x L	1	19120973*	4630*	1606*
G x A x L	7	3316443*	2159252*	1170*
Erro	56	1014076	446814	0,33
Total	95			
Média Geral		6401	4248	2,95
CV (%)		15,73	16,20	19,42

*Significativo a 5% de probabilidade do erro; GL, graus de liberdade; MST, Massa Seca Total; MSF, Massa Seca de Folha; RFC, Relação Folha:Colmo; CV, coeficiente de variação

Tabela 2. Produção de massa seca total (MST), massa seca de folhas (MSF) e relação folha:colmo (RFC) de acessos do gênero *Paspalum* em dois anos de cultivo e locais.

Genótipos	Massa seca total (kg ha ⁻¹)			
	Eldorado do Sul		Augusto Pestana	
	2010	2011	2010	2011
<i>P. guenoarum</i> Azulão	C 6519 a	A 15995 a	C 8051 a B 13228 b	
<i>P. guenoarum</i> Baio	C 6267 a	B 14252 b	C 7495 a A 16837 a	
<i>P. lepton</i> 26A	A 3894 b	A 4942 e	A 5526 b A 5759 c	
<i>P. lepton</i> 26D	B 4074 b	A 6457 d	B 4866 b B 4210 d	
<i>P. lepton</i> 28B	B 4529 b	A 8130 c	B 5384 b B 5001 c	
<i>P. lepton</i> 28C	A 3660 b	A 5032 e	A 4594 b A 5945 c	
<i>P. lepton</i> 28E	B 3554 b	B 2723 f	A 5904 b A 4796 c	
<i>P. notatum</i> (T)	B 3953 b	A 5772 d	B 4444 b B 3057 d	

Genótipos	Massa seca de folhas (kg ha ⁻¹)			
	Eldorado do Sul		Augusto Pestana	
	2010	2011	2010	2011
<i>P. guenoarum</i> Azulão	B 5521 a	A 11219 a	C 4159 a A 11171 a	
<i>P. guenoarum</i> Baio	C 4383 b	B 9850 b	C 3973 a A 12042 a	
<i>P. lepton</i> 26A	D 1641 c	B 3443 d	C 2827 b A 4813 b	
<i>P. lepton</i> 26D	C 2439 c	A 5337 c	C 2428 b B 3521 c	
<i>P. lepton</i> 28B	B 1877 c	A 4607 c	B 2493 b A 3860 c	
<i>P. lepton</i> 28C	B 1784 c	A 4075 d	B 2538 b A 4842 b	
<i>P. lepton</i> 28E	B 1490 c	B 1805 e	B 2410 b A 3850 c	
<i>P. notatum</i> (T)	B 2176 c	A 4899 c	B 2018 b B 2450 d	

Genótipos	Relação folha:colmo (MSF/MSC)			
	Eldorado do Sul		Augusto Pestana	
	2010	2011	2010	2011
<i>P. guenoarum</i> Azulão	B 6,4 a	C 2,8 d	D 1,5 a A 7,7 a	
<i>P. guenoarum</i> Baio	A 2,8 b	A 2,2 d	A 1,6 a A 2,8 c	
<i>P. lepton</i> 26A	B 1,5 c	B 2,4 d	B 1,7 a A 4,9 b	
<i>P. lepton</i> 26D	B 2,2 b	A 5,1 b	B 1,6 a A 4,8 b	
<i>P. lepton</i> 28B	B 1,2 c	B 1,5 d	B 1,2 a A 3,1 c	
<i>P. lepton</i> 28C	B 1,4 c	A 3,8 c	B 1,7 a A 4,2 b	
<i>P. lepton</i> 28E	C 1,2 c	B 2,3 d	C 1,0 a A 3,9 b	
<i>P. notatum</i> (T)	C 1,8 c	A 9,2 a	C 1,3 a B 4,1 b	

Média seguida pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Scott & Knott, a 5 % de probabilidade;

Tabela 3. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e de estabilidade fenotípica de caracteres forrageiros de genótipos de *Paspalum*, segundo o método Tradicional e Eberhart & Russell.

Genótipos	Média (β_0)	Tradicional	Regressão		
		QM	β_{1i}	S^2_{di}	$R^2(\%)$
(MST kg ha ⁻¹)					
<i>P. guenoarum</i> Azulão	10948	58684090*	2,83*	1025293*	95,3
<i>P. guenoarum</i> Baio	11213	79147542*	3,06*	6507971*	82,7
<i>P. lepton</i> 26A	5030	2074570 ^{ns}	0,34*	312741 ^{ns}	78,0
<i>P. lepton</i> 26D	4902	3582964*	0,46*	710400*	41,9
<i>P. lepton</i> 28B	5761	7850410*	0,77 ^{ns}	1536253*	52,4
<i>P. lepton</i> 28C	4808	2706230 ^{ns}	0,53*	58209 ^{ns}	71,3
<i>P. lepton</i> 28E	4244	5850616*	-0,22*	2429049*	5,7
<i>P. notatum</i> (T)	4307	3853458*	0,23*	1415938*	9,4
(MSF kg ha ⁻¹)					
<i>P. guenoarum</i> Azulão	8017	41316772*	2,11*	676639*	96,0
<i>P. guenoarum</i> Baio	7562	48287492*	2,28*	859940*	95,8
<i>P. lepton</i> 26A	3181	5229978*	0,66*	535553*	74,0
<i>P. lepton</i> 26D	3431	5631158*	0,65*	785344*	66,9
<i>P. lepton</i> 28B	3209	4664000*	0,69*	97974 ^{ns}	89,6
<i>P. lepton</i> 28C	3310	5855584*	0,78 ^{ns}	48344 ^{ns}	93,4
<i>P. lepton</i> 28E	2388	3284197*	0,32*	1034246*	28,2
<i>P. notatum</i> (T)	2886	5500440*	0,50*	1476622*	41,0
RFC (MSF/MSD)					
<i>P. guenoarum</i> Azulão	4,6	25,63*	1,3 ^{ns}	8,38*	33,7
<i>P. guenoarum</i> Baio	2,4	0,95 ^{ns}	0,3*	0,15 ^{ns}	42,5
<i>P. lepton</i> 26A	2,6	7,22*	1,0 ^{ns}	0,85*	73,3
<i>P. lepton</i> 26D	3,4	9,81*	1,3 ^{ns}	0,38*	89,9
<i>P. lepton</i> 28B	1,8	2,60*	0,6*	0,28*	69,3
<i>P. lepton</i> 28C	2,8	6,25*	1,0 ^{ns}	0,32*	86,1
<i>P. lepton</i> 28E	2,1	5,06*	0,9 ^{ns}	0,18 ^{ns}	88,4
<i>P. notatum</i> (T)	4,1	38,91*	1,7*	11,31*	41,2

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ns= não significativo a 5%; β_0 = Média geral; QM= quadrado médio; β_{1i} = coeficiente da regressão; S^2_{di} = desvio padrão da regressão; R^2 = coeficiente de determinação; (Ho: $\beta_{1i}= ,0$); pelo teste F (Ho: $S^2_{di} = 0$); MST, Massa Seca Total; MSF, Massa Seca de Folha; RFC, Relação Folha:Colmo.

5. CAPÍTULO V

Hibridizações, seleção e identificação do modo de reprodução de híbridos interespecíficos superiores do gênero *Paspalum*

Hibridizações, seleção e identificação do modo de reprodução de híbridos interespecíficos superiores do gênero *Paspalum*¹

Emerson André Pereira², Miguel Dall'Agnol², Carine Simioni², Karla Médice Saraiva², Raquel Schneider², Roberto Luis Weiler², Marcos Perera Zuneda², Jackson Camargo Neme²

1 Artigo elaborado pelas normas da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira.
2 Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Avenida Bento Gonçalves, no 7.712, CEP 91501-970 Porto Alegre, RS. E mail: emersonpijui@yahoo.com.br.

Resumo - O objetivo deste trabalho foi de obter variabilidade genética por meio de hibridizações interespecíficas utilizando genótipos nativos do gênero *Paspalum* e analisar as progênes superiores quanto ao modo de reprodução selecionando plantas estáveis reprodutivamente. No verão de 2010, foram realizadas hibridizações artificiais, utilizando pólen de cinco genótipos nativos e apomíticos conhecidos como Azulão e Baio de *P. guenoarum*, 28B, 26A e 28E de *P. leptum* e um genótipo sexual como genitor feminino denominado de "4c4x" de *P. plicatulum*. As progênes, juntamente com os genitores e mais a cv. Pensacola (de *P. notatum*) utilizada como testemunha, foram avaliadas no campo por dois anos em delineamento de blocos ao acaso, com três repetições. Foram analisadas a produção de massa seca, rebrote, número de afilhos e tolerância a geadas. As hibridizações artificiais interespecíficas no grupo Plicatula foram eficientes na obtenção de variabilidade genética para todos os caracteres ligados a produção de forragem. A segregação do modo de reprodução dos híbridos superiores foi de 3:1 sendo três plantas apomíticas e uma planta sexual. Os híbridos superiores apomíticos serão levados para as etapas finais, visando o lançamento como cultivares. As progênes superiores de reprodução sexual serão utilizadas para novas recombinações dentro do programa de melhoramento de plantas forrageiras.

Palavra chave: recombinação, sexual, apomixia, seleção, nativo

Hybridizations, selection and identification of the mode of reproduction of higher interspecific hybrids of the genus *Paspalum*

Abstract - The objective of this study was to obtain genetic variability through interspecific hybridization using native genotypes of the genus *Paspalum* and, analyze the best progenies to mode of reproduction, selecting stable plants. In the summer of 2010, artificial hybridizations were performed using artificial pollen from five genotypes native and an apomictic known as Azulão and a Baio of *P. guenoarum*, 28B, 26A and a 28E of *P. leptum* and a sexual genotype as the female parent called "4c4x" of *P. plicatulum*. The progenies together with parents and more cv. Pensacola (*P. notatum*) were used as a control; it was evaluated in the field for two years in a randomized block design with three replications. The artificial interspecific hybridizations on group Plicatula were effective to obtain genetic variability for all characters related to forage

production. The segregation was 3:1 (three apomictic plants and one sexual plant). Superior apomictic hybrids will be to used at final stages, aiming to release as cultivars. The superior progeny of sexual reproduction will be used for further recombination in the breeding program of fodder plants.

Key words: recombination, sexual, apomixis, selection, native

Introdução

A pecuária brasileira é reconhecida pela quantidade e qualidade da carne e leite produzidos e por ser alimentada a base de pasto. Porém, há um pequeno número de cultivares e gêneros de genótipos exóticos que predominam nas pastagens e em geral apresentam modo de reprodução apomítico. Em virtude desta estreita base genética, há possibilidade de surgirem novas pragas e doenças que podem atingir boa parte das pastagens do Brasil (Strapasson et al., 2000; Jank et al., 2011).

Além disto, a degradação das pastagens é um dos maiores problemas da pecuária brasileira, sendo que 50% das pastagens deste país estão em diferentes estágios de degradação (Dias Filho 2007) afetando diretamente a sustentabilidade do sistema produtivo. Neste sentido, o melhoramento de plantas é indispensável à criação de novas cultivares para melhorar a eficiência da área e elevar a renda dos produtores com a maior produção de forragem, a qual refletirá em maior produtividade de carne e leite.

No Conesul, existem várias espécies que podem servir como fonte de variabilidade para programas de melhoramento de plantas forrageiras. Têm destaque as espécies do gênero *Paspalum*, que apresentam alto potencial forrageiro e são adaptadas a diversos ecossistemas (Valls 1990; Nabinger et al., 2009). O fato do gênero *Paspalum* ser nativo, há menor risco de ocorrer desequilíbrio biológico quando comparado com as espécies exóticas (Strapasson et al., 2000; Nakagawa, 2012). As espécies do grupo *Plicatula* se destacam pela ampla variabilidade intra e interespecífica de caracteres de interesse forrageiro, potencial produtivo e qualidade, sugerindo ser um dos grupos mais indicados para uso em programas de melhoramento genético (Batista & Godoy 2000; Pereira et al., 2012).

A maioria das espécies do gênero *Paspalum* é poliplóide, predominando as tetraplóides (4x) (Quarín e Nornann, 1990). No entanto, podem existir espécies diplóides (2x), de reprodução sexual, alógamas e auto-incompatíveis, (Quarín et al., 1997; Espinoza et al., 2001). Porém, a maioria das espécies desse grupo são apomíticas, e isso implica em populações geneticamente homogêneas, inexistindo a recombinação alélica, dificultando o ganho genético (Carvalho et al., 2008) e o lançamento de cultivares pelas normas vigentes no Brasil.

Recentemente foram encontradas plantas sexuais e diplóides em populações naturais de *Paspalum plicatulum* e, posteriormente, o conjunto cromossômico foi duplicado com colchicina, proporcionando obter populações tetraplóides sexuais, com as quais foi possível realizar cruzamentos antes inviabilizados pela apomixia (Sartor et al., 2009). Deste modo, podem ser realizadas hibridizações nas plantas sexuais utilizando o pólen dos apomíticos tetraplóides. As progênies resultantes destes cruzamentos segregam em indivíduos sexuais e apomíticos. Estudos indicam que o caráter apomixia é de herança monogênica, ocasionando a formação de progênies apomíticas e sexuais na proporção de 3 (apomíticas):1 (sexual) (Grossniklaus, 2001; Sherwood, 2001). Neste sentido, as progênies identificadas como apomíticas teriam como principal vantagem a fixação da heterose já na primeira geração e, sendo assim, o genótipo estaria apto para ser lançado como nova cultivar. Por outro lado, as progênies sexuais superiores podem ser utilizadas em novas recombinações dentro do programa de melhoramento (Quarín et al., 2001; Carvalho et al., 2008; Resende et al., 2004).

Existem diversas formas de identificação das plantas apomíticas nas progênies, dentre as quais pode ser destacado: a) Observação de uma progênie uniforme obtida de sementes de uma única planta, pelo teste de progênie (Miles & Valle, 1996); (b) Ausência de variabilidade genética em F₁ e F₂, pelo cruzamento entre plantas com características distintas (Miles & Valle, 1991); (c) Análises da quantidade de DNA do endosperma em citômetro de fluxo (Pentado et al., 2000); (d) Utilização de marcadores moleculares ligados ao gene da apomixia (Espinoza et al., 2002); (e) Ausência de antípodas e presença de múltiplos sacos embrionários apospóricos, através de análises citoembriológicas

de ovários por clareamento ou por secções histológicas (Young et al., 1979). O teste de progênie é a forma mais barata e simples de detecção, assim como a observação da ausência de variabilidade na geração F_1 e F_2 , mas o clareamento dos sacos embrionários é a forma mais segura e eficiente de identificar a apomixia (Valle et al., 2004).

O objetivo deste trabalho foi obter variabilidade genética por meio de hibridizações interespecíficas utilizando genótipos nativos do gênero *Paspalum* e analisar as progênies superiores quanto ao modo de reprodução, com a finalidade de selecionar plantas de reprodução apomítica para o possível lançamento de cultivares. Além disto, selecionar as plantas com modo de reprodução sexual para novas recombinações dentro do programa de melhoramento de plantas forrageiras da UFRGS.

Material e Métodos

No verão de 2010, foram realizadas hibridizações artificiais em casa de vegetação situada nas dependências do Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da Faculdade de Agronomia da UFRGS em Porto Alegre/RS. Foram utilizados grãos de pólen de cinco genótipos nativos apomíticos (genitores masculinos) conhecidos como: Azulão e Baio de *P. guenoarum*, 28B, 26A e 28E de *P. lepton*. O genitor feminino foi um genótipo sexual denominado de “4c4x” de *P. plicatum*. Os genótipos apomíticos de *P. guenoarum* foram selecionados pelo alto potencial de produção de forragem e persistência ao frio (Paim & Nabinger, 1982), e os genótipos de *P. lepton* se destacaram pela produção de forragem e pela qualidade nutricional (Pereira et al., 2011). O genótipo diplóide sexual de *P. plicatum* teve seu conjunto cromossômico duplicado com colchicina, o que tornou viável as hibridizações artificiais entre espécies compatíveis e com mesmo número cromossômico para obtenção de descendentes férteis (Sartor et al., 2009; Aguilerra et al., 2011). Todos os genitores foram obtidos a partir de coletas realizadas em ecossistemas naturais do Conesul e fazem parte do grupo Plicatula.

As hibridizações foram realizadas no turno da manhã, ensacando as inflorescências dos genitores masculinos e do genitor feminino quando estes

emitiam as primeiras anteras e estigmas (Figura 1). Após algumas horas, eram realizados os cruzamentos. Os sacos das inflorescências das plantas masculinas que continham pólen eram retirados e colocados nas inflorescências femininas, seguindo de uma leve fricção dos estigmas sobre o pólen, para que ocorresse a fertilização. É válido ressaltar que não foi necessário emasculiar o genitor feminino, uma vez que o mesmo é auto-incompatível, dispensando essa prática para os cruzamentos. Cada inflorescência polinizada foi etiquetada, anotando-se o nome do pai, a data da polinização e após, as inflorescências foram ensacadas novamente. Esse procedimento foi repetido por três manhãs seguidas ou até quando as plantas sexuais estivessem emitindo flores passíveis de serem polinizadas. Em torno de 25 dias após o término dos cruzamentos, as inflorescências foram coletadas e as sementes foram colocadas em uma estufa de ar forçado a 35° C durante 48 h. Após, foram semeadas em caixas de isopor, considerando cada semente como um novo genótipo. Os híbridos obtidos permaneceram em casa de vegetação para a formação de repetições obtidas a partir de afilhos e preparação para as mudas serem levadas ao campo.

O experimento foi realizado nos anos agrícolas de 2010/11 e 2011/2012, no município de Eldorado do Sul, na Estação Experimentas Agrônômica da UFRGS. A área experimental está localizada na região da Depressão Central (30°06'02"S e 51°41'27"W, a 34 m de altitude). A classificação do solo é Argissolo Vermelho distrófico típico e o clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido, com verão quente. A temperatura média anual é de 19,3°C com média máxima de 24,6°C em janeiro, e média mínima de 13,8°C em junho e com a precipitação média anual de 1.400 mm. No período em que o experimento foi conduzido, choveu 99 mm em dezembro de 2010, 1587 mm em 2011 e 179 mm até a última avaliação ocorrida em fevereiro de 2012. A temperatura média esteve em torno de 19°C. Foi realizada análise do solo no período que antecedeu a implantação do experimento, retirando as amostras da camada de 0 a 20 cm. O solo apresentou as seguintes características: 210 g kg⁻¹ de argila; pH, 5,4; índice SMP de 6,3; 14 g kg⁻¹ de matéria orgânica; 3,1 cmolc dm⁻³ de H+Al; 6,7 mg dm⁻³ de P; 119 mg dm⁻³ de K; e Al, Ca, Mg e CTC de 0,1, 2,0, 0,7, 6,1 cmolc dm⁻³, respectivamente; com sa-

turação por bases de 49% e por Al de 3,2%. A área recebeu adubação de base na quantidade de 20-150-100 kg ha⁻¹ de N-P-K. Foram realizadas adubações de cobertura, sob a forma de uréia, que totalizaram 180 kg ha⁻¹ de N. As adubações de cobertura foram fracionadas em sete momentos, sendo realizadas após cada corte, conforme as indicações técnicas para gramíneas perenes de estação quente, seguindo as recomendações da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solos (Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, 2004).

No final da primavera de 2010, as mudas foram transplantadas e foram avaliados 257 híbridos e seus genitores. Foi incluída como testemunha a cultivar Pensacola (*P. notatum*), também proveniente das condições naturais do Conesul. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições e a unidade experimental foi constituída por uma planta, espaçada um metro entre plantas. As avaliações foram realizadas por meio de cortes, quando a maioria dos híbridos atingia 35 cm de altura das folhas, ou antes do florescimento, mantendo-se resíduo de 10 cm do solo para todos os genótipos, exceto para a cv. Pensacola, que foi avaliada quando atingia 25 cm de altura e com resíduo de 5 cm do solo.

As variáveis avaliadas foram: produção de massa seca total (MST, gramas por planta), rebrote após cada corte (notas de 1 a 5, sendo 5 atribuído para a de maior rebrote), número de afilhos (NAF) produzidos na média dos cortes e tolerância a geada (TGeadas, notas de 1 a 5, sendo que 5 atribuído para a mais tolerante). Foram efetuadas duas avaliações no primeiro ano e quatro no segundo. Para a MST foi realizado o somatório, obtendo os valores acumulados para cada ano, enquanto que para os demais caracteres foram obtidas as médias de todas as avaliações dentro de cada ano. Na cv. Pensacola foi possível realizar um corte a menos no segundo ano devido ao baixo crescimento deste genótipo, também observado por outras pesquisas (Pereira et al., 2011; Fachinetto et al., 2012).

Com os dados obtidos, foi procedida a análise de variância para os efeitos principais (híbridos e anos) e a interação entre estes fatores para os caracteres forrageiros mencionados anteriormente. As médias foram comparadas pelo teste Sckott Knott a 5% de probabilidade de erro, por meio do progra-

ma estatístico GENES (Cruz 2007). Após, foi realizada a análise de correlação de Pearson, envolvendo os dados de cada ano e também de forma geral, utilizando os dois anos em conjunto, de acordo com a metodologia de Falconer & Mackay (1996). Os híbridos superiores nos caracteres ligados à produção de forragem em relação ao melhor genitor, foram selecionados para a identificação do modo de reprodução. Essa análise foi realizada através da coleta de 50 flores de cada indivíduo que foram identificados quanto ao modo de reprodução pelo método de análise morfológica de ovários clarificados e por microscopia com contraste de interferência (adaptado de Young et al., 1979).

