

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

**CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DE ECÓTIPOS DE *Paspalum notatum*
Flügge EM RESPOSTA AO FOTOPERÍODO E A FERTILIZAÇÃO
NITROGENADA E SELEÇÃO DE HÍBRIDOS INTRAESPECÍFICOS**

JULIANA MEDIANEIRA MACHADO

Zootecnista/UFSM

Mestre em Zootecnia/UFSM

Tese apresentada como um dos requisitos à obtenção do Grau de Doutor em
Zootecnia

Área de Concentração Plantas Forrageiras

Porto Alegre (RS), Brasil

Fevereiro, 2014.

CIP - Catalogação na Publicação

Machado, Juliana Medianeira

CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DE ECÓTIPOS DE *Paspalum notatum* Flügge EM RESPOSTA AO FOTOPERÍODO E A FERTILIZAÇÃO NITROGENADA E SELEÇÃO DE HÍBRIDOS INTRAESPECÍFICOS / Juliana Medianeira Machado. -- 2014.

115 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, 2014.

1. Melhoramento de plantas forrageiras. 2. *Paspalum notatum*. 3. Apomixia. 4. Fotoperíodo. 5. Doses de nitrogênio. I. Dall'Agnol, Miguel, orient. II. Simioni, Carine, coorient. III. Título. |

JULIANA MEDIANEIRA MACHADO
Zootecnista e Mestre em Zootecnia

TESE

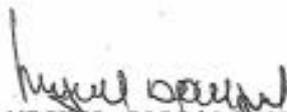
Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

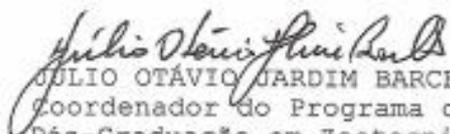
DOUTORA EM ZOOTECNIA

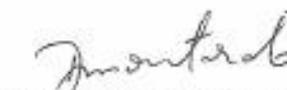
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

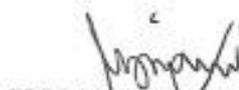
Aprovada em: 27.02.2014
Pela Banca Examinadora

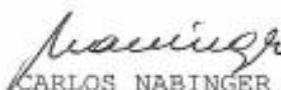
Homologado em: 17.06.2014
Por


MIGUEL DALL'AGNOL
PPG Zootecnia/UFRGS
Orientador


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


DANIEL PORTELLA MONTARDO
EMPRAPA CPPSUL/RS


CARLOS ALBERTO BISSANI
UFRGS/RS


CARLOS NABINGER
PPG Zootecnia/UFRGS


PEDRO ALBERTO SELBACH
Diretor da Faculdade de Agronomia

AGRADECIMENTOS

No final de mais uma etapa da minha vida agradeço a Deus pelas oportunidades que recebi e pelas pessoas que passaram na minha vida ao longo desses anos e que contribuíram para a minha formação acadêmica e como ser humano. Agradeço também a sociedade brasileira por financiar os meus estudos desde as séries iniciais até a conclusão do doutorado. A Universidade Federal do Rio Grande do Sul, programa de Pós-Graduação em Zootecnia, professores e aos funcionários. Ao CNPq pela bolsa de doutorado no Brasil e ao CAPES pela concessão da bolsa de doutorado sandwich.

Ao grupo de Melhoramento de Plantas Forrageiras ao qual fui muito bem acolhida e recebi suporte para o desenvolvimento das minhas atividades. Ao orientador Miguel Dall'Agnol pelos ensinamentos, confiança em mim depositada para desenvolver o estudo que deu origem a minha tese de doutorado, o meu muito obrigada. A co-orientadora Carine Simioni pelos ensinamentos e a disponibilidade de utilização do laboratório. Ao Dr. Kevin Kenworthy por aceitar me orientar e disponibilizar a utilização de seu laboratório junto a University of Florida – UF, EUA. Aos meus mestres de formação Fernando Luiz Ferreira de Quadros, José Henrique Souza da Silva e Marta Gomes da Rocha. Aos colegas de pós-graduação: Armando Martins, Éder Motta, Emerson Pereira, Jean Fedrigo, Karine Krycki, Karla Saraiva, Mariana Rockenbach, Marlon Risso, Raquel Schneider, Roberto Weiler e Thiago Barros. Aos bolsistas: Ana Steiner, Carlos Nogueira, Felipe Carneiro, Jackson Camargo, Lívia Castro (in memoriam), Marcos Zuñeda, Mêmora Schmidt e Nilo Kuhn. Aos funcionários da Estação Experimental Agronômica: Carlos, Cláudio, João e Roberto pela ajuda nas avaliações dos experimentos.

Aos meus amigos André Macedo, Andréia de Moraes, Fernanda Hentz, Larissa Graminho, Ludmila Biscaíno, Priscila Ferreira, Renato Oliveira Neto e Vagner Stangarlin pela agradável convivência. Aos amigos Esteban Rios, Marta Kohmann, Marcelo Wallau e Sabrina Saraiva por toda a ajuda e pelos bons momentos vivenciados com todos vocês na cidade de Gainesville – EUA.

Aos meus familiares tios (a) e primos (a) sei que vocês torceram pela minha conquista. Aos meus sobrinhos Kauane Righi e Kristian Righi, a minha irmã Kátia Malezzan e ao meu cunhado Leonel Righi.

A minha mãe Maria de Lourdes Malezzan, um exemplo a ser seguido obrigada pela educação e por me incentivar a estudar desde criança. Obrigada por ser essa mãe maravilhosa, por estar presente em todos os momentos da minha vida, sempre com uma palavra amiga e me dando coragem para seguir em frente sendo o meu porto seguro. A conquista desse título de doutorado é nossa, pois você é merecedora de dividir esse momento comigo.

CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DE ECÓTIPOS DE *Paspalum notatum* Flügge EM RESPOSTA AO FOTOPERÍODO E A FERTILIZAÇÃO NITROGENADA E SELEÇÃO DE HÍBRIDOS INTRAESPECÍFICOS¹

Autor: Juliana Medianeira Machado

Orientador: Miguel Dall’Agnol

Resumo - A riqueza de espécies forrageiras presentes nos distintos Biomas brasileiros propicia a inserção de espécies nativas nos programas de melhoramento genético. O gênero *Paspalum* está entre os mais importantes por possuir cerca de 62 espécies, onde muitas dessas apresentam potencial produtivo forrageiro. Dentre as espécies destaca-se *Paspalum notatum* com ecótipos que possuem superioridade produtiva quando comparados a cultivares, o que contribui para que a espécie seja candidata ao lançamento de novas cultivares. Houve variabilidade para o caráter produção de massa seca total quando os ecótipos e híbridos foram submetidos ao fotoperíodo estendido e natural, sendo que o caráter apresentou alta herdabilidade, o que possibilita ganhos na seleção. Os ecótipos de *Paspalum notatum* respondem de forma positiva aos níveis crescentes de fertilização nitrogenada, sendo as maiores respostas quando o fertilizante foi aplicado na época de crescimento da espécie. Foram selecionados ecótipos que apresentaram as maiores produções de massa seca total e de folhas, maiores ciclos de produção de forragem, além de alta relação folha:colmo. A hibridação intraespecífica apresentou variabilidade para todos os caracteres agronômicos avaliados, o que possibilita êxito na seleção de constituições genéticas superiores para o desempenho de caracteres ligados à produção de forragem. A variável produção de massa seca de folhas foi o caráter que apresentou maior correlação fenotípica com a produção de massa seca total. A maioria dos híbridos obtidos no presente estudo apresentaram produções de massa seca total e de folhas superiores aos ecótipos utilizados como genitores, assim como, a cultivar Pensacola. Os híbridos superiores para os caracteres agronômicos foram selecionados para etapas subseqüentes do programa de melhoramento de plantas forrageiras.

¹Tese de Doutorado em Zootecnia – Plantas forrageiras, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil (115p.), Fevereiro, 2014.

AGRONOMIC CHARACTERIZATION OF ECOTYPES OF *Paspalum notatum* Flüge IN RESPONSE TO PHOTOPERIOD AND NITROGEN FERTILIZATION AND SELECTION OF INTRASPECIFIC HYBRIDS¹

Author: Juliana Medianeira Machado

Advisor: Miguel Dall'Agnol

Abstract - The abundance of forage species present in different Brazilian biomes allows for the inclusion of native species in breeding programs. The genus *Paspalum* is among the most important since it has around 62 species, many of which present forage production potential. Among these species *Paspalum notatum* stands out with ecotypes that have productive superiority compared to the cultivars, contributing to the species to be a candidate for the release of new cultivars. The character of production of total dry mass presented variability when the ecotypes and hybrids were subjected to extended and natural photoperiods and the character also presented high heritability, allowing gains in selection. The ecotypes of *Paspalum notatum* respond positively to increasing levels of nitrogen fertilization, and the highest responses occurred when the fertilizer was applied in the growth period of the species. The ecotypes selected were those that presented the highest productions of total dry mass and leaves and larger cycles of forage production, besides a high leaf:stem ratio. The intraspecific hybridization presented variability for all agronomic characters evaluated, allowing a successful selection of superior genotypes for the performance of characters related to forage production. The variable dry leaf mass production presented the highest phenotypic correlation with the production of total dry mass. Most hybrids obtained in this study, like the Pensacola cultivar, presented productions of total dry mass and leaves superior to the ecotypes used as parents, like the Pensacola cultivar. The superior hybrids for agronomic characters were selected for subsequent stages of the forage breeding program.

¹Doctoral Thesis in Forrage Science– Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (115p.), February, 2014.

SUMÁRIO

CAPITULO I.....	12
INTRODUÇÃO.....	13
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
A importância dos campos sulinos para o estado do Rio Grande do Sul....	15
Gênero <i>Paspalum</i>	17
<i>Paspalum notatum</i>	19
Genética e melhoramento em <i>Paspalum notatum</i>	22
A evolução do melhoramento genético de plantas forrageiras apomíticas..	24
A influência do nitrogênio no desenvolvimento das gramíneas.....	27
Parâmetros genéticos.....	30
Herdabilidade.....	30
Correlações.....	31
OBJETIVOS.....	32
Objetivos específicos.....	32
CAPÍTULO II.....	33
Agronomic evaluation of <i>Paspalum notatum</i> under the influence of photoperiod.....	35
Introduction.....	36
Material and Methods.....	37
Results and discussion.....	38
Conclusions.....	41
References.....	44
CAPÍTULO III.....	47
Potencial produtivo de ecótipos de <i>Paspalum notatum</i> em resposta à níveis de fertilização nitrogenada.....	49
Introdução.....	50
Material e Métodos.....	51
Resultados e Discussão.....	53
Conclusões.....	59
Referências.....	59
CAPÍTULO IV.....	67
Caracterização agrônômica e seleção de híbridos intraespecíficos de <i>Paspalum notatum</i>	69
Introdução.....	70
Material e Métodos.....	71
Resultados e Discussão.....	74
Conclusões.....	79
Referências.....	79
CAPÍTULO V.....	87
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	89
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
VITA.....	115

RELAÇÃO DE TABELAS

CAPÍTULO II.....	33
Table 1 Total dry mass production of ecotypes and hybrids of <i>Paspalum notatum</i> in different environments and seasons of year.....	42
CAPÍTULO IV.....	67
Tabela 1 Produção de massa seca total de ecótipos, híbridos e testemunhas de <i>Paspalum notatum</i> sob regimes de cortes.....	83
Tabela 2 Produção de massa seca de folhas de ecótipos, híbridos e testemunhas de <i>Paspalum notatum</i> sob regimes de cortes.....	84
Tabela 3 Coeficientes de correlação fenotípica entre caracteres agronômicos em <i>Paspalum notatum</i>	85
Tabela 4 Relação folha colmo de híbridos, ecótipos e testemunhas de <i>Paspalum notatum</i>	86