Resultado e Discussão

Diferenças significativas foram observadas em todos os caracteres forrageiros para os dois fatores (genótipo e ano) e na interação entre os mesmos (Tabela 1). O ano foi o fator que mais influenciou na expressão da variabilidade evidenciado pelos maiores valores de quadrado médio em todos os caracteres analisados. Outros trabalhos têm demonstrado a importância em avaliar, por vários anos, gramíneas perenes de verão, possibilitando a melhor expressão do seu potencial forrageiro (Assis et al., 2008; Pereira et al., 2012).

Em todos os caracteres mensurados foi observada ampla variabilidade gerada pelos cruzamentos interespecíficos do gênero *Paspalum* (Tabelas 2 e 3 e Figura 2). Essas tabelas apresentam um resumo contendo os 16 híbridos superiores no desempenho nos dois anos de avaliação dos caracteres ligados à produção de forragem, incluindo os genitores e a cultivar Pensacola. Em função do grande número de híbridos analisados, não seria viável a apresentação de todos os dados em virtude da limitação de espaço. No primeiro ano de avaliação, 36 híbridos apresentaram valores superiores de MST em relação ao genitor Azulão, que expressou o melhor desempenho entre os genitores (Tabela 2). Estatisticamente, este conjunto de híbridos, juntamente com os genitores masculino Azulão e Baio, obtiveram desempenhos superiores em relação aos genitores *P. lepton* e à cultivar Pensacola para este caráter. Resultados semelhantes foram relatados por outros autores, que evidenciaram maior desempenho dos genótipos nativos em relação a cultivar Pensacola

(Fachinetto et al., 2011; Pereira et al., 2012). No segundo ano, ocorreu maior produção média em relação ao primeiro ano e a expressão da variabilidade foi maior, observada pela formação de oito classes fenotípicas. Neste período, 38 híbridos apresentaram maiores produções em relação ao melhor genitor. Estatisticamente, 15 híbridos obtiveram desempenho superior em relação a todos os genótipos avaliados. Houve grande distinção entre os genitores masculinos, no qual cada um enquadrou-se em uma classe distinta. A cv. Pensacola apresentou baixa produção e fez parte da mesma classe do genitor masculino 28E.

Na observação do desempenho dos genótipos em relação aos anos, a maioria dos híbridos e dos genitores evidenciou maiores produções no segundo ano. Os genitores masculinos 28B e 28E e a mais a Pensacola apresentaram desempenhos semelhantes entre os dois anos, porém com menores produções. A maior produção média do segundo ano já era esperada, influenciada pelo maior número de avaliações (dois cortes no primeiro e quatro no segundo ano), pelo processo de adaptação das mudas depois do transplante e também pela maior capacidade de expressar o potencial de desenvolvimento e produção no período de perenização.

Ressalta-se que a produção de folhas é priorizada no melhoramento de plantas forrageiras, pois é o principal componente que está ligado à qualidade de forragem e é preferencialmente consumida pelos animais (Brâncio et al., 2003; Pereira et al., 2012). No entanto, o grande número de indivíduos avaliados no presente estudo dificultaria a condução da pesquisa para a obtenção do componente folha, alcançada pela separação botânica. Em função disso, optou-se em mensurar caracteres que tem associação com a produção de folha, de acordo com diversas outras pesquisas (Basso et al., 2009; Borges et al., 2011). A MST é o caráter que mais está associado positivamente com a produção de folhas e é o mais utilizado na seleção indireta para obtenção deste componente (Basso et al., 2009; Borges et al., 2011). Desta forma, os híbridos que se destacaram na produção de MST nos dois anos foram selecionados e identificados quanto ao modo de reprodução.

Na Tabela 2, pode ser observado o modo de reprodução dos híbridos que se destacaram nos caracteres ligados a produção de forragem. O tipo

apomítico foi o que predominou entre os híbridos superiores. Doze plantas híbridas foram apomíticas e quatro foram sexuais (proporção 3:1). Mesmo que a análise do modo de reprodução tenha sido realizada em apenas alguns indivíduos dentro da população formada, a proporção da segregação entre progênes apomíticas e sexuais confirma a hipótese sugerida por vários estudos, os quais demonstram que a apomixia é controlada por um gene dominante, ocasionando a segregação de 3:1 para apomíticos e sexuais, respectivamente (Grossniklaus, 2001; Sherwood, 2001).

A principal característica observada nos ovários considerados apomíticos foi a formação de sacos embrionários múltiplos, contendo em cada um, um par de núcleos polares (Figura 2). Por outro lado, nos híbridos sexuais houve a formação de apenas um saco embrionário e dois núcleos polares. Este tipo de análise é utilizado em vários programas de melhoramento que trabalham com espécies apomíticas, sendo considerada a forma mais correta e segura de identificação dos apomíticos (Young et al., 1979; Valle et al., 2008). Ressalta-se que estes híbridos apomíticos que evidenciaram superioridade na produção de forragem têm potencial para substituir os genótipos nativos (genitores masculinos) e também podem ser levados para as etapas posteriores dentro de um programa de melhoramento visando o lançamento de cultivares, em função de ter seus caracteres fixos já na primeira geração em virtude da apomixia. Os híbridos sexuais que se destacaram podem ser utilizados em novos cruzamentos, substituindo a planta mãe (4c4x), que apresentou menor desempenho nos caracteres forrageiros.

No teste de médias para o caráter rebrote, no primeiro ano houve a formação de quatro classes fenotípicas (Tabela 2). Os híbridos que expressaram os maiores desempenhos na produção da MST apresentaram altos índices de rebrote, assim como os ecótipos Azulão e Baio. O genitor feminino apresentou desempenho intermediário (classe "c"), enquanto que os genitores masculinos de *P. lepton* e a testemunha expressaram os valores mais baixos entre todos os indivíduos.

No segundo ano, a expressão da variabilidade ficou mais evidente, visualizada com a formação de sete classes fenotípicas. Os 16 híbridos superiores na produção da MST permaneceram na classe superior, diferenciando-se

de todos os pais, exceto do ecótipo Azulão, que manteve o alto desempenho. O genitor masculino Baio apresentou superioridade em relação ao genitor sexual, aos genitores 28A, 28B e a testemunha e estes, ao genitor 28E. Para Gomide et al. (2002), estudos mais criteriosos do rebrote em gramíneas contribuem para o conhecimento dos mecanismos relacionados à recuperação das plantas após o corte ou pastejo, colaborando com o entendimento dos efeitos de práticas de manejo. A remoção da parte aérea pelo corte ou pastejo, causa estresse nas plantas devido à redução da interceptação de luz, fotossíntese, bem como a quantidade de compostos orgânicos de reserva e o crescimento de raízes (Davidson & Milthorpe, 1966).

A variabilidade na resposta em relação ao pastejo ou corte pode ser útil na seleção de genótipos que apresentem maior capacidade em recompor a parte aérea em menor tempo. E isso está relacionado à constituição genética, ao ambiente e à interação entre dois fatores. No presente estudo, alta correlação entre MST e o rebrote foi obtida independente no ano e também na análise geral, sugerindo que a pressão de seleção para a produção de forragem poderia ser baseada no índice de rebrote (Tabela 4). Outros trabalhos relataram valores médios das associações entre rebrote e massa de forragem, em estudos com gramíneas perenes de verão (Basso et al., 2009; Borges et al., 2011)

Na Tabela 3, para o caráter NAF, no ano de implantação ocorreu a formação de apenas duas classes distintas pelo teste de médias. Setenta híbridos, incluindo aqueles que se destacaram pela maior produção da MST, produziram mais afilhos que qualquer genitor e, juntamente com os ecótipos Azulão e Baio, formaram o grupo superior. Já no ano de perenização houve a maior expressão da variabilidade com a formação de seis grupos distintos. Os híbridos 5052, 4026, 4025, 5023, 6036 e 6024 constituíram o grupo superior para este caráter. A maioria dos outros híbridos que se destacaram no caráter MST formaram a classe “b” e o restante a classe “c”, na qual, o Azulão também fez parte. Um grupo inferior a este foi formado pelos genitores restantes, enquanto que o grupo que apresentou o mais baixo desempenho foi formado pela Pensacola e mais 12 híbridos. A produção de afilhos está diretamente relacionada à produção de massa seca (Zarroug & Nelson, 1980), estando também relacionados à produção de folhas. A associação entre este caráter e a MST foi

alta (Tabela 4), tanto no primeiro ano como no segundo. Na análise geral, englobando os dois anos, foi obtido o maior coeficiente de correlação.

Na avaliação da tolerância a geadas (Tabela 3 e Figura 3), em ambos os anos houve a formação de cinco classes. No ano de 2010, nenhum híbrido que se destacou nos outros caracteres forrageiros, apresentou alta tolerância a geadas. O Azulão e os 62 híbridos de menor produção de massa seca formaram o agrupamento elite para este caráter. No segundo ano, boa parte dos híbridos superiores nos caracteres ligados à produção de forragem apresentaram maior tolerância a geadas e formaram um grupo elite juntamente com mais 67 híbridos, tornando-os superiores também ao genitor Azulão. Este genitor masculino e o feminino apresentaram superioridade em relação aos outros genitores, e inclusive em relação à testemunha. A cv. Pensacola apresentou tolerância semelhante aos genitores Baio, 26A, 28B, 28C. Outras pesquisas relatam boa tolerância a geadas dos dois genótipos de *P. guenoarum*, em especial a superioridade do genótipo Azulão e ainda, assim como produções consideráveis de forragem nas estações mais frias do ano (Paim e Nabinger, 1980; Fachinetto et al, 2011; Pereira et al., 2012). Pode ser observada a baixa correlação deste caráter com a produção de MST (Tabela 4). Com isto, a utilização da Tgeada como critério de seleção de híbridos superiores para produção de forragem deverá ser mais investigada.

A ampla diversidade genética evidenciada nos caracteres avaliados nas progênes F_1 comprova a importância da utilização da planta sexual de *P. plicatum* tetraploidizada artificialmente nos cruzamentos com genótipos nativos das espécies de *P. leptum* e de *P. guenoarum*, na geração de variabilidade e na transferência de genes ligados à produção de forragem. Além disso, foi possível selecionar híbridos apomíticos que apresentaram desempenhos superiores a todos os genitores, possibilitando a antecipação das etapas finais para o lançamento como cultivares, bem como na utilização para novas hibridizações na busca de recombinantes elites pela heterose.

Os resultados apontam ótimas perspectivas de trabalhos futuros visando explorar a variabilidade intrespecífica obtida pela hibridização entre os acessos de *P. leptum* e *P. guenoarum* com o genótipo sexual de *P. plicatum*.

Novos estudos serão propostos, como a avaliação em nível de parcela para observação dos híbridos em competição, assim como a inclusão de estudos voltados para qualidade bromatológica e viabilidade da produção de sementes, com a finalidade de utilizar mais critérios para a seleção final dos melhores híbridos.

Conclusões

1. As hibridizações artificiais interespecíficas no grupo *Plicatula* foram eficientes na obtenção de variabilidade genética para todos os caracteres ligados a produção de forragem.

2. A segregação do modo de reprodução dos híbridos superiores foi de 3:1 sendo três plantas apomíticas e uma planta sexual.

3. Os híbridos superiores apomíticos serão levados para as etapas finais, visando o lançamento como cultivares. As progênes superiores de reprodução sexual serão utilizadas para novas recombinações dentro do programa de melhoramento de plantas forrageiras.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, à Associação Sul-Brasileira para o Fomento à Pesquisa de Forrageiras pelo auxílio financeiro e ao IBONE, na pessoa do Dr. Camilo Quarín pela cessão das plantas sexuais de *P. plicatulum*.

Referências bibliográficas

ACUÑA, C. A.; BLOUNT, A. R.; QUESENBERRY, K. H.; KENWORTHY, K. E.; and HANNA, W. W. Bahiagrass Tetraploid Germplasm: Reproductive and Agronomic Characterization of Segregating Progeny. **Crop Science**, v.49, n. 2, p. 581-588, 2009.

AGUILERA, P. M.; SARTOR, M. E.; GALDEANO, F.; ESPINOZA, F.; QUARIN, C. L. Interspecific tetraploid hybrids between two forage grass species: sexual

Paspalum plicatulum and apomictic *P. guenoarum*. **Crop Science**, v. 51, p. 1544-1550, 2011.

ASSIS, G. M. L.; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO JÚNIOR, J. M. AZEVEDO, J. M. A.; FERREIRA, A. S. Seleção de genótipos de amendoim forrageiro para cobertura do solo e produção de biomassa aérea no período de estabelecimento utilizando-se metodologia de modelos mistos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.11, pp. 1905-1911. 2008.

BASSO, K. C.; RESENDE, M. C. S.; VALLE, C. B.; GONÇALVES, M. C.; LEMPP, B. Avaliação de acessos de *Brachiaria brizantha* Stapf e estimativas de parâmetros genéticos para caracteres agronômicos. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 1, p. 17-22, 2009.

BATISTA, L. A. R.; GODOY, R. Caracterização preliminar e seleção de germoplasma de gênero *Paspalum* para produção de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 23-32, 2000.

BURSON, B.L.; BENNETT, H.W. Cytology, Method of Reproduction, and Fertility of Brunswickgrass, *Paspalum leptum* Parodi. **Crop Science**, v. 10, p. 184-187, 1970.

BORGES, V.; SOBRINHO, F. S.; LEDO, F. J. da S.; KOPP, M. M. Associação entre caracteres e análise de trilha na seleção de progênies de meios-irmãos de *Brachiaria ruziziensis*. **Revista Ceres**. v.58, n.6, pp. 765-772, 2011.

BRÂNCIO, P. A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; EUCLIDES, V. P. B.; FONSECA, D. M.; ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; BARBOSA, R. M. AVALIAÇÃO de três cultivares de "*Panicum maximum*" Jacq. sob pastejo: Composição da dieta, consumo de matéria seca e ganho de peso animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p.1037-1044, 2003.

CARVALHO, F.I.F. DE; LORENCETTI, C; MARCHIORO, V.S.; SILVA, S.A. **Condução de populações no melhoramento genético de plantas**. 2 ed. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2008. 288p.

CRUZ C. D; REGAZZI A. J. CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV. p. 480, 2004.

CRUZ, C.D. **Programa GENES**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2007.

- DAVIDSON, J.L.; MILTHORPE, F.L. The effect of defoliation on the carbon balance in *Dactylis glomerata*. **Annals of Botany**, v.30, n.118, p.185-198, 1966.
- DIAS-FILHO, M.B. **Degradação de pastagens**: processos, causas e estratégias de recuperação. 3.ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 190p.
- ESPINOZA F., URBANI M.H., MARTÍNEZ E.J., AND QUARIN C.L. The breeding system of three *Paspalum* species with forage potential. **Tropical Grasslands**. v. 35, p. 211-217, 2001.
- ESPINOZA, F.; URBANI, M.H.; MARTINEZ, E.J. et al. Effect of pollination timing on the rate of apomictic reproduction revealed by RAPD markers in *Paspalum notatum*. **Annals of Botany**, v.89, p. 165-170, 2002.
- FALCONER, D. S; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4ed England: Longman, 1996, 463 p.
- FACHINETTO, J. M.; SCHNEIDER, R.; HUBBER, K. G. DA C.; DALL'AGNOL, M. Avaliação agronômica e análise da persistência em uma coleção de acessos de *Paspalum notatum* Flüggé (Poaceae). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.7, n.1, p.189-195, 2012.
- FEHR WR (1987) **Principles of cultivar development**. Editora Macmillan, New York, 525p.
- GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; MARTINEZ, Y.; HUAMAN, C. A. and PACIULLO, D. S. C. Fotossíntese, Reservas orgânicas e rebrota fazer capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) solução Diferentes intensidades de desfolha fazer perfilho diretor. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, n.6, pp 2165-2175, 2002.
- GROSSNIKLAUS, U. From sexuality to apomixis: molecular and genetic approaches. In: SAVIDAN, Y.; CARMAN, J.G.; DRESSELHAUS, T. **The flowering of apomixis: from mechanisms to genetic engineering**. El Batan: CIMMYT, 2001.cap. 12, p. 168-211.
- JANK, L.; VALLE, C.B.; RESENDE, R.M.S. Breeding tropical forages. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Special edition 1, p.27-34, 2011.
- JANK L, VALLE CB DO & RESENDE R. M. S. **Grass and forage plant improvement in the tropics and sub-tropics**. In: McGilloway DA (Ed) *Grassland: a global resource*. Wageningen, Wageningen Academic Publishers. p. 69-81, 2005.

- MILES, J. W. & do VALLE, C. B. Assessment of reproductive behavior of inter-specific *Brachiaria hybridis*. **Apomixis Newsletter**, v. 3, p. 9-10, 1991.
- MILES, J. W. & do VALLE, C. B. Manipulation of apomixis in *Brachiaria* breeding. In **Brachiaria: Biology, agronomy, and improvement** (ed. J. W. Miles, B.L. Maass & C.B. do Valle), CIAT. Embrapa, Cali, 1996, pp. 164-177.
- NABINGER, C; FERREIRA, E. T.; FREITAS, A. K CARVALHO, P. C. F.; SANT'ANNA, D. M. Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. In **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade** (ed. V.D. Pillar, S.C. Müller, Z.M.S. Castilhos & A.V.A. Jacques), 2009, pp. 175-198. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- NAKAGAWA, H. **Genetic Resources and Breeding of Tropical Grasses, Forages - Apomixis - Biofuel Feedstocks**. Journal of Developments in Sustainable Agriculture, n. 7, p. 1-8, 2012.
- PAIM, R. N.; NABINGER, C. Comparação entre duas formas de *Paspalum guenuarum* Arech. **Agronomia sulriograndense**, v. 18. N. 2. Porto Alegre, p.103-114, 1982.
- PENTEADO, M.I. DE O; SANTOS, A.C.M. DOS; RODRIGUES, I.F.; VALLE, C.C. DO; SEIXAS, M.A.C. & ESTEVES, A. Determinação de ploidia e avaliação da quantidade de DNA total em diferentes espécies do gênero *Brachiaria*. **Boletim de Pesquisa Embrapa**. Embrapa Gado de Corte. Campo Grande, 2000. 32 p.
- PEREIRA, E. A.; DALL'AGNOL, M.; NABINGER, C.; HUBER, K, G, C.; MONTARDO, D. P; GENRO, T. C. M. Produção agrônômica de uma coleção de acessos de *Paspalum leptum* Parodi. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 498-508, 2011.
- PEREIRA, E. A.; BARROS, T.; VOLKMANN, G. K.; BATTISTI, G. K.; SILVA, J. A. G.; SIMIONI, C.; DALL'AGNOL, M. Variabilidade genética de caracteres forrageiros em *Paspalum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 1678-1540, 2012.
- QUARIN, C.L., F. ESPINOZA, E.J. MARTÍNEZ, S.C. PESSINO, AND O.A. BOVO. A rise of ploidy level induces the expression of apomixes in *Paspalum notatum*. **Sexual Plant Reproduction**, v. 13, p.243–249, 2001.

QUARÍN, C.L.; VALLS, J.F.M.; URBANI, M.H. Cytological and reproductive behaviour of *Paspalum atratum*, a promising forage grass for the tropics. **Tropical Grasslands**, v. 31, p. 114-116, 1997.

QUARIN, C.L.; ORRMANN, G. A. Interpecific hybrid between five *Paspalum* species. **Botanical Gazette**, v. 151, n. 3, p. 366-369, 1990.

RESENDE, R. M. S.; JANK, L.; VALLE, C. B.; BONATO, A. L. V. Biometrical analysis and selection of tetraploid progenies of *Panicum maximum* using mixed model methods. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 4, p. 335-341, 2004.

SARTOR, M. E.; QUARIN, C. L. ESPINOZA, F. Mode of reproduction of colchicine-induced *Paspalum plicatulum* tetraploids. **Crop Science**, v. 49, p. 1270-1276, 2009.

SHERWOOD, R.T. Genetic analysis of apomixis. In: SAVIDAN, Y.; CARMAN, J.G.; DRESSELHAUS, T. **The flowering of apomixis: from mechanisms to genetic engineering**. El Batan: CIMMYT, 2001. cap. 5, p. 64-82.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO (2004) Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre, 400p.

STRAPASSON, E.; VENCOSKY, R.; BATISTA, L. A. R. Seleção de descritores na caracterização de germoplasma de *Paspalum sp.* por meio de componentes principais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 373-381, 2000.

VALLE, C. B. do; SIMIONI C.; RESENDE, R. M. S.; JANK, L. Melhoramento genético de *Brachiaria*. In RESENDE R S, VALLE CB do, JANK I (Org.) **Melhoramento de Forrageiras Tropicais**. Editora Embrapa, Campo Grande, 2008, 13-53p.

VALLE, C. B.; BONATO, A. L. V.; PAGLIARINI, M. S.; RESENDE, R. M. S.; JANK, L. Apomixia e sua utilização no melhoramento de *Brachiaria*. **Clonagem de plantas por semente: Estratégias de estudo da apomixia**. Ed. Carneiro, V. T. de C. e Dusi, D. M. de A. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2004, 126p.

VALLS, J. F. M. A busca de germoplasma de plantas forrageiras e estratégias para sua coleta. In: PUIGNAU, J.P. (Ed.). **Introduccion, conservacion y eva-**

luacion de germoplasma forragero en el cono sur. Montevideo: IICA – PROCISUR, 1990. p. 309-318.

ZARROUGH, K.M., NELSON, C.J. Regrowth of genotypes of tall fescuediffering in yield per tiller. **Crop Science**, v.20, n.4, p.540-544, 1980.

YOUNG, B. A.; SHERWOOD, R.T. & BASHAW, E. C. Cleared-pistyl and thick - sectioning techniques for detecting aposporous apomixes in grasses. **Canadian Journal of Botany**, v. 57, p. 1668-1672, 1979.

Tabela 1. Resumo da análise de variância de caracteres forrageiros de híbridos e espécies do gênero *Paspalum* em dois anos de cultivo em Eldorado do Sul, RS.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		MST	Rebrote	NAF	Tgeada
Bloco/Ambiente	4	6961	0,46	2156	8,55
Genótipo (G)	263	111662*	4,32*	4956*	2,48*
Ano (A)	1	34892372*	155*	1339345*	92,0*
G x A	263	58821*	0,57*	1849*	2,47*
Erro	1056	6185	0,18	449	0,35
Total	1583				
Média Geral		234	2,5	64,4	2,9
CV (%)		33,6	17,1	32,9	20,0

*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. MST, massa seca total; NAF, número de afilhos; Tgeada, tolerância a geada.

Tabela 2. Resumo do modo de reprodução, posição relativa, produção de massa seca total e rebrote de híbridos interespecíficos superiores do gênero *Paspalum*, em dois anos de avaliação em Eldorado do Sul, RS.

Genótipos	Modo de Reprodução	Pr	MST		Rebrote	
			2011	2012	2011	2012
6086	A	1	242 Ba	904 Aa	3,2 Aa	4,0 Aa
4071	A	2	163 Ba	906 Aa	3,2 Ba	4,3 Aa
5052	A	3	142 Ba	903 Aa	3,1 Ba	4,2 Aa
4026	A	4	164 Ba	862 Aa	3,4 Ba	4,4 Aa
4025	S	5	121 Ba	883 Aa	3,8 Aa	4,4 Aa
5023	A	6	167 Ba	836 Aa	3,1 Ba	4,2 Aa
6036	S	7	159 Ba	829 Aa	3,2 Ba	4,2 Aa
40104	A	8	186 Ba	797 Aa	3,6 Ba	4,4 Aa
4041	S	9	133 Ba	842 Aa	3,2 Ba	4,1 Aa
40177	A	10	124 Ba	849 Aa	3,3 Aa	3,9 Aa
6069	A	11	177 Ba	796 Aa	3,5 Ba	4,4 Aa
507	A	12	168 Ba	798 Aa	3,3 Ba	4,2 Aa
6084	S	13	157 Ba	800 Aa	3,5 Aa	4,1 Aa
4076	A	14	134 Ba	817 Aa	3,2 Ba	4,5 Aa
6024	A	15	155 Ba	783 Aa	3,0 Ba	4,6 Aa
6088	A	16	225 Ba	711 Ab	3,5 Aa	4,1 Aa
Azulão	A	37	156 Ba	643 Ab	3,8 Aa	4,0 Aa
Baio	A	109	121 Ba	411 Ad	3,9 Aa	3,5 Ab
4c4x	S	157	52 Bb	302 Ae	1,8 Ac	2,5 Ad
26A	A	188	37 Bb	225 Af	1,4 Bd	2,2 Ad
28B	A	207	55 Ab	165 Ag	1,5 Ad	2,2 Ad
28E	A	238	30 Ab	75 Ah	1,1 Ad	1,7 Ae
Pensacola	-	244	25 Ab	68 Ah	1,1 Bd	2,2 Ad
Média			86	383	2,2	2,9
Nº de classes			2	8	4	7

Médias seguidas de letras iguais, maiúscula na mesma linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Número de classes formadas pelas letras que estão dispostas em colunas referentes à análise com todos os genótipos, A, Apomítico, S, Sexual, Pr, Posição relativa; MST, massa seca total (g planta⁻¹), Rebrote, notas visuais de 1 a 5.

Tabela 3. Resumo do número de afilhos e da tolerância a geadas de híbridos interespecíficos superiores do gênero *Paspalum*, em dois anos de avaliação em Eldorado do Sul, RS.

Genótipos	NAF		Tgeada	
	2011	2012	2011	2012
6086	48 B a	141 A b	2,8 A c	3,3 A a
4071	51 B a	155 A b	2,7 A c	3,4 A a
5052	58 B a	166 A a	3,6 A b	4,4 A a
4026	61 B a	166 A a	3,5 A b	3,3 A a
4025	60 B a	165 A a	2,2 B d	4,3 A a
5023	59 B a	180 A a	3,3 A b	3,1 A b
6036	61 B a	160 A a	3,5 A b	3,2 A b
40104	54 B a	146 A b	3,5 A b	3,0 A b
4041	53 B a	134 A b	2,6 A c	3,3 A a
40177	52 B a	121 A c	3,8 A b	3,0 A b
6069	60 B a	152 A b	3,8 A b	3,7 A a
507	73 B a	129 A c	2,6 A c	3,6 A a
6084	52 B a	148 A b	2,0 B d	4,2 A a
4076	48 B a	149 A b	2,6 B c	3,9 A a
6024	39 B a	158 A a	2,6 B c	3,7 A a
6088	66 B a	145 A b	3,2 A b	3,6 A a
Azulão	69 A a	95 A c	4,0 A a	2,8 B b
Baio	84 A a	86 A d	3,6 A b	1,7 B c
4c4x	25 B b	86 A d	2,6 A c	2,9 A b
26A	35 B b	86 A d	2,7 A c	2,0 A c
28B	30 B b	67 A d	3,3 A b	1,5 B c
28E	15 A b	46 A d	2,0 A d	2,0 A c
Pensacola	15 A b	36 A e	2,1 A d	2,1 A c
Média	35	94	3,2	2,7
Nº de classes	2	6	5	5

Médias seguidas de letras iguais, maiúscula na mesma linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Número de classes formadas pelas letras que estão dispostas em colunas referentes à análise com todos os genótipos. NAF, número de afilhos ($n \text{ planta}^{-1}$); Tgeada, Tolerância a geada.

Tabela 4. Coeficientes de correlação fenotípica de caracteres ligados a produção de forragem em híbridos interespecíficos do gênero *Paspalum*.

Caráter	2011			2012			Geral		
	Rebrote	NAF	Tgeada	Rebrote	NAF	Tgeada	Rebrote	NAF	Tgeada
MST	0,76*	0,76*	-0,08	0,89*	0,82*	0,55*	0,77*	0,88*	0,13*
Rebrote		0,72*	-0,29		0,84*	0,63*		0,78*	0,13*
NAF			-0,06			0,56*			0,12*

*Significativo pelo teste t, a 5% de probabilidade; MST, Massa Seca Total (g planta⁻¹); Rebrote; NAF, número de afilhos (n planta⁻¹), Tgeada, Tolerância a geada.



Figura 1. Ensacamento de inflorescência para hibridizações interespecíficas do gênero *Paspalum*.

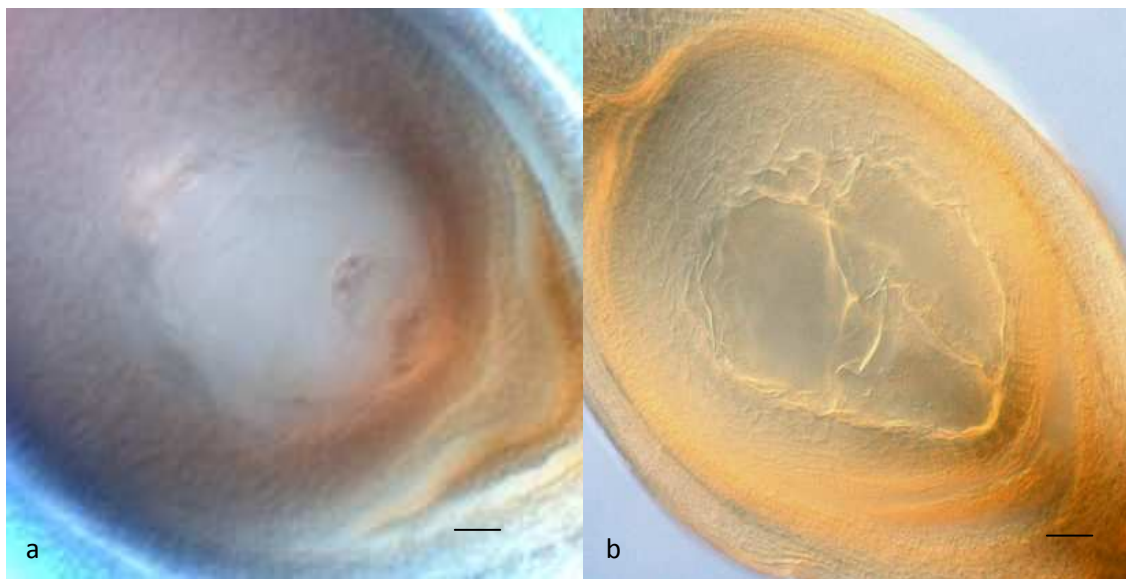


Figura 2. Microfotografias de ovários de *Paspalum* spp, clarificados e examinados em contraste de interferência. a) Híbrido sexual b) Híbrido apomítico. Barra: 10µm.



Figura 3. Detalhe da variação da tolerância a geadas de híbridos interespecíficos do gênero *Paspalum*.

6. CAPÍTULO VI

Composição química de híbridos interespecíficos superiores de primeira geração do gênero *Paspalum*

Composição química de híbridos interespecíficos superiores de primeira geração do gênero *Paspalum*¹

Emerson André Pereira², Miguel Dall'Agnol², Carine Simioni, Karla Médici Saraiva², Juliana Medianeira Machado², Roberto Luis Weiler², Nilo João Ignacio Storck Kuhn², Éder Alexandre Minski da Motta²

(1) Artigo escrito nas normas da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira.

(2) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Avenida Bento Gonçalves, no 7.712, CEP 91501-970 Porto Alegre, RS. E-mail: emersonpijui@yahoo.com.br.

Resumo - O objetivo deste trabalho foi conhecer a variabilidade genética e a expressão da composição química de híbridos superiores na produção de forragem, obtidos por cruzamentos interespecíficos entre genótipos do gênero *Paspalum*. No verão de 2010, foram realizadas hibridizações artificiais, utilizando pólen de cinco genótipos nativos e apomíticos conhecidos como Azulão e Baio de *P. guenoarum*, 28B, 26A e 28E de *P. lepton* e um genótipo sexual como genitor feminino denominado de "4c4x" de *P. plicatulum*. As progênes, juntamente com seus genitores e mais a cv. Pensacola (de *P. notatum*) foram avaliadas no campo por dois anos em delineamento de blocos ao acaso, com três repetições. Foram selecionados 21 híbridos que apresentaram as maiores produções de forragem para serem analisados quanto à qualidade nutricional pelo método de NIRs. Houve pouca variabilidade na composição química entre os genótipos. Os melhores híbridos em relação às análises de qualidade deverão ser levados às etapas finais para o lançamento como cultivares, bem como poderão ser utilizados em novos cruzamentos para obtenção de recombinantes elites para a maior expressão da qualidade nutricional. A composição química dos genótipos apresentou variação em relação aos cortes analisados. O cruzamento entre a planta híbrida sexual 4041 e os híbridos apomíticos 4099, 5017, 4076 são indicados visando a obtenção de progênes recombinantes com alta qualidade nutricional. A fibra bruta foi o caráter que mais contribuiu para a detecção da diversidade.

Palavra chave: valor bromatológico, apomixia, melhoramento genético, nativo

Chemical composition of interspecific first generation superior hybrids of the genus *Paspalum*

Abstract - This study aimed to understand the genetic variability of the chemical composition and the expression of superior hybrids in forage production, obtained by interspecific crosses between genotypes of the genus *Paspalum*. In the summer of 2010, artificial hybridizations were performed using pollen from five native and apomictic genotypes known as Azulão and Baio *P. guenoarum*, 28B, 26A and 28E of *P. lepton* and a sexual genotype as the female parent called "4c-4x" of *P. plicatulum*. The progenies together with parents and more cv. Pensacola (*P. notatum*) were evaluated in the field for two years in a randomized block design with three replications. Twenty-one hybrids were selected

with the highest yields of forage, thus, these were analyzed for nutritional quality by NIRs method. There was a little variability in chemical composition between genotypes. Hybrids with better quality should be release as cultivar and they could be used in new crosses to get recombinant elites for greater expression of nutritional quality. The chemical composition of genotypes ranged in relation to different cuts. The crossing between the sexual hybrid plant 4041 and apomictic hybrids 4099, 5017, 4076 are indicated in order to produce recombinant progeny with high nutritional quality. Crude fiber was the character that most contributed to the detection of diversity.

Keyword: value bromatological, apomixes, plant breeding, native.

Introdução

As pastagens são a base da alimentação da pecuária brasileira e a qualidade e quantidade de forragens são fatores fundamentais para o sucesso da atividade. Porém, os índices de produtividade dos rebanhos brasileiros ainda são baixos em função, principalmente, de carências nutricionais e de manejo. Além disso, há um predomínio de poucos gêneros forrageiros que, além de serem exóticos, são pouco adaptados as condições locais e apresentam baixos teores nutricionais aos animais. Portanto, é necessário criar novas cultivares com maior potencial forrageiro e com qualidade nutricional, para melhorar a eficiência da área e elevar a renda dos produtores (Souza Sobrinho et al., 2009; Valle et al., 2008; Pereira et al., 2011).

No Conesul, existem várias espécies que podem servir como fonte de variabilidade para programas de melhoramento de plantas forrageiras, destacando-se as espécies do gênero *Paspalum*, que apresentam alto potencial forrageiro, qualidade nutricional e são adaptadas a diversos ecossistemas brasileiros (Valls 1990; Nabinger et al., 2009). No entanto, a grande maioria dessas espécies apresenta a apomixia como modo de reprodução. Isso implica em populações geneticamente homogêneas, inexistência da recombinação alélica, dificultando assim o ganho genético. Por outro lado, em hibridizações, quando um dos genitores apresenta a reprodução sexual, é possível realizar cruzamentos e gerar variabilidade (Carvalho et al., 2008; Acuña et al., 2009).

Sartor et al. (2009) duplicaram o conjunto cromossômico de plantas sexuais diplóides de *P. plicatum*, tornando possível realizar o cruzamento

com genótipos apomíticos, antes inviabilizados pela apomixia. As progênes resultantes destes cruzamentos segregam em indivíduos sexuais e apomíticos. Na primeira geração, as progênes identificadas como apomíticas podem ser levadas às etapas finais de um programa de melhoramento para em seguida serem lançadas como novas cultivares, pois a apomixia permite a fixação dos caracteres e a contínua exploração da heterose por todas as gerações. Por outro lado, as progênes sexuais superiores podem ser utilizadas em novas recombinações dentro do programa de melhoramento (Quarín et al., 2001; Carvalho et. al., 2008; Resende et al., 2004).

O melhoramento de plantas forrageiras preconiza a seleção de genótipos com maior potencial de produção de biomassa e muitas vezes as características ligadas à qualidade nutricional são estudadas e acrescentadas nas etapas finais para o lançamento ou ainda no direcionamento de novas recombinações. Recentemente foram selecionados híbridos interespecíficos de primeira geração, obtidos pelo cruzamento entre plantas sexuais e apomíticas pela maior produção de forragem e com isso. É importante conhecer a composição química das plantas selecionadas para fornecer subsídios à seleção de plantas para o lançamento e no direcionamento de novas hibridizações na busca de recombinantes elites que contemplem potencial de produção de forragem e alta qualidade nutricional.

O objetivo deste trabalho foi determinar a variabilidade genética e a expressão da composição química de híbridos superiores na produção de forragem, obtidos por cruzamentos interespecíficos entre genótipos do gênero *Paspalum*.

Material e Métodos

No verão de 2010, foram realizadas hibridizações artificiais em casa de vegetação situada nas dependências do Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da Faculdade de Agronomia da UFRGS em Porto Alegre/RS. Foram utilizados grãos de pólen de cinco genótipos nativos apomíticos (genitores masculinos) conhecidos como Azulão e Baio de *P. guenoarum* e 28B, 26A e 28E de *P. lepton*. O genótipo feminino foi um genótipo sexual de-

nominado de “4c4x” de *P. plicatum*. Os genótipos apomíticos de *P. guenoarum* foram selecionados pelo alto potencial de produção de forragem e tolerância ao frio (Paim & Nabinger, 1982) e os genótipos de *P. leptum* se destacaram pela produção de forragem e pela qualidade nutricional (Pereira et al., 2011). O genótipo diplóide sexual de *P. plicatum* teve seu conjunto cromossômico duplicado com colchicina, o que tornou viável as hibridizações artificiais entre espécies compatíveis e com mesmo número cromossômico para obtenção de descendentes férteis (Sartor et al., 2009; Aguilera et al., 2011). Todos os genótipos foram obtidos a partir de coletas realizadas em ecossistemas naturais do Cone Sul e fazem parte do grupo Plicatula.

O experimento foi realizado nos anos agrícolas de 2010/11 e 2011/2012, no município de Eldorado do Sul, na Estação Experimental Agrônômica da UFRGS. A área experimental está localizada na região da Depressão Central (30°06'02"S e 51°41'27"W, a 34 m de altitude). A classificação do solo é Argissolo Vermelho distrófico típico e o clima é segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido, com verão quente. A temperatura média anual é de 19,3°C e a precipitação média anual de 1.400 mm. No período em que o experimento foi conduzido, choveu 99 mm em dezembro de 2010, 1587 mm em 2011 e 179 mm até a última avaliação ocorrida em fevereiro de 2012. A temperatura média esteve em torno de 19°C. Foi realizada análise do solo no período que antecedeu a implantação do experimento, retirando as amostras da camada de 0 a 20 cm. O solo apresentou as seguintes características: 210 g kg⁻¹ de argila; pH, 5,4; índice SMP de 6,3; 14 g kg⁻¹ de matéria orgânica; 3,1 cmolc dm⁻³ de H+Al; 6,7 mg dm⁻³ de P; 119 mg dm⁻³ de K; e Al, Ca, Mg e CTC de 0,1, 2,0, 0,7, 6,1 cmolc dm⁻³, respectivamente; com saturação por bases de 49% e por Al de 3,2%. A área recebeu adubação de base na quantidade de 20-150-100 kg ha⁻¹ de N-P-K. Foram realizadas adubações de cobertura, sob a forma de uréia, que totalizaram 180 kg ha⁻¹ de N. As adubações de cobertura foram fracionadas em sete momentos, sendo realizadas após cada corte, conforme as indicações técnicas para gramíneas perenes de estação quente, seguindo as recomendações da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solos (Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, 2004).

No final da primavera de 2010 as mudas foram transplantadas e foram avaliados 257 híbridos e seus genitores. Foi incluída como testemunha a cultivar Pensacola (*P. notatum*), também proveniente das condições naturais do Cone Sul. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições e a unidade experimental foi constituída por uma planta, espaçada por um metro entre cada uma. As avaliações foram realizadas por meio de cortes, quando a maioria dos híbridos atingia 35 cm de altura das folhas, ou antes do florescimento, mantendo-se um resíduo de 10 cm do solo para todos os genótipos, exceto para a cv. Pensacola, que foi avaliada quando atingia 25 cm de altura e com resíduo de 5 cm do solo, manejo mais indicado para esta espécie (Steiner, 2005; Pereira et al., 2012). As amostras foram levadas a estufa de ar e secas a 65° C até peso constante.

Foram selecionados os 21 híbridos que se destacaram nos caracteres ligados à produção de forragem em relação ao melhor genitor masculino, para realizar a análise bromatológica. Além destes, foram incluídos os genitores e a cultivar Pensacola. Foram utilizadas as amostras de planta inteira das quatro avaliações realizadas no segundo ano para a obtenção dos caracteres relacionados à qualidade das forrageiras, sendo elas: porcentagens de proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM). Essas análises foram obtidas por meio do equipamento de espectrofotômetro próximo do infravermelho (NIR's).

Com os dados de qualidade, foi procedida à análise de variância para os efeitos principais (genótipo e corte) e a interação entre estes fatores. As médias foram comparadas pelo teste Sckott Knott a 5% de probabilidade de erro. Utilizou-se a análise multivariada, com emprego da distância generalizada de Mahalanobis (D^2) para estimar a variabilidade genética existente entre os genótipos. O método de Tocher foi usado como técnica de agrupamento dos mesmos, pela média geral da composição química dos genótipos. Foi determinada a contribuição relativa das características bromatológicas para a variabilidade geral, modelo de Singh (1981) para todos os genótipos. Para estas análises, foi utilizado o programa Genes (Cruz, 2007).

Resultado e Discussão

Na Tabela 1 é apresentado o resumo da análise de variância dos genótipos e dos cortes. Os quadrados médios evidenciaram diferenças significativas em todos os caracteres para as fontes de variação genótipo e cortes, bem como na interação entre estes fatores. Vários fatores influenciam a composição da qualidade das forrageiras. A espécie, a cultivar, a idade fisiológica e o manejo a que a forrageira foi submetidas acarretam alterações na expressão dos componentes para produção de forragem e também na qualidade (Zanine et al., 2005).

No teor de proteína bruta (PB), pode ser observada a variabilidade entre os genótipos em todos os cortes (Tabela 2). Na primeira avaliação, houve a formação de três classes distintas. Os híbridos 4099 e 4076 juntamente com os genitores masculinos Azulão, 26A e 28B formaram a classe superior com valores a cima de 19% de PB. Na segunda avaliação, a variabilidade foi menor, observada pela formação de apenas duas classes. Mesmo assim, apenas seis híbridos formaram a classe inferior no teor de PB, composta também pelos genitores masculinos 26A, 28B e Baio, bem como com o genitor feminino (4c4x). Ressalta-se que a partir deste corte, houve produção de forragem da cultivar Pensacola no campo, tornando possível a realização das análises de qualidade. No terceiro corte, houve a maior expressão da variabilidade pela formação de quatro classes distintas. Os híbridos 4099, 5017, 4076, 4077, 5023, 6069, 6084, 6022, 6036, 4026, 4071, 507, 5052, 4025, 4041, 40177, 6088, 40104, juntamente com os genótipos masculinos Azulão e Baio, constituíram a classe superior na porcentagem de PB. O genitor feminino 4c4x e a cv. Pensacola apresentaram os menores valores, formando a classe inferior ao demais. Na última avaliação, 13 híbridos apresentaram altos teores para a formação da classe superior, junto com o genitor Azulão. Houve um leve declínio nessa variável a partir do segundo corte, e um expressivo decréscimo da qualidade na realização do último corte. Isso pode estar relacionado com o intervalo de dias entre uma avaliação e outra, acarretando mudanças no comportamento fisiológico da planta. Nos primeiros cortes, o período de crescimento foi em torno de 30 dias, enquanto que no último levou 49 dias para ser realizada a avaliação.