RELAÇÃO DE FIGURAS

CAPÍTULO II.....	33
Figure 1 Total dry mass production of ecotypes and intraspecific hybrids of <i>P. notatum</i> submitted to extended and natural photoperiod in different seasons and years of evaluation. a) First year; b) Second year. EPW: extended photoperiod in the winter; EPS: extended photoperiod in the spring; NPW: natural photoperiod in the winter; NPS: natural photoperiod in the spring.....	43
CAPÍTULO III.....	47
Figura 1 Produção de massa seca total e acumulada de ecótipos de <i>Paspalum notatum</i> submetidos a níveis de fertilização nitrogenada.....	62
Figura 2 Produção de massa de folhas e acumulada de ecótipos de <i>Paspalum notatum</i> submetidos a níveis de fertilização nitrogenada.....	63
Figura 3 Produção de massa de folhas acumulada de ecótipos de <i>Paspalum notatum</i> submetidos a níveis de fertilização nitrogenada.....	64
Figura 4 Relação folha colmo de ecótipos de <i>Paspalum notatum</i> submetidos a níveis de fertilização nitrogenada.....	65
Figura 5 Produção de massa seca total acumulada de ecótipos de <i>Paspalum notatum</i> submetidos a níveis de fertilização nitrogenada.....	66

RELAÇÃO DE APÊNDICES

Apêndice 1: Normas para preparação de trabalhos científicos para publicação na Crop Science.....	101
Apêndice 2: Normas para preparação de trabalhos científicos para publicação na Pesquisa Agropecuária Brasileira.....	106

LISTA DE ABREVIATURAS

ALT	Altura
CRESC	Hábito de crescimento
DAF	Densidade de afilhos
IBONE	Instituto de Botânica del Nordeste
N	Nitrogênio
PMSC	Produção de massa seca de colmo
PMSF	Produção de massa seca de folhas
PMST	Produção de massa seca total
RFC	Relação folha colmo
USDA	Department of Agriculture of the United States

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

O Brasil possui cerca de 171 milhões de hectares ocupados por espécies de plantas forrageiras exóticas e nativas. As condições climáticas favoráveis à prática da exploração agropecuária fazem com que o Brasil tenha o maior rebanho comercial de bovinos do mundo, 212 milhões de cabeças, o que contribuiu para que o país recuperasse o posto de maior exportador mundial de carne bovina (Poll et al., 20013). Assim, o cenário atual busca o cultivo de pastagens cada vez mais produtivas, sendo importante considerar, além dos processos de desenvolvimentos de novas técnicas de manejo, os aspectos genéticos, uma vez que a otimização da utilização da forragem é resultado de ações e interações do ecótipo com o ambiente no qual está inserido (Martuscello et al., 2009).

Atualmente, a produção a pasto no país se restringe ao uso de poucas espécies forrageiras que dominam grandes áreas produtivas, tais como, os gêneros *Brachiaria*, *Cynodom* e *Panicum* (Jank et al., 2005), tornando-se indesejável devido à uniformidade genética e a pouca adaptação as condições da região Sul do país. Por outro lado, a riqueza de espécies forrageiras presentes nos distintos Biomas brasileiros propicia a inserção de espécies nativas nos programas de melhoramento genético.

O Bioma Pampa possui grande variabilidade, com cerca de aproximadamente 400 espécies de gramíneas e 150 de leguminosas (Boldrini, 1997). O gênero *Paspalum* está entre os mais importantes por possuir cerca de 62 espécies, onde muitas dessas apresentam potencial produtivo forrageiro. Dentre as espécies, destaca-se *Paspalum notatum*, com ecótipos que possuem superioridade produtiva quando comparados a cultivares (Dall'Agnol et al., 2006; Fachinetto et al., 2012), o que contribui para que a espécie seja candidata ao lançamento de novas cultivares. Esta espécie foi destacada entre as chamadas “plantas para o futuro”, ou seja, espécies nativas com potencial de inserção na matriz agrícola para fins variados (Valls et al., 2009). O interesse pelo cultivo de boas espécies forrageiras nativas é crescente, devido, basicamente, à boa adaptação destas às condições edafoclimáticas da sua região de origem (Nabinger, 1997), reduzindo o cultivo de espécies exóticas que muitas vezes apresentam problemas de adaptação (Pillar et al., 2009).

No entanto, o melhoramento de espécies apomíticas dificulta o intercâmbio gênico, porém apresenta a vantagem de garantir a uniformidade e a perpetuação de ecótipos superiores com grande precisão. Por muito tempo o melhoramento dessa espécie tem sido limitado à identificação de ecótipos superiores. Atualmente, a obtenção de plantas de *Paspalum notatum* tetraplóides sexuais compatíveis a cruzamentos com plantas apomíticas (Quarín et al., 2001; Quarín et al., 2003) propicia a geração de novas combinações gênicas e indivíduos apomíticos, com alta heterose e que possuem características de interesse ao programa de melhoramento, podem ser selecionados já na primeira geração para lançamento como novas cultivares (Acunã et al., 2009). Do mesmo modo, híbridos de reprodução sexual que apresentam características desejáveis poderão ser utilizados para futuros cruzamentos.