Destacam-se os híbridos 5017 e 4077 que evidenciaram comportamento semelhante na maioria dos cortes e com altos teores de PB entre os cortes, como foi discutido anteriormente.

Pereira et al. (2011) também observaram pequeno decréscimo e variação nos valores médios de acessos de *P. nicorae* na análise em quatro cortes. Segundo esses autores, a redução da qualidade está relacionada ao processo fisiológico das plantas, ocasionando diminuição na quantidade de proteínas e aumento da parede celular e do teor de lignina com o envelhecimento dos genótipos. De acordo com Van Soest (1994), quando a dieta não fornece o nível mínimo de 7% de PB na matéria seca, a reciclagem da uréia não será suficiente para atender a demanda de nitrogênio pelos microorganismos do rúmen e o resultado final será a queda no consumo e digestibilidade da forragem. Valores semelhantes no presente estudo foram obtidos por Pereira et al. (2011) nos teores médios de proteína bruta de lâminas foliares nos primeiros quatro cortes realizados no verão de 2007 e outono de 2008 em experimento conduzido em Eldorado do Sul, que variaram de 13,4 a 18,9%. A cv. Pensacola apresentou percentual médio de 16,6% e os genótipos Azulão e Baio apresentaram valores de 14,1 e 14,4%, respectivamente. Em pesquisa realizada por Paim & Nabinger (1982), na média de três cortes, os genótipos Azulão e Baio apresentaram valores de planta inteira em torno de 10% de PB, com intervalos de 23, 42 e 83 dias. Souza-Sobrinho et al. (2009) avaliaram um conjunto de cultivares do gênero *Brachiaria* spp. e obtiveram teores médios de 6,25% de PB na análise de planta inteira. A escolha de uma variedade para implantação de uma pastagem devem ser criteriosa tendo como alguns pontos principais a produtividade de matéria seca associada com um bom conteúdo de PB (Maranhão et al., 2009).

A maior variabilidade foi observada na produção de fibra bruta (FB), com a formação de cinco classes distintas já na primeira avaliação (Tabela 3). Fato importante a ser mencionado é que neste primeiro corte, assim como no segundo, nenhum híbrido evidenciou menor ou igual teor de FB em relação aos seus genitores. Os genitores masculinos 26A, 28E e o 28B constituíram a classe superior neste caráter na primeira avaliação. Por outro lado, os híbridos 6084, 4087, 40177, 4026, 4041 e 4077, junto com o genitor Baio, for-

maram a segunda classe de destaque para a FB. No segundo corte, a classe “a” foi formada unicamente pelo genitor masculino 26A. Já na terceira avaliação, os híbridos 6024 e 4087 mais os genitores Baio e Azulão, formaram a classe de menor teor de FB. Na última avaliação, houve menor expressão da variabilidade, porém, dez híbridos e os genitores Baio, 28E e Azulão formam o grupo de destaque. Em relação ao desempenho de cada genótipo entre os cortes, o genitor Baio, mais os híbridos 6024, 4087, 4041, 4076, 4099 e a cv. Pensacola expressaram desempenhos semelhantes em cada um dos cortes, enquanto que os demais alteraram a expressão da FB ao longo dos cortes.

O conhecimento do teor de fibra da planta forrageira é importante devido ao papel desempenhado por essa no consumo voluntário e, conseqüentemente, na ingestão de nutrientes (Allen, 2000). Além disto, estimula ter um ambiente ruminal favorável ao desenvolvimento dos microorganismos responsáveis pela digestão dos carboidratos fibrosos, sendo preconizado a utilização de alimentos de menor percentual de FB (Nussio et al., 2006).

Em relação ao teor de fibra em detergente neutro (FDN) nos diferentes cortes, a primeira avaliação também evidenciou maior variabilidade para este caráter (Tabela 4). Os híbridos 6084, 4077, 40104 e 4041 se destacaram pelos menores valores apresentados de FDN e juntamente com os genitores 26A e o 28E, formaram a classe superior. Na segunda avaliação, menor variabilidade foi detectada pela formação de apenas duas classes distintas. Todos os híbridos e mais os genitores 26A e o Azulão fizeram parte do grupo principal, exceto os híbridos 40104, 4026 e 4071 que, juntamente com os genitores 28E, 28B, 4c4x, Baio e a cv. Pensacola formaram a outra classe. Na terceira avaliação, houve a formação de três classes distintas, tendo na classe de melhor índice de FDN os seguintes híbridos: 6084, 4077, 40104, 6022, 4025, 507, 6036, 4099, 5017 e 6069. Juntamente com estes, fizeram parte os genótipos 28E, 28B e o Azulão. Na última avaliação não foi observada variabilidade para o caráter FDN. Na análise de cada genótipo entre cada corte, os híbridos 6084, 4077, 6022, 6088, 4087, 4041, 507, 4076, 40177, 4071 e os genótipos Azulão e Baio apresentaram desempenho similar entre os cortes. Por outro lado, os demais genótipos apresentaram variações entre os cortes. Souza Sobrinho et al. (2009) relatam a obtenção de valores entre 76 a 82% de FDN na avaliação de

planta inteira de um conjunto de cultivares do gênero *Brachiaria* spp. Pereira (2009) analisou uma coleção de *P. lepton* que obteve em média 82,9% de FDN. No mesmo estudo os genótipos Baio e Azulão e a cv. Pensacola apresentaram valores de 69,8, 85,8 e 86,1% de FDN, respectivamente. Steiner (2005) relatou valores de 70,5, 68,8 e 70,6% para os mesmos genótipos respectivamente. A pesquisa realizada por Scheffer-Basso et. al. (2002) obteve valores de $66,7 \pm 3,02$ para cv. Pensacola.

O teor de FDN é relacionado ao consumo de alimentos e à disponibilidade de energia dos mesmos (Magalhães, 2007). A determinação da fração fibrosa é importante na caracterização da qualidade de forrageiras, uma vez que apresentam correlações negativas com a digestibilidade e consumo voluntário (Van Soest, 1994).

Em virtude da baixa variabilidade apresentada pelos híbridos em relação as análises de extrato etéreo e matéria mineral, esses dados não serão apresentados.

Ressalta-se que estes híbridos interespecíficos são inéditos e trabalhos com cruzamentos entre as três espécies deste estudo (*P. plicatulum*, *P. guenoarum* e *P. lepton*) são muito recentes, tornando este estudo base para as próximas pesquisas.

Na análise da contribuição relativa dos caracteres ligados à qualidade nutricional para a diversidade entre os genótipos, fica evidente o caráter FB como sendo aquele que mais influenciou para a detecção de variabilidade em todos os cortes e genótipos (Tabela 5). A PB e o FDN também contribuíram, mas com menor efeito. As análises devem ser evitadas de serem realizadas naqueles caracteres que contribuem pouco para a divergência genética, diminuindo custos e tempo nas avaliações dentro do processo de melhoramento (Alves, et al., 2003; Moreira et al., 2005). Portanto, os resultados de FB poderiam ser utilizados como um critério adicional na seleção dos melhores híbridos que deverão seguir no programa de melhoramento genético.

A estimação da variabilidade genética pela análise de agrupamento de Tocher permitiu a formação de seis grupos distintos (Tabela 5). O grupo I foi composto pela maior parte dos híbridos, fazendo parte três híbridos sexuais e também os genitores. O grupo II foi formado pelo híbrido sexual 4041 e mais a

cv. Pensacola, enquanto que os grupos III IV e V foram formados por apenas um híbrido, sendo eles: 40177, 6024 e 4026, respectivamente. Com base nestes resultados, sugere-se a utilização de híbridos sexuais de diferentes grupos sejam utilizando em futuros cruzamentos com híbridos apomíticos pertencentes também a grupos distintos, como por exemplo: a planta híbrida sexual 4041 com os híbridos apomíticos 4099, 50017 e 4076 que se destacaram pela qualidade nutricional e diversidade. A divergência é uma condição necessária para o aumento de heterose (Falconer, 1996) e as análises de agrupamento permitem a identificação dos cruzamentos mais promissores, assim como aqueles que poderão resultar em pequena variabilidade (Cruz et al., 2004). Os mesmos autores mencionam que as hibridações dirigidas possibilitarão aumentar o ganho genético para a obtenção máxima do vigor híbrido, sem restringir a variabilidade, que é fundamental no melhoramento de plantas.

Ressalta-se que estes híbridos foram selecionados por evidenciarem superioridade na produção de forragem e os indicativos de qualidade obtidos no presente estudo dão suporte para novas pesquisas.

A variabilidade genética obtida nos híbridos F_1 para a composição química indica a importância da utilização da planta sexual de *P. plicatulum* tetraploidizada artificialmente nos cruzamentos com genótipos nativos das espécies de *P. leptum* e de *P. guenoarum*. Apesar de poucos híbridos terem apresentado melhor desempenho em relação aos genitores, os mesmos podem ser levados às etapas finais para o lançamento como cultivares, bem como direcionar novos cruzamentos para obtenção de recombinantes elites para a maior expressão da qualidade nutricional e produção de forragem.

Conclusões

1. Houve pouca variabilidade na composição química entre os genótipos.
2. A composição química dos genótipos apresentou variação em relação aos cortes analisados.

3. O cruzamento entre a planta híbrida sexual 4041 e os híbridos apomíticos 4099, 5017, 4076 são indicados visando a obtenção de progênes recombinantes com alta qualidade nutricional.

4. A fibra bruta foi o caráter que mais contribuiu para a detecção da diversidade.

Agradecimentos

Ao CNPq e a SulPasto (Associação Sul-Brasileira para o Fomento a Pesquisa de Forrageiras) pelo auxílio financeiro e ao IBONE, na pessoa do Dr. Camilo Quarín pela cessão das plantas sexuais de *P. plicatulum*.

Referências bibliográficas

ACUÑA, C. A.; BLOUNT, A. R.; QUESENBERRY, K. H.; KENWORTHY, K. E.; and HANNA, W. W. Bahiagrass Tetraploid Germplasm: Reproductive and Agronomic Characterization of Segregating Progeny. **Crop Science**, v.49, n. 2, p. 581-588, 2009.

AGUILERA, P. M.; SARTOR, M. E.; GALDEANO, F.; ESPINOZA, F.; QUARIN, C. L. Interspecific tetraploid hybrids between two forage grass species: sexual *Paspalum plicatulum* and apomictic *P. guenoarum*. **Crop Science**, v. 51, p. 1544-1550, 2011.

ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1598-1624, 2000.

ALVES, R. M.; GARCIA A. A. F.; CRUZ, E. D.; FIGUEIRA, A. Seleção de descritores botânico-agronômicos para caracterização de germoplasma de cupuaçuzeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.807-818, 2003.

CARVALHO, F.I.F. DE; LORENCETTI, C; MARCHIORO, V.S.; SILVA, S.A. **Condução de populações no melhoramento genético de plantas**. 2 ed. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2008. 288p.

CRUZ C. D; REGAZZI A. J. CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV. p. 480, 2004.

- CRUZ, C.D. **Programa GENES**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2007.
- FALCONER, D. S; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4th ed. Harlow: Pearson, 1996. 463 p.
- FEHR WR (1987) **Principles of cultivar development**. Editora Macmillan, New York, 525p.
- JANK L, VALLE CB DO & RESENDE R. M. S. **Grass and forage plant improvement in the tropics and sub-tropics**. In: McGilloway DA (Ed) *Grassland: a global resource*. Wageningen, Wageningen Academic Publishers. p. 69-81, 2005.
- MAGALHÃES, K. A. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos, determinação e estimativa do valor energético de alimentos para bovinos**. 2007. 281f. Tese (Doutorado - Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- MARANHÃO, C. M. A.; SILVA, C. C. F.; BONOMO, P.; PIRES, A. J. V. Produção e composição químico-bromatológica de duas cultivares de *braquiária* adubadas com nitrogênio e sua relação com o índice SPAD. *Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringá*, v. 31, n. 2, p. 117-122, 2009.
- MOREIRA, G.R.; SILVA, D.J.H. da; PICANÇO, M.C.; PETERNELLI, L.A.; CALIMAN, F.R.B. Divergência genética entre acessos de tomateiro infestados por diferentes populações da traça-do-tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v.23, p.887-892, 2005.
- NABINGER, C; FERREIRA, E. T.; FREITAS, A. K CARVALHO, P. C. F.; SANT'ANNA, D. M. Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. In **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade** (ed. V.D. Pillar, S.C. Müller, Z.M.S. Castilhos & A.V.A. Jacques), 2009, pp. 175-198. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; LIMA, M. Metabolismo de carboidratos esruturais. In: BERCIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Org.) *Nutrição de ruminantes*. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 183-223.
- PAIM, R. N.; NABINGER , C. Comparação entre duas formas de *Paspalum guenuarum* Arech. **Agronomia sulriograndense**, v. 18. N. 2. Porto Alegre, p.103-114, 1982.

PEREIRA, E. A. **Estudo da produção agronômica e utilização da análise de adaptabilidade e estabilidade como critério de seleção de uma coleção de acessos de *Paspalum leptum parodi***. 2009. 174 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

PEREIRA, E. A.; DALL'AGNOL, M.; NABINGER, C.; HUBER, K, G, C.; MONTARDO, D. P; GENRO, T. C. M. Produção agronômica de uma coleção de acessos de *Paspalum leptum* Parodi. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 40, p. 498-508, 2011.

PEREIRA, E. A.; BARROS, T.; VOLKMANN, G. K.; BATTISTI, G. K.; SILVA, J. A. G.; SIMIONI, C.; DALL'AGNOL, M. Variabilidade genética de caracteres forrageiros em *Paspalum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 47, p. 1678-1540, 2012.

QUARIN, C.L., F. ESPINOZA, E.J. MARTÍNEZ, S.C. PESSINO, AND O.A. BOVO. A rise of ploidy level induces the expression of apomixes in *Paspalum notatum*. **Sexual Plant Reproduction**. v. 13, p.243–249, 2001.

RESENDE, R. M. S.; JANK, L.; VALLE, C. B.; BONATO, A. L. V. Biometrical analysis and selection of tetraploid progenies of *Panicum maximum* using mixed model methods. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol. 39, n. 4, p. 335-341, 2004.

RODRIGUES, J. C. M.; CABRAL, G. B.; DUSI, D. M. A.; MELLO, L. V.; RIGDEN, D.; CARNEIRO, V.T.C. Identification of differentially expressed cDNA sequences in ovaries of sexual and apomictic plants of *Brachiaria brizantha*. **Plant Molecular Biology**, v. 23, 2004, p. 745-757, 2003.

ROSA, J.R.P.; SILVA, J.H.S.; RESTLE, J.; PASCOAL, L. L.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; FREITAS, A. K. Avaliação do comportamento agronômico da planta e valor nutritivo da silagem de diferentes híbridos de milho (*Zea mays*, L). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.302-312, 2004.

SARTOR, M. E.; QUARIN, C. L. ESPINOZA, F. Mode of reproduction of colchicine-induced *Paspalum plicatulum* tetraploids. **Crop Science**, v. 49, p. 1270-1276, 2009.

SCHEFFER-BASSO, S. M. FONTANELI, R. S.;DURR, J. W. **Valor nutritivo de forragens: concentrados, pastagens e silagens**. Centro de Pesquisa em Alimentação, Passo Fundo, 2002.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetic and Plant Breeding**, v.41, p.237-245. 1981.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO (2004) Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre, 400p.

SOUZA-SOBRINHO, F.; LÉDO, F. J. S.; KOPP, M. M.; PEREIRA, A. V.; SOUZA, F. F. Melhoramento de gramíneas forrageiras na Embrapa Gado de Leite. In: Evangelista, A. R.; Souza, F. F. (Eds.) **Forragicultura e Pastagem**. Editora UFLA, Lavras, 2009. p. 98-111.

STEINER, M.G. **Caracterização agrônômica, molecular e morfológica de acessos de *Paspalum notatum* Flüggé e *Paspalum guenoarum* Arech.** 2005. 138f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

VALLE C.B. do, SIMIONI C, RESENDE RMS, JANK L Melhoramento genético de *Brachiaria*. In RESENDE R S, VALLE CB do, JANK I (Org.) **Melhoramento de Forrageiras Tropicais**. Editora Embrapa, Campo Grande, 2008, 13-53p.

VALLS JFM (1990) A busca de germoplasma de plantas forrageiras e estratégias para sua coleta. In: PUIGNAU, J.P. (Ed.). **Introduccion, conservacion y evaluacion de germoplasma forragero en el cono sur**. Montevideo: IICA – PROCISUR, 309-318p.

VAN SOEST, P. F. **Nutritional Ecology of the Ruminants**. Íthaca, New York : Cornell University Press, 1994. p. 476.

ZANINE, A.M. Resposta morfofisiológica em pasto sob pastejo. **Colloquim Agrariae**, V.1, n.2, p.50-59, 2005.

Tabela 1. Resumo da análise de variância da composição química ligada a qualidade de híbridos interespecíficos superiores do gênero *Paspalum*, em Eldorado do Sul, RS.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio				
		PB	FB	FDN	EE	MM
Bloco/Corte	8	3,63	14,73	155,64	0,28	1,94
Genótipo (G)	27	16,70*	4386,87*	9193,74*	3,55*	24,64*
Corte (C)	3	293,37*	1820,15*	464,55*	17,92*	207,21*
G X C	81	10,12*	5357,76*	25000,20*	1,02*	15,20*
Erro	216	0,70	2624,41	10439,53	0,13	5,73
Total	335					
Média Geral		16,30	30,69	65,25	1,67	16,81
CV (%)		5,12	11,20	10,51	21,75	14,25

*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F, PB, proteína bruta, FB, fibra bruta, FDN, fibra em detergente neutro, EE, extrato etéreo, MM, matéria mineral.

Tabela 2. Porcentagem da proteína bruta em diferentes cortes de híbridos inter-respecíficos superiores do gênero *Paspalum* em Eldorado do Sul, RS.

Genótipos	Datas dos cortes				Média
	14/10/2011	16/11/2011	14/12/2011	01/02/2012	
Proteína bruta (%)					
4099	21,0 Aa	18,3 Ba	17,9 Ba	13,0 Cb	17,6
5017	18,4 Ab	17,7 Aa	18,3 Aa	15,2 Ba	17,4
4076	19,6 Aa	17,7 Ba	17,6 Ba	13,8 Ca	17,2
4077	18,5 Ab	18,2 Aa	18,0 Aa	14,0 Ba	17,1
Azulão	19,2 Aa	17,7 Ba	17,3 Ba	13,7 Ca	17,0
5023	17,3 Ac	18,2 Aa	18,8 Aa	13,7 Ba	17,0
6069	18,6 Ab	16,6 Bb	17,8 Aa	14,8 Ca	16,9
6084	18,4 Ab	17,4 Aa	18,2 Aa	13,8 Ba	16,9
6022	18,1 Ab	17,8 Aa	17,4 Aa	14,1 Ba	16,9
6036	17,7 Ac	17,9 Aa	17,1 Aa	14,2 Ba	16,7
4026	17,6 Ac	17,6 Aa	17,4 Aa	14,3 Ba	16,7
4071	17,2 Ac	18,8 Aa	17,7 Aa	13,0 Bb	16,7
26A	19,7 Aa	16,6 Bb	16,3 Bb	13,2 Cb	16,5
507	18,0 Ab	17,5 Aa	17,7 Aa	12,5 Bb	16,4
5052	16,3 Bc	19,0 Aa	17,3 Ba	12,7 Cb	16,3
28B	20,3 Aa	16,6 Bb	15,2 Cc	13,4 Db	16,3
4025	17,0 Ac	16,9 Ab	17,6 Aa	13,7 Ba	16,3
6086	18,8 Ab	16,8 Bb	16,2 Bb	13,3 Cb	16,3
6024	18,3 Ab	16,2 Bb	16,4 Bb	14,0 Ca	16,2
Baio	17,4 Ac	17,0 Ab	17,2 Aa	13,0 Bb	16,1
28E	18,3 Ab	17,6 Aa	16,0 Bb	12,5 Cb	16,1
4041	16,2 Bc	18,5 Aa	17,1 Ba	12,3 Cb	16,0
4087	16,3 Ac	17,5 Aa	16,1 Ab	14,0 Ba	16,0
40177	16,1 Bc	17,6 Aa	17,5 Aa	12,8 Cb	16,0
6088	16,4 Ac	16,3 Ab	16,6 Aa	14,1 Ba	15,9
40104	16,6 Ac	16,8 Ab	16,7 Aa	13,2 Bb	15,8
4c4x	17,0 Ac	15,8 Ab	13,8 Bd	13,4 Bb	15,0
Pensacola	- *	17,7 Aa	13,6 Bd	12,7 Bb	14,7
Média	17,3	17,4	17,0	13,5	-

Médias seguidas de letras iguais, maiúscula na mesma linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. * Não houve produção de forragem neste corte.

Tabela 3. Porcentagem da fibra bruta em diferentes cortes de híbridos interespecíficos superiores do gênero *Paspalum* em Eldorado do Sul, RS.

Genótipos	Datas dos cortes				Média
	14/10/2011	16/11/2011	14/12/2011	01/02/2012	
	Fibra bruta (%)				
Baio	26,7 Ab	23,5 Ab	25,7 Aa	22,0 Aa	24,5
26A	20,3 Aa	17,2 Aa	30,8 Bb	33,2 Bb	25,4
28E	16,4 Aa	28,0 Bb	33,9 Cb	26,0 Ba	26,1
6084	24,9 Ab	26,9 Ab	32,0 Bb	25,2 Aa	27,2
6024	30,7 Ac	28,1 Ab	23,5 Aa	28,3 Aa	27,6
4087	26,8 Ab	28,4 Ab	27,7 Aa	31,0 Ab	28,5
40177	26,7 Ab	27,5 Ab	32,2 Ab	27,5 Aa	28,5
28B	21,9 Aa	24,9 Ab	35,1 Bb	32,9 Bb	28,7
Azulão	35,6 Bd	28,3 Ab	27,3 Aa	25,0 Aa	29,1
4026	28,0 Ab	26,4 Ab	33,9 Bb	29,2 Ab	29,4
4041	26,9 Ab	29,3 Ab	32,1 Ab	30,9 Ab	29,8
40104	30,6 Ac	27,4 Ab	34,6 Bb	27,4 Aa	30,0
Pensacola	- *	28,7 Ab	32,2 Ab	32,2 Ab	31,0
4077	27,8 Ab	30,5 Ac	35,1 Bb	27,8 Aa	30,3
4076	32,2 Ac	28,7 Ab	32,7 Ab	28,7 Aa	30,6
6069	35,7 Bd	26,9 Ab	35,8 Bb	26,7 Aa	31,3
4099	34,8 Ad	27,8 Ab	32,6 Ab	31,8 Ab	31,7
6088	34,8 Ad	31,9 Ac	34,8 Ab	28,7 Aa	32,5
4071	35,5 Bd	28,7 Ab	35,8 Bb	30,7 Ab	32,7
5017	40,1 Be	27,3 Ab	36,4 Bb	28,5 Aa	33,0
4025	32,7 Ac	30,5 Ac	41,1 Bc	28,1 Aa	33,1
507	31,8 Ac	31,2 Ac	37,9 Bc	32,2 Ab	33,3
6022	34,4 Bd	31,7 Ac	38,3 Bc	30,1 Ab	33,6
4c4x	31,0 Ac	32,1 Ac	43,8 Bd	30,8 Ab	34,4
5052	34,4 Ad	34,1 Ac	39,8 Bc	31,7 Ab	35,0
6086	40,7 Be	33,5 Ac	36,5 Bb	29,4 Ab	35,0
6036	40,6 Be	34,8 Ac	42,2 Bd	29,9 Ab	36,9
5023	41,0 Be	33,3 Ac	46,6 Cd	31,8 Ab	38,2
Média	30,1	28,8	34,6	29,2	-

Médias seguidas de letras iguais, maiúscula na mesma linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. * Não houve produção de forragem neste corte.

Tabela 4. Porcentagem de fibra em detergente neutro em diferentes cortes de híbridos interespecíficos superiores do gênero *Paspalum* em Eldorado do Sul, RS.

Genótipos	Datas dos cortes								Média
	14/10/2011	16/11/2011	14/12/2011	01/02/2012					
	Fibra em detergente neutro (%)								
6084	54,2	Aa	58,7	Aa	51,8	Aa	64,3	Aa	57,2
4077	52,1	Aa	63,8	Aa	57,5	Aa	59,6	Aa	58,2
40104	51,8	Aa	70,4	Bb	58,6	Aa	56,3	Aa	59,3
26A	52,3	Aa	66,2	Ba	65,8	Bb	60,8	Ba	61,3
6022	64,5	Ab	57,5	Aa	63,4	Aa	60,1	Aa	61,4
6088	59,5	Ab	58,9	Aa	65,3	Ab	62,9	Aa	61,7
28E	41,0	Aa	79,5	Cb	62,0	Ba	65,1	Ba	61,9
4025	65,9	Bb	65,4	Ba	51,7	Aa	68,4	Ba	62,9
28B	64,7	Ab	75,4	Bb	55,8	Aa	58,4	Aa	63,5
4087	64,7	Ab	59,9	Aa	67,0	Ab	62,8	Aa	63,6
4041	55,8	Aa	66,4	Aa	68,2	Ab	64,8	Aa	63,8
507	65,1	Ab	67,9	Aa	61,5	Aa	60,8	Aa	63,8
4076	61,6	Ab	64,0	Aa	69,1	Ab	60,6	Aa	63,8
6036	73,9	Bc	57,0	Aa	62,7	Aa	67,0	Ba	65,2
4099	64,6	Ab	68,4	Aa	62,3	Aa	66,1	Aa	65,3
5017	81,4	Bd	64,6	Aa	55,2	Aa	61,2	Aa	65,6
6069	82,4	Bd	58,5	Aa	61,4	Aa	64,9	Aa	66,8
40177	64,3	Ab	67,0	Aa	67,8	Ab	68,1	Aa	66,8
Azulão	63,3	Ab	68,1	Aa	60,7	Aa	75,4	Aa	66,9
5052	82,7	Bd	59,8	Aa	65,2	Ab	68,8	Aa	69,1
5023	83,5	Bd	61,5	Aa	65,8	Ab	66,1	Aa	69,2
4026	67	Ab	69,9	Ab	75,2	Ac	65,3	Aa	69,3
Pensacola	- *		77,3	Bb	73,6	Bc	61,6	Aa	70,8
6024	65,8	Ab	77,1	Bb	75,7	Bc	67,0	Aa	71,4
4071	73,8	Ac	77,7	Ab	66,7	Ab	72,9	Aa	72,8
4c4x	81,4	Bd	77,2	Bb	83,0	Bc	54,0	Aa	73,9
Baio	73,5	Ac	78,1	Ab	73,6	Ac	73,0	Aa	74,6
6086	89,2	Bd	66,3	Aa	74,7	Ac	68,3	Aa	74,6
Média	64,3		67,2		65		64,4		-

Médias seguidas de letras iguais, maiúscula na mesma linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. * Não houve produção de forragem neste corte.

Tabela 5. Contribuição relativa pelo método de Singh e agrupamento pela análise de Tocher, com base na composição química de híbridos inter-específicos superiores do gênero *Paspalum*.

Parâmetro	PB	FB	FDN	EE	MM
Sj	887	3007	584	98	357
Sj(%)	18,0	61,0	11,8	2,0	7,2
Grupos	Agrupamento de Tocher				
I	28E, 4c4x, 6086, 28B, 5052, 6084*, 26A, 4071, 507, Azulão, 6036*, 4077, 6088, 4025*, 4087, 5023, 6022*, 40104, 6069, 5017, 4099, 4076				
II	4041*, Pensacola				
III	40177				
IV	6024				
V	4026				
VI	Baio				

S.j., contribuição relativa; Sj(%), percentual da contribuição relativa, PB, proteína bruta, FB, fibra bruta, FDN, fibra em detergente neutro, EE, extrato etéreo, MM, matéria mineral, * Híbridos sexuais.

7. CAPÍTULO VII

Variabilidade agronômica e molecular em híbridos apomíticos interespecíficos do gênero *Paspalum*

Variabilidade agronômica e molecular em híbridos apomíticos interespecíficos do gênero *Paspalum*¹

Emerson André Pereira⁽²⁾, Miguel Dall'Agnol⁽²⁾, Carine Simioni⁽²⁾, Juliana Medianeira Machado⁽²⁾, Mêmora Giovana Schmidt de Bitencourt⁽²⁾, Divanilde Guerra⁽²⁾, Cassiane Ubessi⁽³⁾, José Antonio Gonzalez da Silva⁽³⁾

(1) Artigo elaborado pelas normas da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira. (2) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Avenida Bento Gonçalves, n. 7.712, CEP 91501-970 Porto Alegre, RS. E mail: emersonpijui@yahoo.com.br; (3) Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Departamento de Estudos Agrários, Rua do Comércio, no 3.000, CEP 98700000 Ijuí, RS.

Resumo - O objetivo deste trabalho foi analisar a variabilidade genética ao nível molecular, além do desempenho a campos dos caracteres ligados à produção de forragem de híbridos apomíticos, obtidos em cruzamentos interespecíficos no gênero *Paspalum*. O experimento foi conduzido em dois ambientes nos anos de 2009 a 2011. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições em ambos os locais. Foram utilizados sete híbridos interespecíficos e seus genitores ("4c-4x" de *P. plicatulum* e a cultivar "Rojas" de *P. guenoarum*), além de dois genótipos nativos e mais a cultivar Pensacola (*P. notatum*), utilizada como testemunha. Foram utilizados marcadores de microsatélite e caracteres ligados a produção de forragem. Há variabilidade genética entre os híbridos interespecíficos avaliados, indicando a possibilidade de êxito na seleção de constituições genéticas superiores no desempenho de caracteres ligados à produção de forragem. Os caracteres massa seca total e de folha foram os que mais contribuíram para a detecção da variabilidade genética observada na análise conjunta dos ambientes, enquanto que para o ambiente de Eldorado do Sul, além da MST, a RFC contribuiu de forma expressiva. Já no ambiente de Augusto Pestana, o DAC e o MSM contribuíram para a maior expressão dos caracteres forrageiros. Estes dados sugerem que, na análise dos principais caracteres forrageiros o ambiente de Eldorado do Sul é mais favorável a seleção. Os dendrogramas obtidos em nível de campo e de DNA foram capazes de discriminar os genótipos e podem auxiliar na orientação em novas hibridizações com plantas sexuais compatíveis. Os híbridos H12, H20, H13 e o H22 são indicados para novas etapas do programa de melhoramento, objetivando o lançamento como cultivares, bem como em novos cruzamentos com progênies sexuais compatíveis para a obtenção de novos recombinantes elites.

Palavra chave: marcador molecular, diversidade, melhoramento, forrageira

Agronomic and molecular variability in apomictic interspecific hybrids of the genus *Paspalum*

Abstract - This study aimed to analyze the genetic variability in the field and through molecular markers, moreover, identify characters related to forage production of apomictic hybrids obtained by interspecific crosses between

genotypes of genus *Paspalum*. The experiment was conducted in two environments in the years 2009 to 2011. The experiment followed a randomized block with four replicates at both locations. Seven interspecific hybrids and their parents ("4c-4x" *P. plicatulum* and cultivar "Rojas" *P. guenoarum*) were used, also two native genotypes and the cultivar Pensacola (*P. notatum*) were used as control. The microsatellite markers and characters related to forage production were analyzed. Thus, this study showed that there was a significant variability among interspecific hybrids, indicating the possibility of success in the selection of genotypes with better performance related to forage production. The characters total dry matter and leaf were the main contributors for the detection of genetic variability observed in the joint analysis of environments, while the environment of Eldorado do Sul, in addition the MST, the RFC contributed significantly. The environment Augusto Pestana, DAC and MSM contributed to the higher expression of forage characters. These results suggest that analysis of the main forage characters in Eldorado do Sul is more favorable to selection. The dendrograms obtained from field and DNA analysis were able to discriminate the genotypes and could assist in new hybridizations with sexual plants compatible. The hybrid H12, H20, H13 and H22 are given to new stages of the breeding program, aiming to release as cultivars, as well as new crosses with compatible sexual progeny to obtain new recombinant elites.

Key words: molecular marker, diversity, breeding, forage

Introdução

Na Região do Conesul, a pastagem nativa abrange países como o Uruguai, Argentina, partes do Paraguai e do Brasil e constitui a base da alimentação de herbívoros. Por muitas décadas, este ecossistema vem realizando um papel importante na conservação dos recursos naturais como a água e o solo e também na manutenção das diferentes espécies vegetais altamente adaptadas às condições locais (Nabinger et al., 2009). Porém, mesmo apresentado vasto recurso vegetal, as espécies forrageiras nativas vêm sendo substituídas por cultivares exóticas que, mesmo tendo alto potencial de produção, muitas vezes não se adaptam às condições edafoclimáticas locais, acarretando desequilíbrio biológico e prejuízos aos produtores (Strapassom et al., 2000; Pereira et al., 2012).

Entre as principais espécies nativas do Conesul, destacam-se as do gênero *Paspalum*, e em especial aquelas que pertencem ao grupo Plicatula. Neste grupo há ampla variabilidade intra e interespecíficas, com espécies de alto potencial forrageiro e qualidade nutricional, podendo servir como fonte de

germoplasma em programas de melhoramento de plantas na geração de genótipos altamente produtivos (Batista & Godoy, 2000; Pereira et al., 2011). Ressalta-se que o êxito no melhoramento de plantas está diretamente relacionado à existência de variabilidade genética (Allard, 1971, Quarín, 1992). No entanto, a maior parte destas espécies de *Paspalum* é de reprodução assexual, do tipo apomítico, podendo ser tetraplóides ou hexaplóides (Quarín & Normann, 1990; Dall’Agnol & Schifino-Wittmann, 2005). A apomixia dificulta a ocorrência da recombinação genética, impedindo a formação de constituições genéticas superiores e a obtenção do ganho genético, uma vez que as progênies são geneticamente iguais à planta mãe (Burton & Forbes, 1960; Carvalho et al., 2008). Por outro lado, quando há plantas sexuais e do mesmo nível de ploidia, é possível a recombinação alélica, utilizando o pólen de plantas apomíticas. Este tipo de cruzamento propicia a variabilidade genética, inclusive no tipo de reprodução, originando progênies tanto sexuais como apomíticas. Vários estudos vêm mostrando a presença de um gene no caráter, ocasionando a formação de progênies apomíticas e sexuais na proporção de 3:1 (Grossniklaus, 2001; Sherwood, 2001). Na geração de seleção, aqueles indivíduos identificados como apomíticos e que apresentam potencial agrônômico poderão ser selecionados já na primeira geração, uma vez que todos os caracteres estarão fixados em virtude da própria apomixia (Rodrigues et al., 2003; Acuña et al., 2009). Sartor et al. (2009) duplicaram artificialmente plantas sexuais diplóides de *P. plicatum*, obtendo tetraplóides sexuais que possibilitaram novos rumos ao melhoramento de plantas, antes impossibilitados pela apomixia. Aguilera et al. (2011) utilizaram o genótipo “4c4x” de *P. plicatum* tetraploidizado artificialmente como genitor feminino em hibridizações artificiais com um genótipo nativo de *P. guenoarum* conhecido como ‘Rojas’ (genitor masculino e obtiveram 23 híbridos interespecíficos viáveis. Destes, sete são apomíticos aptos para serem usados em programas de melhoramento.

As informações sobre a variabilidade genética buscando combinações promissoras podem ser estimadas por meio de métodos preditivos a partir de características agrônômicas, morfológicas e moleculares (Shimoya et al., 2002). A determinação da dissimilaridade genética, por meio da avaliação simultânea de vários caracteres, pode ser uma ferramenta eficiente para caracte-

rizar populações, identificar genótipos superiores e auxiliar no direcionamento de futuros cruzamentos buscando combinações promissoras (Benin et al., 2003; Sawasato et al., 2008).

O conhecimento da variabilidade na expressão de caracteres de interesse forrageiro e a diversidade genética existente entre genótipos de diferentes espécies do gênero *Paspalum* analisadas à campo e em nível de DNA podem fornecer subsídios para a seleção de plantas superiores e no direcionamento de novas hibridizações com genitores sexuais na busca de recombinantes elites. Portanto, o objetivo deste trabalho foi analisar a variabilidade genética em nível agrônômico e molecular de genótipos apomíticos do gênero *Paspalum* obtidos via cruzamento interespecífico entre *Paspalum plicatulum* (genitor feminino sexual) e *Paspalum guenoarum* (genitor masculino apomítico) buscando prever recombinações promissoras com um genitor sexual em caracteres ligados à produção de forragem.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido nos anos agrícolas de 2010 e 2011 nos municípios de Eldorado do Sul e Augusto Pestana, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. A área experimental em Eldorado do Sul está localizada na região da Depressão Central, com coordenadas geográficas de 30°06'02" S e 51°41'27" W e 34 metros de altitude. O solo é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico típico e o clima é do tipo Cfa, segundo a classificação de Köppen. A precipitação média anual é em torno de 1400 mm e a temperatura média anual é de 19,3°C. Em Augusto Pestana, a área experimental está situada na região Noroeste do Estado, com coordenadas geográficas de 28°25'58" S e 54°00'24" W e apresenta 290 metros de altitude. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico e o clima é do tipo Cfa, conforme Köppen. A precipitação média é em torno de 1600 mm e a temperatura média anual é de 21,8°C.

Foram realizadas análises do solo no período que antecedeu a implantação do experimento em ambos os locais. As amostras foram retiradas da camada de 0 a 20 cm de profundidade e levadas para o laboratório de análise

química do solo. As áreas receberam adubação de base na quantidade de 20-150-100 em Eldorado do Sul e 20-120-100 em Augusto Pestana de fertilizantes formulados (NPK). Foram realizadas adubações de cobertura de 180 e 130 kg de nitrogênio por hectare em Eldorado do Sul e Augusto Pestana, respectivamente. As aplicações foram realizadas de acordo as indicações técnicas para gramíneas perenes de estação quente, seguindo as recomendações da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solos (Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, 2004).

O experimento teve como unidade experimental uma linha medindo 1,8 m de comprimento, compostas por cinco plantas de cada genótipo, espaçadas entre si por 30 centímetros. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições em ambos os locais. Foram utilizados sete híbridos denominados como H3, H9, H12, H13, H16, H20 e H22 e seus genitores, identificados como “4c-4x” de *P. plicatulum* sendo genitor feminino (sexual) e a cultivar “Rojas” de *P. guenoarum* foi usada como genitor masculino (apomítico). Estes híbridos são oriundos de cruzamentos realizados no ano de 2006 na Universidade Nacional do Noroeste da Argentina na província de Corrientes, Argentina, e foram identificados como apomíticos (Sartor et al., 2009; Aguilera et al., 2011). Foram incluídos também no estudo dois genótipos nativos (Azulão e Baio de *P. guenoarum*) pertencentes ao Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da UFRGS que se destacam pelo grande potencial forrageiro (Paim & Nabinger, 1980; Sawasato, 2007). Como testemunha foi incluída a cultivar Pensacola (*P. notatum*) que é proveniente das condições naturais do Cone Sul e apresenta alta relação folha/colmo e qualidade nutricional (Pereira et al., 2011). Todos os indivíduos pertencem ao grupo Plicatula, exceto a Pensacola, que faz parte do grupo Notata. Os transplantes ocorreram em 01 e 04 de dezembro de 2009, em Eldorado do Sul e Augusto Pestana, respectivamente. As avaliações foram realizadas por meio de cortes, quando as folhas atingiam 35 cm de altura média, mantendo um resíduo de 10 cm do solo para todos os genótipos, exceto a cv. Pensacola, que em função das suas características, foi avaliada quando atingia 25 cm de altura e deixando-a com um resíduo de 5 cm do solo, manejo mais indicado para esta espécie (Sawasato, 2007; Pereira et al., 2012). No momento do corte, foi quantificado o número de

afilhos e o diâmetro da cobertura. Após, as amostras foram levadas ao laboratório para a separação morfológica de folhas, colmos, inflorescências e material morto e em seguida colocadas em estufa de ar forçado a 65°C até peso constante. Posteriormente, foram mensurados os seguintes caracteres de interesse forrageiro: massa seca total (MST, kg ha⁻¹), massa seca de folhas (MSF, kg ha⁻¹), massa seca de colmo (MSC, kg ha⁻¹), massa seca de inflorescência (MSI, kg ha⁻¹) e massa seca de material morto (MSM, kg ha⁻¹). Foi calculada a relação folha/colmo (RFC) pela divisão da MSF pela MSC e mais o número de afilhos (NAF, planta⁻¹) e o diâmetro de cobertura (DAC, em cm planta⁻¹). Foram realizados cinco cortes no primeiro ano e seis cortes no segundo, em ambos os locais em todos os genótipos, exceto na cultivar Pensacola, que possibilitou a realização de quatro e cinco cortes no primeiro e no segundo ano, respectivamente. As baixas temperaturas do outono e do inverno contribuíram para o menor crescimento desta cultivar, que culminou com um menor número de cortes, já relatado em outras pesquisas (Fachinetto et al., 2012; Pereira et al., 2012). De posse dos dados, foram realizados os somatórios em cada ambiente das seguintes variáveis: MST, MSF, MSC, MSI, MSM. Para as demais variáveis foram calculados os valores médios para cada ambiente.

Os dados foram submetidos à análise de variância para detecção de alteração dos efeitos principais (genótipo e ambiente) e os de interação entre estes fatores nos caracteres forrageiros anteriormente citados, tendo-se utilizado o teste F a 5% de probabilidade de erro. Para comparar o desempenho dos genótipos nos ambientes, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott. A contribuição relativa das variáveis para a variabilidade morfológica total observada nas diferentes condições foi determinada pelo modelo de Singh (1981). Para estas análises, foi utilizado o programa Genes (Cruz, 2007). Com base nas médias dos caracteres avaliados foram construídas matrizes de distância genética e produzidos dendrogramas utilizando o método de agrupamento da distância média (UPGMA) e a distância de Mahalanobis como medida de distância genética, sendo que o ajuste entre as matrizes de distâncias e os dendrogramas foi estimado pelo coeficiente de correlação cofenética r (Sokal & Rohlf, 1962).

A análise molecular foi realizada com onze marcadores moleculares do tipo microssatélite (SSR). Foram coletadas folhas jovens para extração de DNA, utilizando o protocolo de Ferreira & Grattapaglia (1998), com modificações. O produto da reação foi separado em gel de agarose 1,8% usando Tris-Borato EDTA (TBE) buffer. Para visualização das bandas no gel, foi adicionado 8µl de brometo de etídeo (0,4 µl/ml). Os géis foram visualizados sob luz ultravioleta e fotografados em câmera digital Kodak EDAS 290. Os fragmentos foram determinados por comparação com o padrão 100pb. A partir da identificação dos fragmentos amplificados, foi construída uma matriz binária dos dados atribuindo-se o valor 1 para a presença e zero para a ausência de bandas. A partir dessa matriz e utilizando o coeficiente de Jaccard, foi gerada uma matriz de similaridade para comparação de todos os genótipos. A análise de agrupamento foi realizada a partir dos coeficientes de similaridade entre os genótipos, utilizando-se, como critério de agrupamento, o método baseado na média das distâncias (UPGMA). Estas análises foram realizadas utilizando o programa NTSYS pc 2.1 (Rohlf, 2000).