Entretanto, são necessárias avaliações que visam o conhecimento a cerca das principais características agronômicas dos genitores utilizados nos cruzamentos, assim como dos híbridos obtidos para que se tenha certeza da superioridade genética dos mesmos. Para tal, é importante que os materiais em estudos sejam submetidos a práticas de manejo, tais como, a utilização da fertilização nitrogenada, a fim de obter o potencial produtivo da espécie e promover incrementos nos níveis de produção de forragem, além de melhorar a sua distribuição estacional. No entanto, a aplicação de nitrogênio deve ser acompanhada por manejo adequado, para obtenção de seu máximo aproveitamento sem comprometer a persistência da pastagem (Costa & Saibro, 1984), possibilitando maximizar economicamente o potencial de produção de forragem, reduzir as perdas e a contaminação ambiental, além de possibilitar recomendações práticas de utilização aos produtores rurais.

Paspalum notatum caracteriza-se por apresentar dormência hiberna devido à redução do fotoperíodo (Dall'Agnol & Gomes, 1987), além das baixas temperaturas ocorrentes na estação de inverno, o que justifica também a investigação por parte da pesquisa com o intuito de selecionar os ecótipos mais adaptados as condições edafoclimáticas. Assim, as estimativas obtidas a partir de avaliações realizadas com diferentes ecótipos de *Paspalum notatum* são importantes no direcionamento dos próximos passos do programa de melhoramento, pois quando utilizadas em conjunto podem permitir uma melhor caracterização e diferenciação dos ecótipos com potencial de lançamento como novas cultivares.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A importância dos campos sulinos para o estado do Rio Grande do Sul

As espécies forrageiras nativas do Estado do Rio Grande do Sul desempenham um papel importante na atividade pecuária, representando o maior recurso utilizado para a produção de bovinos de corte, que atualmente apresenta um rebanho de aproximadamente 14,4 milhões de cabeças (Poll et al., 2013). Considerando a regionalização do território nacional em biomas (IBGE, 2004), os campos sulinos encontram-se presentes no Bioma Pampa, onde corresponde à fisionomia vegetal característica, e no Bioma Mata Atlântica, onde se apresentam como “encraves” no domínio da floresta com *Araucaria angustifolia*, formando extensos mosaicos de campo e floresta que identificam a paisagem típica (Boldrini, 2006).

No Brasil, o Bioma Pampa está restrito à metade meridional do Rio Grande do Sul, contemplando originalmente uma área de 17,6 milhões de hectares, que correspondia a 2% do território nacional e se estende pelo Uruguai, Argentina e Paraguai, com área total de 70 milhões de hectares (IBGE, 2004). Já o Bioma Mata Atlântica encontra-se nas porções altas do nordeste do Rio Grande do Sul, sudeste de Santa Catarina e centro-sul do Paraná, onde os encraves campestres também recebem a denominação de Campos de Altitude.

A representação dos campos sulinos em dois biomas distintos resulta em ecossistemas heterogêneos, onde se encontram espécies estivais e hibernais coexistindo, com destaque para a presença de gramíneas e leguminosas com metabolismo C₃ e C₄, e diferentes eficiências na produção de biomassa (Quadros & Pillar, 2002). Por ser um conjunto de ecossistemas muito antigos e seus campos estarem assentados sobre uma grande diversidade edafoclimática, o Pampa apresenta fauna e flora próprias e grande biodiversidade. Segundo o Ministério do meio ambiente (2007), há cerca de 3000 espécies vegetais, 100 de mamíferos e quase 500 espécies de aves nesse ambiente. Assim, o campo nativo ou pastagem natural pode ser considerado uma das maiores riquezas naturais do estado.

A vegetação campestre predomina desde 22 mil anos antes do presente (Behling et al., 2005), destacando-se o predomínio das gramíneas que favoreceram a implantação da exploração da pecuária de corte na região em função do suporte oferecido pelas pastagens naturais para o desenvolvimento desta atividade. Por vários anos, as pastagens nativas resistiram ao manejo inadequado ou as restrições bióticas, porém o cenário atual é de degradação rápida dessas pastagens.

O Bioma Pampa tem sofrido grandes perdas, tanto da biodiversidade quanto de habitats, o que é reflexo de uma fase com enfoque produtivista que marcou a década de 70. De acordo com o IBGE (2006), entre 1970 e 1996 ocorreu uma perda de 3,5 milhões de ha na superfície das pastagens naturais. Os últimos dados sobre a vegetação campestre natural ou seminatural indicaram uma área de 6,5 milhões de hectares (Hasenack et al., 2007). Esse tipo de formação vegetal está exposto a várias ameaças, entre elas, podemos

citar a introdução de culturas de grãos que teve aumento considerável perfazendo uma área de cinco milhões de hectares no período compreendido entre 1985 a 1996, e mais recentemente merecem destaque as áreas de florestamentos de *Pinus* spp, *Acacia* spp e *Eucalyptus* spp com evolução similar, onde as causas de degradação do Bioma Pampa, muitas vezes, estão associadas a políticas de estímulos financeiros e tributários aos monocultivos extensivos.

Além disso, o longo período de extração de nutrientes via produto animal e de outras perdas inerentes ao sistema, conjuntamente com reposição exígua ou até mesmo ausente, aliada ao mau manejo, tem limitado o potencial de produção da pastagem nativa do Rio Grande do Sul. Desta forma, há uma gradual diminuição das áreas deste recurso natural em função desta pressão por novas áreas agrícolas, bem como pela ausência de práticas de manejo adequadas, que fazem com que frequente e erroneamente, este recurso seja rotulado como um substrato pouco produtivo (Soares et al., 2005). Como consequência de toda essa degradação, mais de cinquenta espécies de forrageiras, dezesseis de mamíferos e trinta e oito espécies de pássaros, dentre outros, têm sido classificados recentemente em diferentes níveis de ameaça nesse bioma (MMA, 2007).

Por muito tempo o potencial dos ecossistemas pastoris não foi explorado de forma adequada com relação ao manejo sustentável e à conservação da biodiversidade destes campos. Há pouco mais de 20 anos, no RS, as pesquisas passaram a ser feitas com o objetivo de entender o funcionamento e as potencialidades desses ecossistemas pastoris, evidenciando que práticas de produtividade e de conservação não são excludentes (Nabinger, 2006).