Resultados e Discussão

Foram constatadas diferenças significativas para os efeitos principais (genótipo e ambiente) e os de interação entre as fontes de variação testadas para todos os caracteres forrageiros analisados (Tabela 1). As magnitudes dos valores de quadrado médio indicaram que os genótipos foram mais efetivos em promover alterações do que o ambiente nas modificações morfológicas sobre os caracteres MST, MSF, RFC, NAF, MSC, exceto para o DAC e MSM, em que as condições de ambiente sobreporam ao efeito genotípico.

Em Eldorado do Sul, houve a formação de quatro classes distintas para o caráter MST (Tabela 2). O genitor masculino (GM) e os híbridos H12 e H20 tiveram maior produção de MST. Os híbridos H13, H22, H9, H3 e H16, além dos genótipos Baio e Azulão tiveram menor produção de MST (Tabela 2). O genitor feminino (GF) e a cv. Pensacola mostraram valores muito baixos de MST. Estes resultados demonstram a variabilidade entre os genótipos avaliados. Vários trabalhos relatam que nesse mesmo ambiente os genótipos Azulão

e Baio de *P. guenoarum* destacaram-se quando comparados com outros genótipos nativos da mesma espécie (Paim & Nabinger, 1980) e quando confrontados com genótipos das espécies de *P. leptum* e *P. notatum* (Sawasato, 2007; Pereira et al., 2012).

Em Augusto Pestana no caráter MST, também houve a formação de quatro classes distintas e novamente os híbridos H12 e H20 apresentaram as maiores produções. Fizeram parte deste grupo de desempenho superior os híbridos H13 e H9 e o genótipo Baio. O genitor masculino fez parte da segunda classe, que inclui também os híbridos H22, H3, H16 e o Azulão. Assim como ocorreu em Eldorado do Sul, o genitor feminino formou a classe “c” e a cv. Pensacola constituiu a última classe. O bom desempenho do genótipo Baio em Augusto Pestana também foi observado recentemente em outro trabalho (Pereira et al., 2012). Os genótipos H20, H13, H9, H3, H16, Baio, Pensacola e os dois genitores dos cruzamentos apresentaram desempenhos semelhantes na comparação entre os ambientes. Para os demais genótipos, Eldorado do Sul demonstrou ser o ambiente mais favorável para produção de forragem. Cabe ressaltar que no melhoramento de plantas buscam-se genótipos com alto desempenho em vários ambientes para serem recomendados em uma grande região agrícola (Cruz et al., 2004).

No teste de médias para a MSF, em ambos ambientes, a existência de variabilidade ficou evidente pela formação de quatro grupos distintos (Tabela 2). No município de Eldorado do Sul, os híbridos H12, H20, H13, H22, H3 e o genitor masculino constituíram o grupo superior, com as maiores produções de MSF. Os híbridos H9, H16 e os genótipos Baio e Azulão formaram o segundo grupo de melhor desempenho. O genitor feminino e a cv. Pensacola foram os genótipos que apresentaram a menor produção de folhas. Em Augusto Pestana, os híbridos H12, H20 e H13 mantiveram-se no grupo superior para a produção da MSF, fazendo parte também o genótipo Baio. O genótipo Azulão, o genitor masculino e o restante dos híbridos formaram o segundo grupo. Neste ambiente, também o genitor feminino e a cv. Pensacola constituíram os grupos inferiores, sendo diferentes entre si e com inferioridade em relação à testemunha. Na comparação da MSF entre os ambientes para cada genótipo, a maioria dos genótipos apresentou comportamento semelhante, independente do local.

Os híbridos H12, H22 e H3 expressaram as maiores produções de folhas no município de Eldorado do Sul, sugerindo um ambiente mais favorável à expressão da MSF desses genótipos.

A MSF e a MST são importantes no processo de melhoramento de plantas forrageiras para obtenção de cultivares de *Paspalum* (Pereira et al., 2012), uma vez que a folha é o componente mais consumido pelos animais em pastejo e apresenta a maior qualidade nutricional (Bratti et al., 2009; Van Soester, 1994). A ampla variabilidade expressa entre os genótipos no presente estudo permite que sejam selecionados híbridos para lançamento de cultivares e no direcionamento de novos esquemas de hibridizações.

No município de Eldorado do Sul, o genitor feminino destacou-se pela maior RFC, sendo superior estatisticamente aos demais e inclusive com o maior índice entre todos os ambientes (Tabela 2). Os híbridos H12, H22, H9, H3, o genótipo Azulão e a Pensacola apresentaram desempenho intermediário. Já os híbridos H20 e H13, junto com o genitor masculino e o genótipo Baio, tiveram desempenho inferior aos demais, formando o grupo de menor destaque no caráter. Em Augusto Pestana, o híbrido H20 e a Pensacola apresentaram as maiores RFCs, sendo superiores estatisticamente aos demais, enquanto que o genitor feminino, juntamente com o H13 e o genótipo Baio, evidenciou desempenho intermediário. Os demais híbridos, o genitor masculino e o genótipo Azulão fizeram parte do grupo que apresentou menor RFC, sendo estatisticamente inferior aos demais. Os híbridos H20, H13, o genitor masculino e o genótipo Azulão apresentaram desempenho semelhante para este caráter, independente do local. Os híbridos H20, H16, o genótipo Baio e a Pensacola, no ambiente de Augusto Pestana, puderam expressar melhor os índices de RFC do que em Eldorado do Sul. Ao contrário, o H22, H9, H3 e também o genitor masculino apresentaram maiores RFC neste ambiente, em relação ao de Augusto Pestana. Quanto maior a relação folha/colmo, maior será o valor nutritivo, porque as folhas apresentam maior digestibilidade, por serem mais ricas em proteína bruta e com menores teores de fibras (Van Soest, 1994).

Em relação ao número de filhos produzidos em Eldorado do Sul, o híbrido H20 superou todos, inclusive os genitores (Tabela 2). Ressalta-se que os genitores diferenciaram entre si, sendo o genitor feminino aquele que apre-

sentou o maior número de afilhos. Em Augusto Pestana, os híbridos H20, H13 e H12 foram os que mais produziram afilhos. Neste ambiente, os genitores apresentaram números semelhantes para o NAF e a Pensacola obteve a menor desempenho neste caráter. O afilhamento está diretamente relacionado à produção de forragem, à persistência da planta (Zarroug & Nelson, 1980; Hodson, 1990) e à produção de semente (Lopez et al., 2011). Pereira et al. (2012) analisaram um conjunto de genótipos apomíticos do gênero *Paspalum* e não observaram diferenças estatísticas no caráter afilhamento, sugerindo a realização de cruzamentos com plantas sexuais para gerar variabilidade neste caráter. Para Langer (1963), o NAF é regulado principalmente pela genética, balanço hormonal, florescimento, luz, temperatura, fotoperíodo, água, nutrição mineral e cortes.

No caráter DAC, o genitor masculino e os híbridos H12 e H20 apresentaram as maiores médias de diâmetro de cobertura no município de Eldorado do Sul (Tabela 2). Os demais híbridos, juntamente com os genótipos Azulão e Baio expressaram valores intermediários. O genitor feminino e a cv. Pensacola apresentaram as menores medidas do DAC, formando o grupo inferior para este caráter. Na análise entre os locais, a planta mãe não apresentou variação entre os ambientes. Os demais genótipos apresentaram maior expressão do diâmetro de cobertura no município de Eldorado do Sul. Na obtenção da MSC, o híbrido H20 e o genitor masculino evidenciaram as melhores produções, enquanto que a Pensacola obteve o desempenho estatisticamente inferior aos demais. Em Augusto Pestana, não houve variação entre os genótipos para o caráter MSC. Em relação à MSI (Tabela 2), houve pouca variabilidade. Os híbridos H12 e H16 foram superiores estatisticamente em relação aos demais. Em Augusto Pestana, os híbridos H9 e H3, juntamente com o genitor masculino, o genótipos Azulão e o Baio evidenciaram maiores produções de inflorescências. Na produção da MSM, houve pouca variabilidade no município de Eldorado do Sul, demonstrada pela formação de apenas duas classes (Tabela 2). Por outro lado, em Augusto Pestana, houve a formação de cinco classes fenotípicas distintas. O acúmulo do material morto indica maior velocidade de renovação das estruturas morfológicas da planta, sugerindo que o consumo pelos animais ou o corte sejam realizados com maior frequência. Conforme Leite &

Euclides (1994), plantas com uma baixa disponibilidade de folhas e alta produção de caule e de material morto geralmente são pouco consumidas, resultando em menor desenvolvimento do produto animal, em pastagens com essas condições.

Na contribuição relativa para a detecção da variabilidade dos genótipos frente aos caracteres ligados à produção de forragem, houve diferentes expressões entre os ambientes e também na análise geral (Tabela 3). No município de Eldorado do Sul, a MST e a RFC foram os caracteres que mais contribuíram para a variação entre os genótipos, com valores de 35,8 e 25,9%, respectivamente. Em Augusto Pestana, a DAC, seguido do MSM apresentaram maiores participações na contribuição sobre a variabilidade, com valores de 35,1 e 27,8%, respectivamente. Na análise geral, utilizando a média entre os dois anos e dois locais, a MST e a MSF foram os caracteres que mais contribuíram para a variabilidade genética entre os genótipos, com valores de 46,2 e 27%, respectivamente. Pereira et al. (2012) obtiveram valores semelhantes na análise conjunta entre anos e locais, na avaliação de genótipos de *Paspalum* para a MST e MSF. Alguns autores recomendam evitar a mensuração de caracteres que contribuem pouco para a divergência genética, devido ao tempo gasto e à baixa eficiência do processo de melhoramento (Alves, et al., 2003; Moreira et al., 2005).

Na análise do agrupamento dos genótipos pela distância de Mahalanobis, avaliados no ambiente de Eldorado do Sul, com base nos dados agrônômicos (Figura 1), houve a formação de quatro grupos. O primeiro grupo é formado pelos híbridos H12, H13, H9 e H3. O segundo grupo é constituído pelos híbridos H20, H22 e H16, genótipos Baio e Azulão e o genitor masculino (GP). O terceiro grupo é formado apenas cv. Pensacola, enquanto que, o genitor feminino (GF) compõe exclusivamente o quarto grupo. Com base na expressão fenotípica em Augusto Pestana, também foi possível observar a formação de quatro grupos, mas com o agrupamento de diferentes genótipos em relação ao ambiente anterior. O grupo I foi formado pelos híbridos de melhor desempenho naqueles caracteres de maior importância no melhoramento de plantas forrageiras, como discutido anteriormente (Tabela 2). Mais uma vez, a cv. Pensacola constituiu exclusivamente um grupo. Na formação do dendro-

grama baseado na média dos dois ambientes, também pode ser considerada a formação de quatro grupos. No primeiro grupo enquadraram-se os híbridos H12 e H20. O segundo grupo é formado pelo demais, mais os genótipos Azulão e Baio e o genitor masculino. O terceiro grupo é composto exclusivamente pelo genitor feminino e o último grupo é formado unicamente pela cv. Pensacola. Com o dendrograma da análise conjunta dos ambientes, é possível visualizar melhor o comportamento dos genótipos. Os híbridos H12 e H20, que tiveram destaque no desempenho de caracteres ligados à produção de forragem (Tabela 2 e 3) formaram um grupo, enquanto que o segundo grupo foi composto por aqueles indivíduos que evidenciaram comportamentos intermediários na maioria dos caracteres avaliados. É interessante mencionar que no presente dendrograma foi possível separar o genitor feminino (*P. plicatum*) e a cv. Pensacola (*P. notatum*), que evidenciaram maiores dissimilaridades entre todos os genótipos. Estes dois genótipos são de espécies diferentes e os híbridos visualmente são mais semelhantes à espécie do genitor masculino (*P. guenoarum*), assim como aos genótipos Azulão e Baio.

A dissimilaridade genética é um parâmetro importante a ser estimada pelos melhoristas de plantas, principalmente quando o objetivo for a obtenção de segregantes com ampla variabilidade genética (Benin et al., 2003). Ressalta-se que o genótipo 4c-4x de *P. plicatum* enquadrou-se diferente da cv. Pensacola de *P. notatum*, o que era esperado por serem de espécies diferentes, mas também pelo desempenho agrônomico distinto, mesmo que ambas apresentaram baixo potencial de produção de forragem. Além disto, os genótipos Azulão e Baio de *P. guenoarum* encontraram-se muito próximos um do outro, o que também era esperado por serem da mesma espécie e ainda de alto potencial forrageiro. Isto demonstra que a análise de agrupamento utilizando a distância de Mahalanobis foi adequada e serviu para observar a dissimilaridade entre os genótipos avaliados.

Em relação à diversidade genética em nível de DNA, dez marcadores de SSR amplificaram. Foi considerado como ponto de similaridade média o valor de 0,72, distribuindo os 12 genótipos em quatro grupos (Figura 2). A maior distância média foi apresentada entre o genótipo feminino e o híbrido H9, com índice de 1,41, enquanto que a menor foi obtida entre o genótipo Baio e a

cv. Pensacola, como índice de 0,14. Um grupo foi constituído por apenas os dois genitores e também foram formados dois grupos compostos exclusivamente por um indivíduo em cada (H13 e H22). Outro grupo foi formado por oito genótipos, incluindo o restante dos híbridos, mais os genótipos Azulão e Baio e a cv. Pensacola. Mesmo que os marcadores moleculares utilizados no presente trabalho possam não ter associações com caracteres relacionados à produção de forragem, foram importantes na representação da variabilidade de híbridos provenientes de hibridizações interespecíficas do grupo Plicatula. Ressalta-se que, apesar da cv. Pensacola ser da espécie *P. notatum* e pertencente a outro grupo taxonômico, denominado Grupo Notata (Chase, 1929), ela agrupou-se próxima ao genótipo Baio. A avaliação da variabilidade com o uso de marcadores microssatélites é considerada uma excelente ferramenta nos programas de melhoramento genético, sendo utilizados em várias outras espécies, como em *Paspalum urvillei*, *P. vaginatum*, *Zea mays*, *Oryza Sativa*, *Sorghum bicolor*, entre outras (Wang et al., 2006; Sawasato et al., 2008).

Os genótipos apresentam variabilidade genética, tanto intra quanto interespecífica e a variabilidade entre os híbridos foi mais pronunciada pela utilização de genitores de diferentes espécies. Isto indica que a variabilidade estava contida no genitor masculino, antes impossibilitado de liberar a diversidade em virtude da apomixia.

Nos programas de melhoramento de plantas é necessário que os genitores tenham ampla divergência genética entre si e médias elevadas para os caracteres alvo de melhoramento (Benin et al., 2003). No presente estudo, os dendrogramas apresentados em nível de campo e de DNA podem auxiliar na orientação de novos cruzamentos, utilizando híbridos apomíticos de diferentes grupos, mas com alta produção de forragem em todos os ambientes, em novas hibridizações com plantas sexuais compatíveis para obtenção de maior heterose e rápida seleção de genótipos fixos em virtude da apomixia. O conhecimento de diferenças em constituições genéticas dentro de grupos ou entre grupos de genótipos tem sido de grande importância para qualquer programa de melhoramento, com a finalidade de identificar genitores com diferenças genéticas que possibilitam obter progênies de maior heterose, aumentando, assim, a probabilidade na obtenção de indivíduos superiores (Cruz & Regazzi,

1997). Segundo Faleiro (2007), as técnicas moleculares fornecem uma nova fonte de informações, que utilizadas em conjunto com os dados morfológicos e agronômicos podem contribuir para o aumento da eficiência de um programa de melhoramento.

Conclusões

1. Há variabilidade genética entre os híbridos interespecíficos avaliados, indicando a possibilidade de êxito na seleção de constituições genéticas superiores no desempenho de caracteres ligados à produção de forragem.

2. Os caracteres massa seca total e de folha foram os que mais contribuíram para a detecção da variabilidade genética observada na análise conjunta dos ambientes, enquanto que para o ambiente de Eldorado do Sul, além da MST, a RFC contribuiu de forma expressiva. Já no ambiente de Augusto Pestana, o DAC e o MSM contribuíram para a maior expressão dos caracteres forrageiros. Estes dados sugerem que, na análise dos principais caracteres forrageiros o ambiente de Eldorado do Sul é mais favorável a seleção.

3. Os dendrogramas obtidos em nível de campo e de DNA foram capazes de discriminar os genótipos e podem auxiliar na orientação em novas hibridizações com plantas sexuais compatíveis.

4. Os híbridos H12, H20, H13 e o H22 são indicados para novas etapas do programa de melhoramento, objetivando o lançamento como cultivares, bem como em novos cruzamentos com progênies sexuais compatíveis para a obtenção de novos recombinantes elites.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, à Associação Sul-Brasileira para o Fomento à Pesquisa de Forrageiras pelo auxílio financeiro e ao IBONE, na pessoa do Dr. Camilo Quarín.

Referências bibliográficas

- ACUÑA, C. A.; BLOUNT, A. R.; QUESENBERRY, K. H.; KENWORTHY, K. E.; and HANNA, W. W. Bahiagrass Tetraploid Germplasm: Reproductive and Agronomic Characterization of Segregating Progeny. **Crop Science**, 49: 2: 581-588, 2009.
- AGUILERA, P. M.; SARTOR, M. E.; GALDEANO, F.; ESPINOZA, F.; QUARIN, C. L. Interspecific tetraploid hybrids between two forage grass species: sexual *Paspalum plicatulum* and apomictic *P. guenoarum*. **Crop Science**, v. 51, p. 1544-1550, 2011.
- ALLARD, R. W. **Princípios de melhoramento de plantas**. São Paulo: Edgar Blucer, 1971. 381 p.
- ASSIS, G. M. L.; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO JÚNIOR, J. M. AZEVEDO, J. M. A.; FERREIRA, A. S. Seleção de genótipos de amendoim forrageiro para cobertura do solo e produção de biomassa aérea no período de estabelecimento utilizando-se metodologia de modelos mistos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.11, pp. 1905-1911. 2008.
- BATISTA, L.A.R.; GODOY, R. Caracterização preliminar e seleção de germoplasma de gênero *Paspalum* para produção de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.23-32, 2000.
- BENIN, G.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; MARCHIORO, V.S.; LORENZETTI, C.; KUREK, A.J.; SILVA, J.A.G.; CRUZ, P.J.; HARTWIG, I.; SCHMIDT, D.A.M. Comparações entre medidas de dissimilaridade e estatísticas multivariadas como critérios no direcionamento de hibridações em aveia. **Ciência Rural**, v.33, n.4, p.657-662, 2003.
- BRATTI, L. F. S.; DITTRICH, J. R.; BARROS, C. S.; SILVA, C. J. A.; MONTEIRO, A. L. G. M.; ROCHA, C.; ROCHA, F. M. P. Comportamento ingestivo de caprinos em pastagem de azevém e aveia-preta em cultivo puro e consorciado. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 397-405, 2009.
- CARVALHO, F.I.F.; SILVA, S.A.S.; KUREK, A.J.; MARCHIORO, V.S. **Estimativas e implicações da herdabilidade como estratégia de seleção**. Pelotas: UFPel, 2001, 99p.

- CRUZ, C.D. **Programa GENES**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2007.
- CHASE A. **The North American species of *Paspalum***. Contrib, US Nat Herb 28:1–310, 1929.
- DALL’AGNOL, M.; SCHIFINO-WITTMANN, M. T. Apomixia, genética e melhoramento de plantas. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.11, p. 127-133, 2005.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives**, 2nd edition. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc. Publishers, 2005. 400p.
- EVANS, L. T. Feeding the ten billion: Plants and population growth. **Cambridge**, Cambridge University Press, 1998. 264p.
- FACHINETTO, J. M.; SCHNEIDER, R.; HUBBER, K. G. DA C.; DALL’AGNOL, M. Avaliação agronômica e análise da persistência em uma coleção de acessos de *Paspalum notatum* Flüge (Poaceae). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.7, n.1, p.189-195, 2012.
- FALEIRO, F.G. **Marcadores genético-moleculares aplicados a programas de conservação e uso de recursos genéticos**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. 102p.
- GROSSNIKLAUS, U. From sexuality to apomixis: molecular and genetic approaches. In: SAVIDAN, Y.; CARMAN, J.G.; DRESSELHAUS, T. **The flowering of apomixis: from mechanisms to genetic engineering**. El Batan: CIMMYT, 2001.cap. 12, p. 168-211.
- HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New Zealand: Longman Scientific and Technical, Longman Group, 1990. 203p.
- LANGER, R.H.M. Tillering in herbage grass. A review. **Herbage Abstracts**, v.33, p.141-148, 1963.
- LOPES, R. R. e FRANKE, L. B. Correlação e análise do coeficiente de trilha dos componentes do rendimento de sementes de grama-forquilha. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 40, n.5, p. 972-977. 2011.
- NABINGER, C; FERREIRA, E. T.; FREITAS, A. K CARVALHO, P. C. F.; SANT’ANNA, D. M. Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. In **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentá-**

- vel da Biodiversidade** (ed. V.D. Pillar, S.C. Müller, Z.M.S. Castilhos & A.V.A. Jacques), 2009, pp. 175-198. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- MCKENZIE, F.R. Influence of grazing frequency and intensity on the density and persistence of *Lolium perenne* tillers under subtropical conditions. **Tropical Grasslands**, v.31, p.219-226, 1997.
- MOREIRA, G.R.; SILVA, D.J.H. da; PICANÇO, M.C.; PETERNELLI, L.A.; CALIMAN, F.R.B. Divergência genética entre acessos de tomateiro infestados por diferentes populações da traça-do-tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v.23, p.887-892, 2005.
- NELSON, C.J.; ZARROUGH, K.M. Tiller density and tiller weight as yield determinants of vegetative swards. In: WRIGHT, C.E. (Eds.) **Plant physiology and herbage production**. London: British Grassland Society, 1981, p.25-29 (Occasional Symposium, 13).
- PAIM, R. N.; NABINGER, C. Comparação entre duas formas de *Paspalum guenuarum* Arech. **Agronomia sulriograndense**, v. 18. N. 2. Porto Alegre, p.103-114, 1982.
- PEREIRA, E. A.; DALL'AGNOL, M.; NABINGER, C.; HUBER, K, G, C.; MONTARDO, D. P; GENRO, T. C. M. Produção agrônômica de uma coleção de acessos de *Paspalum leptum* Parodi. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 40, p. 498-508, 2011.
- PEREIRA, E. A.; BARROS, T.; VOLKMANN, G. K.; BATTISTI, G. K.; SILVA, J. A. G.; SIMIONI, C.; DALL'AGNOL, M. Variabilidade genética de caracteres forrageiros em *Paspalum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 47, p. 1678-1540, 2012.
- QUARÍN, C. L. 1992. The nature of apomixis and its origin in Panicoid grasses. **Apomixis Newsletter** 5: 8-15.
- QUARIN, C.L.; ORRMANN, G. A. Interpecific hybrid between five *Paspalum* species. **Botanical Gazette**, v. 151, n. 3, p. 366-369, 1990.
- ROHLF, F. J. **NTSYS-pc: numerical taxonomy and multivariate analysis system, version 2.1**. New York: Exeter Software, 2000. 83p.
- SARTOR, M. E.; QUARIN, C. L. ESPINOZA, F. Mode of reproduction of colchicine-induced *Paspalum plicatulum* tetraploids. **Crop Science**, v. 49, p. 1270-1276, 2009.