Além disso, a pastagem nativa é fundamental na conservação do solo e da água, através da cobertura vegetal, regulação do clima, reciclagem de nutrientes, biodiversidade aos agroecossistemas e fornecendo germoplasma nativo, entre outros (Pinto, 2003). Quanto à diversidade da pastagem natural no Bioma Pampa, Nabinger (2006) relatou que, além de ser um patrimônio genético fantástico e raramente encontrado em outros ecossistemas pastoris do planeta, esta diversidade promove uma dieta diversificada para o animal, conferindo características particulares ao produto final obtido.

Existe predominância de espécies de produção estival em relação às de produção hiberna (Paim & Boldrini, 1993) e, em função disso, existe uma grande sazonalidade tanto em produção quanto em qualidade da massa de forragem produzida. Além disso, muitas espécies apresentam um elevado número de ecótipos adaptados às suas condições locais de desenvolvimento, representando uma fonte de germoplasma forrageiro único em todo o mundo, ainda pouco estudado quanto aos seus usos e potencialidades (Nabinger, 2006).

Estudos sugerem que as espécies que compõem a flora dos campos sulinos possuem potencial de produção compatível com as espécies exóticas introduzidas no estado. Em alguns casos, inclusive, podem apresentar vantagens, pois são adaptadas às condições de clima e solo desta região. Espécies promissoras já estão incluídas em programas de melhoramento

genético em desenvolvimento, como *Paspalum guenoarum*, *Paspalum leptum* e *Paspalum notatum*, entre outras, e isto culminará no lançamento de novas cultivares (Dall'Agnol et al., 2006).

Na maioria dos casos o melhoramento das espécies forrageiras ocorreu em regiões distantes dos centros de origem, o que ressalta a importância de programas de melhoramento com o objetivo de selecionar ecótipos mais adaptados e que poderão contribuir para a maior produtividade, qualidade e recuperação de áreas degradadas, atuando consequentemente na sustentabilidade do sistema pastoril da região Sul do Brasil. Dada a importância deste recurso natural, se justificam cada vez mais estudos para sua preservação e maior entendimento, com vistas de se conservar a sua biodiversidade e manter os vários serviços prestados pelo ecossistema (Carvalho et al., 2006).

Gênero *Paspalum*

A família *Poaceae* (*Gramineae*) inclui 793 gêneros e cerca de 10.000 espécies, com uma grande amplitude ecológica (Watson & Dallwitz, 1992), abrangendo grande parte das espécies que compõem os sistemas pastoris do Planeta. Burman (1985) citou para o Brasil 197 gêneros e 1.368 espécies, números estes que devem ser atualizados, devido a novos gêneros e espécies descritos. No Rio Grande do Sul, existem aproximadamente 110 gêneros (Boldrini et al., 2005), que predominam nas formações campestres e dão suporte à pecuária do estado, sendo menos comuns no interior das formações florestais (Welker & Longhi-Wagner, 2007).

O gênero *Paspalum* é um dos mais importantes dentro da tribo *Paniceae*, devido ao elevado número de espécies que apresenta e à sua ampla distribuição geográfica, com o centro de origem e diversificação na América do Sul, fato este que proporciona uma alta variabilidade intra e interespecífica. A falta de um estudo taxonômico global para este gênero faz com que seja difícil estimar na atualidade o número total de espécies (Aliscioni, 2002). Contudo, é de conhecimento geral que compreende mais de 400 espécies tropicais e subtropicais, cuja importância é evidenciada por sua adaptabilidade a diferentes ecossistemas. Várias espécies podem ser citadas como importantes forrageiras, tais como *Paspalum notatum*, *P. dilatatum*, *P. atratum*, *P. leptum*, *P. vaginatum*, *P. plicatulum* e *P. guenoarum* (Dall'Agnol et al., 2006).

Praticamente não se consegue identificar uma formação vegetal brasileira sem que haja uma espécie de *Paspalum* fazendo parte de seus componentes (Barreto, 1974). No Estado do Rio Grande do Sul, o gênero *Paspalum* ocupa lugar de destaque, pois apresenta o maior número de espécies nativas de interesse agrônômico, cerca de 62 espécies, com distribuição em todas as regiões fisiográficas e fazendo parte de todas as formações campestres. Devido à importância deste gênero e suas contribuições nas pastagens naturais do RS, alguns trabalhos foram conduzidos com o objetivo de gerar informações a cerca da variabilidade e produtividade de suas espécies. Em trabalho comparando dois ecótipos nativos de *P. guenoarum* (Azulão e Baio) e dois de *P. notatum* (André da Rocha e Bagual) à cultivar Pensacola de *P. notatum*, durante o período de dois anos,

demonstraram que as produções de matéria seca total e de folhas de *P. guenoarum* foram superiores às de *Paspalum notatum* com produções de 18 t de MS/ha e 14 t de MS/ha, respectivamente. No entanto, é importante ressaltar que os acessos de *P. notatum*, Bagual e André da Rocha, apresentaram produções superiores e semelhantes à cultivar Pensacola, respectivamente. A partir dos resultados obtidos para produções de massa de forragem dos materiais nativos, quando comparados a Pensacola, fica evidente a possibilidade de uso dos mesmos como pastagens cultivadas (Steiner, 2005).

Resultados semelhantes foram observados em trabalho conduzido com *P. lividum*, *P. pauciciliatum* e *P. notatum*, onde os materiais avaliados apresentaram um grande potencial de uso como espécie forrageira, podendo ser recomendadas para plantio (Santos, 2005). Do mesmo modo, *P. urvillei*, demonstrou capacidade produtiva que foi evidenciada também quando comparada à Pensacola (Sawasato, 2007), com produção média de 17 t de MS/ha e 10 t de MS/ha, respectivamente.

Avaliando diferentes espécies de *Paspalum* sob doses de 0, 60, 180 e 360 kg/ha/ano de nitrogênio, obteve-se 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 (Townsend, 2008). Avaliando 52 acessos de *P. notatum*, a cultivar comercial Pensacola e dois ecótipos de *P. guenoarum*, Baio e Azulão, Fachinetto et al. (2012), observaram a presença de variabilidade entre os ecótipos em estudo, sendo que a maioria dos ecótipos de *P. notatum* apresentou elevadas produções de massa seca, além de persistência ao inverno.

Muitas espécies do gênero *Paspalum* têm se destacado pela tolerância ao frio, produção e qualidade de forragem, quando comparadas a outras gramíneas tropicais e subtropicais no Rio Grande do Sul (Barreto, 1974; Steiner, 2005; Fachinetto et al., 2012). Comparando o acúmulo de matéria seca entre *P. dilatatum*, *P. guenoarum*, *P. notatum*, dentre outras, Dall'Agnol & Gomes (1987) verificaram, em Lages – SC, maior acúmulo em *P. urvillei*, assim como uma boa tolerância desta espécie à geada, característica importante em espécies a serem cultivadas nos estados do Sul do Brasil.

Em trabalho conduzido recentemente com cruzamentos intraespecíficos de *Paspalum notatum*, foi demonstrado o vigor híbrido dos materiais quando comparados aos genitores. Dos 196 híbridos avaliados, o que mais produziu foi o denominado “D3”, com 597 gramas de matéria seca total, o que representa uma produção cerca de 42% a mais do que o genitor mais produtivo “Bagual”, que produziu 420 gramas por planta no acumulado de cinco cortes. Este híbrido produziu cerca de sete vezes mais que a cultivar Pensacola com produção de 87 gramas por planta (Weiler, 2013). Em cruzamentos interespecíficos *P. plicatulum* x *P. guenoarum*, (Pereira, 2013), também demonstrou o vigor híbrido dos materiais quando comparados aos genitores.

Pereira et al. (2011) observaram percentual médio de 16,5% e 16,6% de proteína bruta (PB) para *Paspalum lepton* e para a cultivar

Pensacola, respectivamente. Os valores se assemelham aos descritos por Steiner (2005), de 14,3; 14,7; 15,6% de PB em pesquisa realizada com lâminas foliares dos acessos Baio e Azulão de *P. guenoarum* e com a cultivar Pensacola, respectivamente. Os resultados obtidos até o momento confirmam a presença de variabilidade genética entre os ecótipos onde muitos possuem potencial de produção de forragem e qualidade nutricional superiores ou iguais a cultivares, o que justifica o interesse da pesquisa a cerca deste gênero.

O estudo do gênero *Paspalum* não é importante apenas para ampliar os conhecimentos sobre as pastagens naturais do estado, como também para buscar espécies com características agrônomicas desejáveis e passíveis de utilização em programas de seleção e melhoramento genético, além de poderem ser empregadas diretamente para formar pastagens cultivadas (Barreto, 1974). Apesar dos trabalhos realizados até o momento com o gênero *Paspalum*, com destaque para várias de suas espécies, Maraschin (2001) fez uma análise crítica com relação a pouca utilização de espécies nativas no Brasil e citou que o maior entrave parece ser a “cultura brasileira” e não problemas relacionados à pesquisa. Assim, por muito tempo, acreditou-se que o que havia de bom em termos de pastagens era o que existia no exterior. Dessa forma, qualquer novo material que fosse introduzido no país era grandemente difundido. Além disso, um número restrito de cultivares de forrageiras tropicais tem tomado grandes áreas, carregando consigo o perigo de vulnerabilidade genética e trazendo grandes decepções para os produtores em escala nacional (Batista & Godoy, 2000). Porém, a partir do que foi exposto, fica evidente o potencial produtivo de espécies nativas para a produção de forragem quando comparada às cultivares presentes no mercado, justificando mais uma vez a atenção da pesquisa para a exploração desses materiais.

Paspalum notatum

Paspalum notatum Flüggé é popularmente conhecido como “grama-forquilha” ou “grama batatais”. A grande diversidade nos ecótipos sul – americanos sugere que a América seja o centro de origem da espécie (Burton, 1967). Atualmente a espécie é amplamente distribuída na América do Sul e Central, sul dos Estados Unidos e em algumas regiões da Austrália, África e Ásia (Burson & Watson, 1995).

É a espécie com maior área de cultivo no Estado da Flórida nos Estados Unidos (EUA), cobrindo um milhão de hectares e cerca de 1,6 milhões de hectares no sudeste dos Estados Unidos (Newman et al., 2010). Pensacola é a cultivar mais comumente utilizada como pastagem e alguma produção de feno, constituindo a base do sistema de produção de bovinos de corte (Newman, 2007). *Paspalum notatum* é largamente utilizado como gramado nas mesmas regiões, onde são usadas como pastagens e nas laterais das rodovias no sudeste dos EUA, com o objetivo de reduzir a erosão do solo e formar um gramado uniforme. Ressalta-se que nos EUA foram liberadas outras cultivares selecionadas a partir de ecótipos superiores, dentre essas, incluem Argentine, Paraguay e Paraguay 22 com sementes comerciais disponíveis.

Apesar da Pensacola ser uma das poucas alternativas da espécie cultivada de verão em que há sementes disponíveis para compra, praticamente

todos os estudos realizados com a espécie *P. notatum* em comparação à Pensacola demonstraram que os ecótipos nativos apresentam produções de massa seca superiores à desta cultivar, apontando para a necessidade de explorar o potencial produtivo destes materiais nativos (Fachinetto, 2010). No Rio Grande do Sul, o capim Pensacola se destacou principalmente na região do Planalto, daí a importância de ser comparada sob ponto de vista de produção e valor forrageiro com os ecótipos nativos (Dall'Agnol et al., 2006).