- SAWASATO, J. T. **Caracterização agrônômica e molecular de *Paspalum urvillei* Steudel**. 109f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2007.
- SAWASATO, J. T.; DALL'AGNOL, D.; CONCEIÇÃO, D. P.; TAFERNABERRI V. J.; KLAFKE, G. B. Utilização de microssatélites e RAPD na caracterização molecular de acessos de *Paspalum urvillei* Steudel. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 8, p. 1366-1374, 2008.
- SHERWOOD, R.T. Genetic analysis of apomixis. In: SAVIDAN, Y.; CARMAN, J.G.; DRESSELHAUS, T. **The flowering of apomixis: from mechanisms to genetic engineering**. El Batan: CIMMYT, 2001. cap. 5, p. 64-82.
- SHIMOYA, A. *et al.* Divergência genética entre acessos de um banco de germoplasma de capim-elefante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 07, p. 971-980, 2002.
- SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetic and Plant Breeding**, v.41, p.237-245. 1981.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre, 2004. 400 p.
- SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. The comparison of dendrograms by objective methods. **Taxonomy**, v.11, n.1, p.30-40, 1962.
- STRAPASSON, E.; VENCOVSKY, R.; BATISTA, L. A. R. Seleção de descritores na caracterização de germoplasma de *Paspalum sp.* por meio de componentes principais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 373-381, 2000.
- ZARROUGH, K.M., NELSON, C.J. Regrowth of genotypes of tall fescuediffering in yield per tiller. **Crop Science**, v.20, n.4, p.540-544, 1980.

Tabela 1. Resumo da análise de variância de caracteres forrageiros nos genótipos do gênero *Paspalum*, conduzidos em Eldorado do Sul e Augusto Pestana, RS.

Caracteres	Análise Conjunta 2010 + 2011				Média Geral	CV (%)
	Quarado Médio					
	Genótipo (G)	Ambiente (A)	G x A	Erro		
MST (g planta ⁻¹)	108550*	44013*	11123*	4801	245	24,3
MSF (g planta ⁻¹)	55841*	21941*	5165*	2750	171	28,0
RFC (MSF/MSC)	3,49*	1,30*	7,15*	0,45	2,7	24,6
NAF (n planta ⁻¹)	3957*	2769*	633*	229	74	20,5
DAC (cm planta ⁻¹)	487*	3294*	34*	15	34	11,7
MSC (g planta ⁻¹)	8817*	5120*	2383*	377	67	28,9
MSI (g planta ⁻¹)	105*	95*	137*	24	7	33,2
MSM (g planta ⁻¹)	354*	2197*	142*	16	10	38,5

*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. MST, massa seca total; MSF, massa seca de folha; RFC, relação folha:colmo (MSF/MSC); NAF, número de afilhos; DAC, diâmetro de cobertura; MSC, massa seca de colmo; MSI, massa seca de inflorescência; MSM, massa seca de morto; CV(%), coeficiente de variação.

Tabela 2. Valores médios da produção de massa seca total, massa seca de folhas relação folha colmo e número de afilhos de genótipos do gênero *Paspalum*, conduzidos em Eldorado do Sul e Augusto Pestana, RS.

Genótipos	Análise Conjunta (2010 + 2011)							
	MST		MSF		RFC		NAF	
	ES	AP	ES	AP	ES	AP	ES	AP
H12	377Aa	278Ba	276Aa	206Ba	3,2Ab	3,1Ab	100Aa	99Aa
H20	358Aa	291Aa	239Aa	223Aa	2,4Bc	3,7Aa	72Bb	99Aa
H13	296Ab	289Aa	213Aa	216Aa	2,7Ac	3,1Ab	77Bb	100Aa
H22	305Ab	225Bb	228Aa	153Bb	3,2Ab	2,1Bc	80Ab	77Ab
H9	224Ab	281Aa	162Ab	179Ab	3,0Ab	1,9Bc	83Ab	85Ab
H3	272Ab	221Ab	206Aa	145Bb	3,5Ab	2,0Bc	82Ab	79Ab
H16	249Ab	221Ab	164Ab	157Ab	2,0Bc	2,7Ac	60Ac	68Ac
GM	328Aa	249Bb	215Aa	168Ab	2,1Ac	2,4Ac	60Ac	74Ac
GF	119Ac	162Ac	98Ac	108Ac	5,4Aa	3,1Bb	74Ab	67Ac
Baio	267Ab	283Aa	171Ab	196Aa	2,1Bc	2,9Ab	55Ac	66Ac
Azulão	300Ab	225Bb	198Ab	155Ab	2,9Ab	2,2Ac	56Bc	81Ab
Pensacola	30Ad	38Ad	18Ad	25Ad	3,3Bb	3,9Aa	42Ac	37Ad
Genótipos	DAC		MSC		MSI		MSM	
	ES	AP	ES	AP	ES	AP	ES	AP
	H12	46Aa	33Ba	88Ab	66Ba	14Aa	5Bb	9Ba
H20	44Aa	36Ba	114Aa	66Ba	5Ab	2Ab	9Aa	11Ac
H13	39Ab	32Ba	80Ac	68Aa	4Ab	6Ab	9Ba	15Ab
H22	40Ab	28Bb	74Ac	66Aa	3Ab	6Ab	4Bb	9Ac
H9	38Ab	33Ba	57Ac	87Aa	3Bb	15Aa	7Ba	19Ab
H3	38Ab	29Bb	63Ac	64Aa	2Bb	12Aa	9Aa	12Ac
H16	37Ab	28Bb	72Ac	56Aa	13Aa	7Bb	8Aa	5Ad
GM	45Aa	34Ba	105Aa	70Ba	8Ab	11Aa	5Bb	20Aa
GF	27Ac	24Ac	17Bd	35Aa	4Ab	4Ab	2Bb	6Ad
Baio	39Ab	30Bb	90Ab	77Aa	6Ab	10Aa	67Ba	18Ab
Azulão	36Ab	30Bb	95Ab	60Ba	7Ab	9Ba	10Ba	23Aa
Pensacola	24Ac	18Bd	8Ad	10Aa	4Ab	3Ab	1Ab	1Ae

*Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, no mesmo caráter, não diferem pelo teste de Scott-Knott, a 5 % de probabilidade. MST, massa seca total (g planta^{-1}); MSF, massa seca de folha (g planta^{-1}); RFC, relação folha:colmo (MSF/MSC); NAF, número de afilhos ($\text{n}^{\circ} \text{planta}^{-1}$); DAC, diâmetro de cobertura; MSC, massa seca de colmo (g planta^{-1}); MSI, massa seca de inflorescência (g planta^{-1}); MSM, massa seca de morto (g planta^{-1}); ES, Eldorado do Sul; AP, Augusto Pestana, GM, genitor masculino; GF, genitor feminino.

Tabela 3. Contribuição relativa para a variabilidade observada nos caracteres ligados a produção de forragem de genótipos do gênero *Paspalum*, conduzidos em Eldorado do Sul e Augusto Pestana, RS.

Caracteres	Eldorado do Sul		Augusto Pestana		Geral	
	Sj	Sj (%)	Sj	Sj (%)	Sj	Sj (%)
MST (g planta ⁻¹)	1463	35,8	56	4,4	1380,8	46,2
MSF (g planta ⁻¹)	290	7,1	82	6,3	805,7	27,0
RFC (MSF/MSD)	1058	25,9	217	16,9	38,2	1,3
NAF (n planta ⁻¹)	319	7,8	41	3,2	69,8	2,3
DAC (cm planta ⁻¹)	316	7,7	452	35,1	198,3	6,6
MSD (g planta ⁻¹)	538	13,1	16	1,3	391,5	13,1
MSI (g planta ⁻¹)	106	2,6	64	5,0	12,0	0,4
MSM (g planta ⁻¹)	3	0,1	359	27,8	92,0	3,1

Sj, Contribuição relativa; Sj(%), percentual de contribuição relativa; MST, massa seca total; MSF, massa seca de folha; RFC, relação folha:colmo (MSF/MSD); NAF, número de afilhos; DAC, diâmetro de cobertura; MSD, massa seca de colmo; MSI, massa seca de inflorescência; MSM, massa seca de morto.

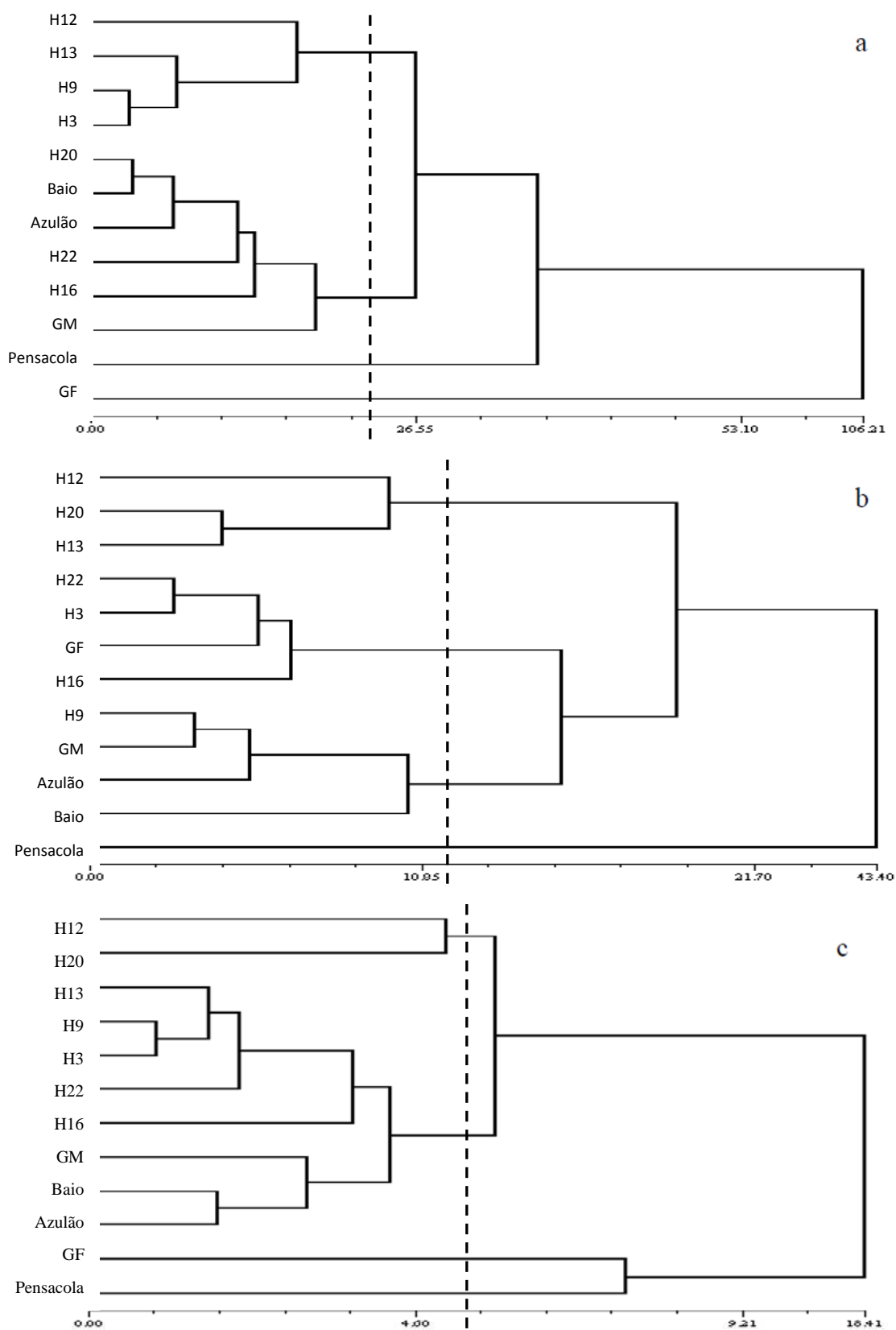


Figura 1. Dendrograma da análise de 12 genótipos de *Paspalum* ssp., obtido pelo método de agrupamento UPGMA e utilizando a distância de Mahalanobis como medida de distância genética. a) Ambiente de Eldorado do Sul. b) Ambiente de Augusto Pestana. c) Análise geral.

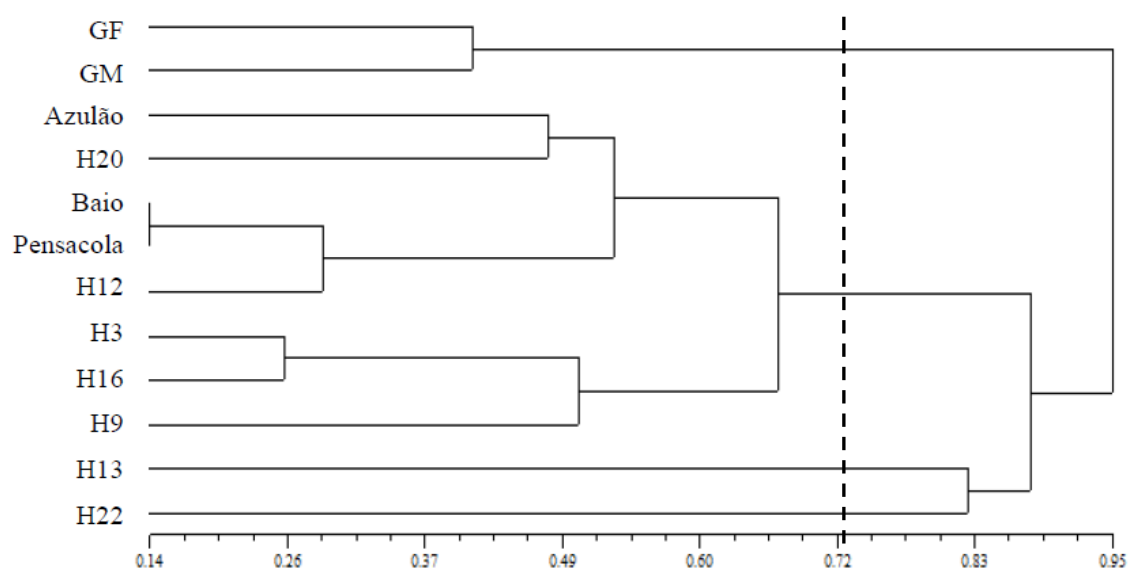


Figura 2. Dendrograma de 12 genótipos de *Paspalum* spp. construído a partir dos produtos de amplificação com os primers de SSR, usando o método de agrupamentos UPGMA.

8. Capítulo VIII

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os acessos das espécies de *P. lepton* e *P. guenoarum* apresentam variabilidade genética em caracteres de interesse forrageiro, bem como desempenho variável de acordo com o local e o ano de cultivo. A produção de matéria seca total e de folhas são os caracteres que mais contribuem para a detecção da variabilidade genética observada, independentemente do ano de avaliação.

O aumento da pressão de seleção direta sobre a matéria seca total e de folhas é fortalecido pela maior contribuição dos efeitos genéticos do que ambientais sobre a composição da variância fenotípica.

O ganho genético na produção de folhas se mostra eficiente via seleção indireta pela matéria seca total, caráter de elevada herdabilidade e de mais fácil seleção e aferição.

Os acessos apomíticos mais expressivos na produção de MST, MSF e RFC com adaptação e estabilidade poderão ser utilizados como potenciais genitores masculinos em cruzamentos com plantas sexuais compatíveis, possibilitando a formação de recombinantes elites e a rápida seleção pela fixação dos caracteres de interesse já na primeira geração pela apomixia.

A maioria das progênies interespecíficas obtidas apresentaram desempenho superior à cv. Pensacola, com alguns híbridos apresentando produções expressivas de caracteres ligados à produção de forragem, sendo selecionados para etapas subsequentes em programas de melhoramento de plantas forrageiras.

Houve interação significativa entre genótipos e anos, demonstrando a importância da análise de estabilidade e de adaptabilidade.

As produções de MS foram maiores no segundo ano de avaliações e permitiram uma maior diferenciação entre os genótipos.

Os dendrogramas obtidos em nível de campo e de DNA foram capazes de discriminar os genótipos e podem auxiliar na orientação em novas hibridizações com plantas sexuais compatíveis.

Houve pouca variabilidade na composição química entre os genótipos avaliados e foram observadas variações na expressão da qualidade bromatológica em relação aos diferentes períodos de avaliações.

Há variabilidade genética entre os híbridos interespecíficos avaliados, indicando a possibilidade de êxito na seleção de constituições genéticas superiores no desempenho de caracteres ligados à produção de forragem e também em relação a composição química.

Todos os híbridos superiores obtidos e selecionados no presente estudo já estão sendo avaliados na forma de linhas e parcelas em diferentes ambientes, bem como estão sendo realizadas multiplicações para a obtenção de sementes dos que foram identificados como apomíticos.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACUÑA, C. A. et al. Reproductive characterization of bahiagrass germplasm. **Crop Science**, Madison, v. 47, p. 1711-1717, 2007.

ACUÑA, C. A. et al. Bahiagrass Tetraploid Germplasm: Reproductive and Agronomic Characterization of Segregating Progeny. **Crop Science**, Madison, v. 49, n. 2, p. 581-588, 2009.

ADAMOWSKI, E. V. et al. Chromosome numbers and meiotic behaviour of some *Paspalum* accessions. **Genetic and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 28, n. 4, p. 773-780, 2005.

AGUILERA, P. M. et al. Interspecific tetraploid hybrids between two forage grass species: sexual *Paspalum plicatulum* and apomictic *P. guenoarum*. **Crop Science**, Madison v. 51, p. 1544-1550, 2011.

ALLARD, R. W. **Princípios de melhoramento de plantas**. São Paulo: Edgar Blucer, 1971. 381 p.

ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J. A.; GOMIDE, C. A. M. Crescimento e desenvolvimento do dossel de *Panicum maximum* Cv. Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 6S, p. 2164-2173, 2005.

ARAÚJO, A. A. **Principais gramíneas do Rio Grande do Sul**: agrostologia rio-grandense. Porto Alegre: Sulina, 1971. 225 p.

ASKER, S.; JERLING, L. **Apomixis in plants**. Boca Raton: CRC Press, 1992. 298 p.

ASSIS, G. M. L. et al. Seleção de genótipos de amendoim forrageiro para cobertura do solo e produção de biomassa aérea no período de estabelecimento utilizando-se metodologia de modelos mistos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n.11, 1905-1911, 2008.

ASSIS, L. C. S. L. C. et al. Estimativa de parâmetros genéticos sob duas estratégias de avaliação em híbridos intra e interespecíficos de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 12, p. 2589-2597, 2010.

BARELLI, M. A. A. et al. Genetic divergence in common bean landrace cultivars from Mato Grosso do Sul State. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, p. 1061-1072, 2009.

BARRETO, I. L. **O gênero *Paspalum* (Gramineae) no Rio Grande do Sul**. 1974. 258 f. Dissertação (Livre-Docência - Fitotecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1974.

BASSO, K. C. et al. Avaliação de acessos de *Brachiaria brizantha* Stapf e estimativas de parâmetros genéticos para caracteres agronômicos. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 17-22, 2009.

BATISTA, L. A. R.; GODOY, R. Caracterização preliminar e seleção de germoplasma do gênero *Paspalum* para produção de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 23-32, 2000.

BATISTA, L. A. R.; GODOY, R. Capacidade de produção de sementes em acessos do gênero *Paspalum*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 841-847, 1998.

BENIN, G. et al. Capacidade de combinação em genótipos de trigo estimada por meio de análise multivariada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Viçosa, v. 44, p. 1145-1151, 2009.

BOLDRINI, I. I. Biodiversidade dos Campos Sulinos. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL. ÊNFASE: IMPORTÂNCIA E POTENCIAL PRODUTIVO DA PASTAGEM NATIVA, 2006, Porto Alegre., **Anais...** Porto Alegre, 2006. p. 11-24.

BOLDRINI, I. I.; LONGHI-WAGNER, H. M.; BOECHAT, S. C. **Morfologia e taxonomia de gramíneas sul-rio-grandenses**. Porto Alegre: UFRGS, 2005. 95 p.

BORÉM, A. MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. Viçosa: UFV, 2009. 529 p.

BORGES, V. et al. Associação entre caracteres e análise de trilha na seleção de progênies de meios-irmãos de *Brachiaria ruziziensis*. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 6, p. 765-772, 2011.

BRAMMER, S. P. **Variabilidade e diversidade genética vegetal**: requisito fundamental em um programa de melhoramento. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. 9 f. (Embrapa Trigo. Documentos online, 29).