P. notatum caracteriza-se por ser uma espécie perene, formando um denso gramado de 20 a 40 cm de altura e por fornecer forragem de boa qualidade da primavera ao outono (Otero, 1961). Esta espécie tem ciclo perene e é de estação quente, dispersando-se através de rizomas característicos (supraterrâneos), além de sementes (Barreto, 1974). A maior parte da produção desta espécie ocorre nos meses mais quentes do ano, devido às maiores temperaturas (25 – 30°C) e dias mais longos (Newman et al., 2010).

A limitada disponibilidade de forragem durante os meses de curta duração do dia tem sido um dos fatores mais importantes a influenciar na produção animal e manejo de pastagens (Sinclair et al., 2001, 2003). Segundo Dall'Agnol & Gomes, (1987), a dormência induzida pela redução do fotoperíodo, aliada as baixas temperaturas, parecem ser os maiores determinantes da drástica queda de acúmulo de forragem nos meses frios e influenciando, conseqüentemente de forma negativa, a estacionalidade produtiva da espécie. Sinclair et al. (2001) avaliaram o efeito do fotoperíodo estendido no inverno para a cv. Pensacola, que apresentou um aumento na produção de forragem na ordem de 3,6 vezes, em comparação com outros tratamentos que não estabeleceram este mesmo efeito. Em trabalho conduzido com (Argentine bahiagrass, *Paspalum notatum* Flüggé; Common guineagrass, *Panicum maximum* Jacq.; Tifton-85 bermudagrass, *Cynodon* spp. Pers.) observaram produções de massa seca de 140 kg/ha (fotoperíodo natural) e 490 kg/ha (fotoperíodo estendido), com diferenças significativas e rendimento 3,5 vezes maior para o tratamento com fotoperíodo estendido de 15 horas (Newman et al., 2007).

Simulações de crescimento de forragem foram realizadas em regiões tropicais, confirmando que a redução do comprimento do dia é um dos fatores responsáveis pelo decréscimo de produção das forrageiras. Assim, a produção de forragem pode ser aumentada se a sensibilidade ao fotoperíodo for geneticamente removida ou atenuada, por meio da seleção de ecótipos insensíveis ao fotoperíodo (Sinclair et al., 2001). Em estudo conduzido com grama-bermuda cultivar Coastal, Burton et al., (1988) observaram que o rendimento de forragem foi altamente correlacionado com a duração do dia e radiação solar.

P. notatum possui inúmeros ecótipos com adaptações às mais variadas condições de solo e clima, e com características muito variadas quanto ao tamanho e espessura do rizoma, tamanho das folhas e das inflorescências, rendimento e qualidade. Por esta razão, é uma espécie que merece atenção no manejo dos campos, no sentido de aumentar sua proporção e produtividade (Nabinger & Dall'Agnol, 2008). Os rizomas atuam como órgãos de reserva de energia para ser utilizada em situações que a

planta seja exposta a altas exigências, como, por exemplo, quando submetida a desfolhas intensas e frequentes, o que atua no sentido de fazer com que o *P. notatum* seja uma espécie tolerante à desfolha. O armazenamento de energia nos rizomas também tem importância no sentido de promover o desenvolvimento das plantas no início da primavera, após passar por período de dormência nos meses frios do ano.

P. notatum é a espécie mais comum na formação dos campos nativos do RS e a tendência é que ocorra o aumento contínuo e gradativo nos campos, favorecido pelo seu hábito de crescimento e pastejo e pelo pisoteio contínuo do gado (Barreto, 1974). Em experimento com animais sob diferentes pressões de pastejo, constatou-se o aumento da contribuição de *P. notatum* com o aumento da pressão de pastejo (Rosito, 1983). Estudo demonstrou que *P. notatum* aumentou sua frequência nos campos naturais em solos secos e quando submetido à pressão de pastejo de 4% da oferta de forragem (OF), sendo sugerida como espécie indicadora das condições da pastagem (Escosteguy, 1990). Na mesma área, houve aumento de *P. notatum* sem diferimento (pastejo contínuo) (Moojen, 1991). Em trabalho subsequente, *P. notatum* apresentou elevada cobertura de solo quando submetido às pressões de pastejo de 4 e 12% de OF, comportamento explicado pelo hábito rizomatoso, altamente adaptado ao pastejo intenso (Boldrini, 1993).

A boa persistência faz da “grama-forquilha” uma fonte de alimentação confiável para produção de bovinos de corte com baixas exigências nutricionais. Uma vez estabelecida, requer baixos níveis de fertilidade e de controle de pragas, além de tolerar cortes baixos e frequentes, devido à posição ocupada pelos pontos de crescimento que frequentemente estão inseridos no solo, tornando-os praticamente impossíveis de serem removidos (Dall’Agnol et al., 2006). A persistência é a principal razão para a predominância desta espécie em pastagens nativas, bem como em sistemas de produção de bovinos de corte.

Em projeto recentemente conduzido no sul do Brasil, sob auspícios do programa PROBIO, do Ministério do Meio Ambiente (2009), foram destacadas as chamadas “plantas para o futuro”, ou seja, espécies nativas com potencial de inserção na matriz agrícola para fins variados, e dentre as espécies foi citada *P. notatum* (Valls et al., 2009). O interesse pelo cultivo de boas espécies forrageiras nativas é crescente, devido, basicamente, à boa adaptação destas às condições edafoclimáticas da sua região de origem (Nabinger, 1997). Para tanto, as relações genéticas entre os diferentes ecótipos são importantes a fim de contribuir para o planejamento de futuros programas de melhoramento. Assim, cultivares melhoradas desta forrageira são importantes para melhorar os sistemas de produção da bovinocultura a pasto.