BRAMMER, S. P. **Variabilidade isoenzimática em populações naturais de *Hordeum stenostachys* (Poaceae)**. 1993. 264 f. Dissertação (Mestrado - Genética) - Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.

BRÂNCIO, P. A. et al. Avaliação de três cultivares de "*Panicum maximum*" Jacq. sob pastejo: Composição da dieta, consumo de matéria seca e ganho de peso animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 1037-1044, 2003.

BORÉM, A.; CAIXETA, E. T. **Marcadores moleculares**. Viçosa: UFV, 2006.

BURSON, B. L.; BENNETT, H. W. Cytology, method of reproduction, and fertility of brunswickgrass, *Paspalum leptum* Parodi. **Crop Science**, Madison, v. 10, p. 184-187, mar./abr. 1970.

BURTON, G. W.; MILLOT, J. C.; MONSON, W. G. Breeding procedures for *Panicum maximum* Jacq. suggested by plant variability and mode of reproduction. **Crop Science**, Madison, v. 13, n. 4, p. 717-720, 1973.

CAIERÃO, E. et al. Seleção indireta em aveia para o incremento no rendimento de grãos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 32, p. 231-236, 2001.

CARMAN, J. G. Asynchronous expression of duplicate genes in angiosperms may cause apomixis, bispory, tetraspory, and polyembryony. **Biological Journal of the Linnean Society**, London, v. 61, n. 1, p. 51-94, 1997.

CARVALHO F. I. F. et al. **Estimativas e implicações da herdabilidade como estratégia de seleção**. Pelotas: UFPel, 2001. 99 p.

CARVALHO, F. I. F. de et al. **Condução de populações no melhoramento genético de plantas**. 2 ed. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2008. 288 p.

CARVALHO, M. F. de et al. Caracterização da diversidade genética entre acessos crioulos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) coletados em Santa Catarina por marcadores RAPD. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1522-1528, 2008b.

CHAVES, L. J.; VENCOVSKY, R.; GERALDI, I. O. Modelo não-linear aplicado ao estudo da interação genótipo x ambiente em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 259-268, 1989.

CHASE, A. **The North American species of *Paspalum***. [S.l.]: GPO, 1929. 310 p. v. 28. Contributions from the United States National Herbarium.

COIMBRA, J. L. M. et al. Mineração da interação genótipo x ambiente em *Phaseolus vulgaris* L. para o Estado de Santa Catarina. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, p. 355-363, 2009.

CRUZ, C. D; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2004. p. 480.

CRUZ, A. P. da; FEDERIZZI, L. C.; MILACH, S. C. K. A apomixia no melhoramento de plantas. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 155-161, 1998.

DALL'AGNOL, M. et al. Perspectivas de lançamento de cultivares de espécies forrageiras nativas: gênero *Paspalum*. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 2006, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2006. p. 149 - 162.

DALTON, S. J. et al. Genetic transformation of *Dichanthium annulatum* (Forssk) – an apomictic tropical forage grass. **Plant Cell Reports**, Heidelberg, v. 21, p. 974-980, 2003.

DAHER, R. F. et al. Análise de trilha de caracteres forrageiros do capim-efefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1531-1535, 2004.

DEPAUW, R. M. Shifting undesirable correlations. **Euphytica**, Wageningen, v. 57, p. 409-415, 2007.

DIZ, D. A.; SCHANK, S. C. Heritabilities, genetic parameters, and response to selection in pearl millet x elephantgrass hexaploid hybrids. **Crop Science**, Madison, v. 35, p. 95-101, 1995.

DUNTEMAN, G. H. **Introduction to multivariate analysis**. Beverly Hills: Sage Publication, 1984. 237 p.

ESPINOZA F. et al. The breeding system of three *Paspalum* species with forage potential. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 35, p. 211-217, 2001.

ESPINOZA, F.; QUARIN, C. L. Cytoembryology of *Paspalum chaseanum* and sexual diploid biotypes of two apomictic *Paspalum* species. **Australian Journal of Botany**, Collingwood, v. 45, p. 871–877, 1997.

ESPINOZA, F. et al. Effect of pollination timing on the rate of apomictic reproduction revealed by RAPD markers in *Paspalum notatum*. **Annals of Botany**, London, v. 89, p. 165-170, 2002.

FACHINETTO, J. M. et al. Avaliação agrônômica e análise da persistência em uma coleção de acessos de *Paspalum notatum* Flüge (Poaceae). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 1, p. 189-195, 2012.

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

FALCONER, D. S; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4th ed. Harlow: Pearson, 1996. 463 p.

FALEIRO, F. G. **Marcadores genético-moleculares aplicados a programas de conservação e uso de recursos genéticos**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. 102 p.

FEHR, W. R. **Principles of cultivar development**. New York: Macmillan, 1987. 525 p.

FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 3. ed. Brasília: Embrapa/Cenargen, 1998.

FOLLETT, R. F.; KIMBLE, J. M.; LAL, R. **The potencial of U.S. grazing lands to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect**. Boca Raton: CRC Press, 2001. 442 p.

GALARÇA, S. P. et al. Correlação de Pearson e análise de trilha identificando variáveis para caracterizar porta-enxerto de *Pyrus communis* L. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 860-869, 2010.

GAUR, P. C.; GRUPTA, P. K.; KISHORI, H. Studies on genetic divergence in potato. **Euphytica**, Wageningen, v. 27, p. 316-368, 1978.

GROSSNIKLAUS, U. From sexuality to apomixis: molecular and genetic approaches. In: SAVIDAN, Y.; CARMAN, J. G.; DRESSELHAUS, T. **The flowering of apomixis: from mechanisms to genetic engineering**. El Batan: CIMMYT, 2001. Cap. 12, p. 168-211.

Hanna, W. W.; Bashaw, E. C. Apomixis: its identification and use in plant breeding. **Crop Science**, Madison, v. 27, p. 1136-1139, 1987.

HANNA, W. W. Use of apomixis in cultivar development. **Advances in agronomy**, New York, v. 56, p. 333-350, 1995.

EBERHART, S. A.; RUSSEL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6, p. 36-40, 1966.

JACQUARD, A. Heritability: one word, three concepts. **Biometrics**, North Carolina, v. 39, n. 2, p. 465-477, 1983.

JACQUES, A. V. A.; NABINGER, C. O Ecosystema pastagens naturais. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 2006, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2006. p. 7-10.

JANK, L.; VALLE, C. B.; CARVALHO P. F. New grasses and legumes: advances and perspectives for the tropical zones of Latin America. In: REYNOLDS, S. G.; FRAME, J. (Ed.). **Grasslands: developments, opportunities and perspectives**. Roma: FAO, 2005. p. 55-79.

JANK, L.; VALLE, C. B.; RESENDE, R. M. S. Breeding tropical forages. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 11, p. 27-34, 2011.

Koltunow, A. M. Apomixis: embryo sacs and embryos formed without meiosis or fertilization in ovules. **The Plant Cell**, Baltimore, v. 5, p. 1425-1437, 1993.

LAKSHMANAN, K. K.; AMBEGAOKAR, K. B. Polyembryony. In: JOHRI, B. M. (Ed.). **Embryology of angiosperms**. Berlin Heidelberg: B. M. Johri, 1984. p. 445-474.

LASPINA, N. V. et al. Gene expression analysis at the onset of aposporous apomixis in *Paspalum notatum*. **Plant Molecular Biology**, Zurich, v. 68, p. 103-105, 2008.

LASPINA, N. V. et al. Gene expression analysis at the onset of aposporous apomixis in *Paspalum notatum*. **Plant Molecular Biology**, Zurich, v. 68, p. 103-105, 2008.

MACEDO, M. C. M. Aspectos edáficos relacionados com a produção de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu. In: BARBOSA, R. A. (Ed.). **Morte de pastos de braquiárias**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2006. p. 35-65.

MACHADO, C. F.; SANTOS, J. B. dos; NUNES, G. H. S. Escolha de genitores de feijoeiro por meio da divergência baseada em caracteres morfo-agronômicos. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 1, p. 11-20, 2000.

MARTINEZ, E. J.; QUARIN, C. L. Citoembriologia y comportamiento reproductivo de un citotipo diploide de *Paspalum hydrophilum* y sus híbridos con *P. Pailustre*. **Darwiniana**, San Isidro, v. 37, p. 243–251, 1999.

MATZK, F. et al. The Inheritance of Apomixis in *Poa pratensis* Confirms a Five Locus Model with Differences in Gene Expressivity and Penetrance. **Plant Cell**, Rockville, v. 17, n. 1, p. 13-14, 2005.

MENDES, F. F. et al. Adaptability and stability of maize varieties using mixed model methodology. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 12, p. 111-117, 2012.

MILACH, S. C. K. **Marcadores de DNA em plantas**. Porto Alegre: UFRGS, 1998.

MILES, J. W.; DO VALLE, C. B. Assessment of reproductive behavior of interspecific *Brachiaria hybrids*. **Apomixis Newsletter**, v. 3, p. 9-10, 1991.

MILES, J. W.; DO VALLE, C. B. Manipulation of apomixis in *Brachiaria* breeding. In: MILES, J. W.; MAASS, B. L.; DO VALLE, C. B. **Brachiaria: biology, agronomy, and improvement**. Cali: CIAT, 1996. p. 164-177.

MONTARDO, D. P. et al. Análise de trilha para rendimento de sementes de trevo vermelho (*Trifolium pratense* L). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 2, n. 5, p. 1076-1082, 2003.

MORAES-FERNANDES, M. I. B. **Citogenética e evolução no gênero *Paspalum* (Gramineae)**: contribuição ao estudo das espécies naturais do Rio Grande do Sul. 1973. 193 f. Tese (Doutorado) – Pós-Graduação em Genética, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Porto Alegre, 1971.

MORAES-FERNANDES, M. I. B. et al. Cytological and evolutionary relationships in Brazilian forms of *Paspalum* (Gramineae). **Caryologia**, Firenze, v. 27, n. 4, p. 455-465, 1974.

NABINGER, C.; MORAES, A.; MARASCHIN, G. Campos in southern Brazil. In: LEMAIRE et al. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI Publishing, 2000. p. 355-375.

NABINGER, C. et al. Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. In: PILLAR, V. D. et al. (Org.). **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 175-198.

NOYES, R. D.; RIESEBERG, L. H. Two independent loci control agamospermy (apomixis) in the triploid flowering plant *Erigeron annuus*. **Genetics**, Pittsburgh, v. 155, p. 379-390, 2000.

OLIVEIRA, A. C. **Comparação de alguns métodos de determinação de estabilidade de plantas cultivadas**. 1976. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, 1976.

OZIAS-AKINS, P.; ROCHE, D.; HANNA, W. W. Tight clustering and hemizygosity of apomixis-linked molecular markers in *Pennisetum squamulatum* implies genetic control of apospory by a divergent locus that may have no allelic form in sexual genotypes. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 95, p. 5127-5132, 1998.

PAIM, R. N.; NABINGER, C. Comparação entre duas formas de *Paspalum guenoarum* Arech. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 103-114, 1982.

PATIÑO-VALERA, F. **Variação genética em progênies de *Eucalyptus saligna* Smith e sua correlação com o espaçamento**. 1986. 192 f. Dissertação (Mestrado) – ESALQ, Piracicaba, 1986.

PENTEADO, M. I. de O. **Determinação de ploidia e avaliação da quantidade de DNA total em diferentes espécies do gênero *Brachiaria***. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2000. (Boletim de pesquisa Embrapa).

PEREIRA, A. V. et al. Melhoramento de forrageiras tropicais. In: NASS, L. L. (Ed.). **Recursos genéticos & melhoramento – plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 549-602.

PEREIRA, E. A. **Estudo da produção agrônômica e utilização da análise de adaptabilidade e estabilidade como critério de seleção de uma coleção de acessos de *Paspalum leptum* parodi**. 2009. 174 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

PEREIRA, E. A. et al. Produção agrônômica de uma coleção de acessos de *Paspalum nicorae* Parodi. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, p. 498-508, 2011.

PESSINO, S. C. et al. The molecular genetics of gametophytic apomixis. **Hereditas**, Landskrona, v. 130, p. 1-11, 1999.

PERKINS, J. M.; JINKS, J. L. Environmental and genotype-environmental component of variability. III. Multiple lines and crosses. **Heredity**, London, v. 23, p. 339-356, 1968.

PIZARRO, E. A. Potencial forrajero del género *Paspalum*. **Pasturas Tropicales**, Calí, v. 22, n. 1, p. 38-46, 2000.

KAMADA, T. et al. Diversidade genética de populações naturais de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen estimada por marcadores RAPD. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 3, p. 403-409, 2009.

QUARIN, C. L.; HANNA, W. W. Effect of three ploidy levels on meiosis and mode of reproduction in *Paspalum hexastachyum*. **Crop Science**, Madison, v. 20, p. 69-75, 1980.

QUARÍN, C.L. The nature of apomixis and its origin in *Panicoideae* grasses. **Apomixis Newsletter**, México, v. 5, p. 8-15, 1992.

QUARIN, C. L. et al. Registration of Q4188 and Q4205, sexual tetraploid germplasm lines of bahiagrass. **Crop Science**, Madison, v. 43, p. 745-746, 2003.

QUARIN, C. L. et al. A rise of ploidy level induces the expression of apomixis in *Paspalum notatum*. **Sexual Plant Reproduction**, Berlin, v. 13, p. 243-249, 2001.

QUARÍN, C. L.; NORRMANN, G. A. Interspecific hybrids between five *Paspalum* species. **Botanical Gazette**, Chicago, v. 151, n. 3, 366-369, 1990.

QUARÍN, C. L.; VALLS, J. F. M.; URBANI, M. H. Cytological and reproductive behaviour of *Paspalum atratum*, a promising forage grass for the tropics. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 31, p. 114-116, 1997.

RAMALHO, M. A. P. et al. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. Lavras: Ed. UFLA, 2012. 522 p.

RAO, A. V. et al. Genetic divergence among some brown planthopper resistant rice varieties. **The Indian J. Genet Plant Breeding**, New Delhi, v. 41, p. 179-85, 1981.

REIS, C. A. O. et al. Morphological variation in *Paspalum nicorae* Parodi accessions, a promising forage. **Scientia Agrícola**, Piracicava, v. 67, n. 2, p. 143-150, 2010.

REIS, C. **Caracterização citogenética e morfológica de uma coleção de *Paspalum nicorae* Parodi**. 2008. 143 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

REIS, E. F. **Ganhos preditos e realizados, por diferentes estratégias de seleção, em populações de soja (*Glycine Max* (L.) Merrill)**. 2000. 120 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

RESENDE, R. M. S. et al. Biometrical analysis and selection of tetraploid progenies of *Panicum maximum* using mixed model methods. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 4, p. 335-341, 2004.

ROBINSON, P. Heritability: a second look. In: HANSON, W. D.; ROBISON H. F. **Statistical genetics and plant breeding**. Washington: NAS-NCR, 1963. p. 609-614.

ROSADO, A. M. et al. Seleção simultânea de clones de eucalipto de acordo com produtividade, estabilidade e adaptabilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 7, p. 964-971, 2012.

SANTOS, R. J. dos. **Dinâmica do crescimento e produção de cinco gremíneas nativas do sul do Brasil**. 2005. 119 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

SARTOR, M. E.; QUARIN, C. L.; ESPINOZA, F. Mode of reproduction of colchicine-induced *Paspalum plicatulum* tetraploids. **Crop Science**, Madison, v. 49, p. 1270–1276, 2009.

SAWASATO, J. T. **Caracterização agrônômica e molecular de *Paspalum urvillei* Steudel**. 2007. 109 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

SHERWOOD, R. T. Genetic analysis of apomixis. In: SAVIDAN, Y.; CARMAN, J. G.; DRESSELHAUS, T. **The flowering of apomixis: from mechanisms to genetic engineering**. El Batán: CIMMYT, 2001. Cap. 5, p. 64-82.

SHUKLA, S.; SINGH, K.; PUSHPENDRA. Correlation and path coefficient analysis of yield and its components in soybean (*Glycine max* L. Merrill.) **Soybean Genetics Newsletter**, Ames, v. 25, p. 67-70, 1998.

SILVA FILHO, J. L. da et al. Comparação de métodos para avaliar a adaptabilidade e estabilidade produtiva em algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 349-355, 2008.

SILVA, W. C. J.; DUARTE, J. B. Métodos estatísticos para estudo da adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 1, p. 23-30, 2006.

SILVA, M. A. et al. Análise de trilha em caracteres produtivos de *Pennisetum* sob corte em Itambé, Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 7, p. 1185-1191, 2008.

SILVA, J. A. G. da et al. Estimativas de herdabilidade e correlações para caracteres agrônômicos em girassol. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 17, n. 1-4, p. 51-59, jan./mar. 2011.

SINGH, S. P. et al. Genetic diversity in cultivated *Phaseolus vulgaris*. II. Marker-based analysis of morphological and agronomic traits. **Crop Science**, Madison, v. 31, p. 23-29, 1991.

SOUZA SOBRINHO, F. et al. Avaliação agrônômica de híbridos interespecíficos entre capim-elefante e milheto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 9, p. 873-880, 2005.

STANSFIELD, W. D. **Genética**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1974. 958 p.
STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. L. **Principles and procedures of statistics**. New York: McGraw-Hill, 1980. 418 p.

STEINER, M. G. **Caracterização agrônômica, molecular e morfológica de acessos de *Paspalum notatum* Flüge e *Paspalum guenoarum* Arech**. 2005. 138 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

STRAPASSON, E.; VENCOSKY, R.; BATISTA, L. A. R. Seleção de descritores na caracterização de Germoplasma de *Paspalum* sp. por meio de componentes principais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 373-381, 2000.

TAKAYAMA, S. Y. et al. Chromosome number in germplasm accessions of *Paspalum* (Plicatula group) from different regions in Brazil. **Euphytica**, Wageningen, v. 99, p. 89-84, 1998.

TAKAYAMA, S. Y. et al. Chromosome number in germplasm accessions of *Paspalum* (plicatula group) from different regions in Brazil. **Euphytica**, Wageningen, v. 99, n. 2, p. 89-94, 1998.

TOWNSEND, C. **Características produtivas de gramíneas nativas do gênero *Paspalum*, em resposta a disponibilidade de nitrogênio**. 2008. 255 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 2008.

URBANI, M. H. et al. Cytogeography and reproduction of the *Paspalum simplex* polyploid complex. **Plant Systematics and Evolution**, New York, v. 236, p. 99-105, 2002.

USBERTI FILHO, J. A. Melhoramento genético e perspectiva de lançamento de cultivares de gramíneas forrageiras no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 3, p. 135-143, 1981.

VALLE, C. B.; SAVIDAN, Y. H. Genetics, cytogenetics and reproductive biology of *Brachiaria*. In: MILES, J. M.; MAASS, B. C.; VALLE, C. B. (Ed.). **The biology, agronomy, and improvement of *Brachiaria***. Cali: CIAT, 1996. p. 147-163.

VALLE, C. B.; JANK, L.; RESENDE, R. M. S. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 56, p. 460-472, 2009.

VALLE, C. B. do. **Cytology, mode of reproduction and forage quality of selected species of *Brachiaria* Griseb.** 1996. 90 f. Thesis (PhD) - University of Illinois, 1996.

VALLS, J. F. M. Impacto do conhecimento citogenético na taxonomia de *Paspalum* e *Axonopus* (Gramineae). In: CAVALCANTI, T. B. et al. (Ed.). **Tópicos atuais em botânica**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia: Sociedade Botânica do Brasil, 2000. p. 57-60.

VALLS, J. F. M. Recursos genéticos de espécies de *Paspalum* no Brasil. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE MELHORAMENTO GENÉTICO DE PASPALUM, 1987, Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa, 1987. p. 3- 13.

VALLS, J. F. M.; POZZOBON, M. T. Variação apresentada pelos principais grupos taxonômicos de *Paspalum* com interesse forrageiro no Brasil. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE MELHORAMENTO SOBRE MELHORAMENTO GENÉTICO DE PASPALUM, 1987, Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa, 1987. p. 15-21.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486 p.

VIEIRA, E. A. et al. Comparação entre medidas de distância genealógica, morfológica e molecular em aveia em experimentos com e sem a aplicação de fungicida. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 1, p. 51-60, 2005.

YATES, F.; COCHRAN, W. G. The analysis of groups of experiments. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 28, n. 4, p. 556- 580, 1938.

YOUNG, B. A., SHERWOOD, R. T.; BASHAW, E. C. Cleared-pistil and thick-sectioning techniques for detecting aposporous apomixis in grasses. **Canadian Journal of Botany**, Guelph, v. 57, p. 1668- 1672, 1979.

10. VITA

Emerson André Pereira, filho de Sadi e Alice Dorlene Pereira, nasceu em 10 de julho de 1982. Realizou o ensino fundamental na Escola Estadual Guilherme Clemente Koeler, no município de Ijuí - RS. Estudou no Instituto Municipal de Ensino Assis Brasil, formando-se em Técnico em Agropecuária no ano de 2000. Ingressou no Curso de Agronomia da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul no ano de 2001, graduando-se no ano de 2006. Durante este período, realizou vários estágios extras, bolsa de iniciação científica e conduziu várias pesquisas para obtenção de novas cultivares forrageira pelo Núcleo de Produtores de Sementes Forrageiras de Ijuí. Em 2007, ingressou no mestrado pelo Programa de Pós – Graduação em Zootecnia, na área de concentração de Plantas Forrageiras com ênfase em melhoramento genético de plantas forrageiras, sob orientação do professor Miguel Dall’Agnol, na Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e concluiu o mestrado em 2009. Em seguida, ingressou no curso de doutorado do mesmo programa de Pós – Graduação, com o mesmo orientador na área de concentração de Plantas Forrageiras, com ênfase no melhoramento genético de plantas forrageiras como bolsista do CNPq. O autor deste trabalho lançou uma cultivar de capim Sudão (BRS Estribo) e enviou três artigos e publicou um antes de defender a tese de doutorado.