Genética e melhoramento em *Paspalum notatum*

Paspalum notatum é considerado um complexo agâmico, pois apresenta vários níveis de ploidia e um sistema reprodutivo complexo, com citótipos diplóides ($2n=2x=20$) auto-incompatíveis e de reprodução sexuada, autotetraplóides apomíticos (Burton, 1948), triplóides e pentaplóides ocasionais

(Quarín et al., 1989). Estas várias estratégias reprodutivas, sem dúvida, contribuíram para o sucesso evolutivo do gênero *Paspalum* (Bashaw et al., 1970). Há uma estreita correlação entre nível de ploidia e modo de reprodução, onde diploidia está correlacionada com reprodução sexuada e a poliploidia está correlacionada com apomixia (Adamowski et al., 2005), podendo ser apospórica obrigatória (Forbes & Burton, 1961) ou facultativa (Quarín et al., 1984). O germoplasma nativo de *P. notatum* é predominantemente autotetraplóide ($2n=2x=40$) com reprodução através de apomixia do tipo aposporia com pseudogamia (Forbes & Burton, 1961).

Dois estratégias de reprodução assexuada são comumente encontradas em angiospermas: propagação vegetativa (onde as plantas se reproduzem através de estolões, rizomas, bulbos, bulbilhos ou brotos de raiz) e apomixia (Laspina et al., 2008). A apomixia é um método geneticamente controlado de reprodução em plantas, em que o embrião desenvolve-se a partir de divisões mitóticas de células do óvulo, ocorrendo à formação de sementes férteis, sem haver a união do gameta feminino com o masculino como na reprodução sexual (Carneiro & Dusi, 2002). Assim, a meiose feminina, normal nas espécies de reprodução sexual, não ocorre ou não é funcional. Neste caso, a oosfera contém o mesmo número de cromossomos somáticos maternos. Como não há fusão de gametas durante a fertilização, o embrião se desenvolve por partenogênese, gerando uma planta idêntica à planta-mãe (Carneiro & Dusi, 2002).

A apomixia também pode ser definida como uma rota alternativa de reprodução das plantas que produz indivíduos geneticamente idênticos à planta-mãe por meio de sementes (Ortiz et al., 2013). Estudos indicam que o caráter da apomixia é de herança monogênica, ocasionando a formação de progênie apomíticas e sexuais na proporção de 3 (apomíticas):1 (sexual) (Grossniklaus, 2001). Martinez et al. (2001) encontraram 2,8 (sexual): 1 (apomítico); já Stein et al. (2004) encontraram a proporção de 6,5 (sexual): 1 (apomítico). Em trabalho conduzido por Weiler (2013), os resultados para a apomixia segregaram com valores de 1,6 (apomítico): 1 (sexual).

Por muitos anos, a apomixia foi considerada um “beco sem saída”, sugerindo que a produção clonal de sementes resultaria em populações geneticamente uniformes. Esse pensamento está relacionado à ausência de recombinação, mantendo a presença de blocos gênicos e genes ligados. Porém, com os avanços das pesquisas a respeito do assunto atualmente sabe-se que existe diversidade genética dentro de espécies apomíticas (Berthaud, 2001). Formas apomíticas podem ser usadas como uma fonte de variabilidade, como doadoras de pólen em cruzamentos com tetraplóides sexuais selecionados dentro do programa de melhoramento genético da espécie *Paspalum notatum*.

Estudos de Quarín et al. (1984) indicaram que algumas plantas de *P. notatum* tetraplóides são apomíticas facultativas com alta expressão de sexualidade, expandindo o seu uso em programa de hibridação como genitores femininos, embora as formas apomíticas possam ser utilizadas como fonte de pólen. A literatura afirma que as plantas apomíticas facultativas, quando passam por algum tipo de estresse ambiental, apresentam embriões que se desenvolvem com o modo de reprodução sexual. Em trabalho avaliando cinco

ecótipos de *P. notatum* apomíticos facultativos submetidos a níveis de nitrogênio durante as estações do ano, foram observados aumento para o potencial da apomixia à medida que as plantas atingiram seu pico de floração (verão); no entanto, o potencial para a reprodução sexual aumentou na primavera e no outono. A partir dos resultados obtidos, o tempo de colheita de sementes pode ser utilizado para manipular os objetivos do programa de melhoramento. Assim, quando o objetivo é a presença de variabilidade as sementes devem ser colhidas nas estações de primavera e outono; por outro lado, quando se deseja uniformidade à colheita deve ser realizada no verão. A aplicação de N não teve impacto sobre a expressão da aposporia, assim sua aplicação visando o aumento de produção de sementes, pode prosseguir sem impactos sobre a via reprodutiva (Rios et al., 2013).

A partir das constatações apresentadas anteriormente, os apomíticos passaram a ser considerados como potencialmente importantes na história evolutiva das plantas e para o melhoramento, já que a manipulação da apomixia pode ser uma ferramenta importantíssima para o melhorista (Dall'Agnol & Schifino-Wittmann, 2005). Os últimos resultados com relação à pesquisa da apomixia apontam que o gênero *Paspalum* é um sistema biológico atrativo ao estudo da apomixia e que pode ser utilizado como modelo para o seu entendimento (Ortiz et al., 2013).

Segundo Carneiro & Dusi (2004), com o avanço da biotecnologia e a possibilidade de transferir genes entre plantas, independentemente da compatibilidade sexual, o interesse por esse tipo de reprodução foi despertado. A combinação da apomixia com a reprodução sexual terá aplicação direta na produção de sementes. De fato, as vantagens do uso de sementes apomíticas em culturas onde a apomixia não ocorre são inúmeras, dentre os quais, deve-se destacar que o uso controlado da apomixia na agricultura permitirá fixar ecótipos elite e híbridos de qualidade e propagá-los por sementes. Essa característica segundo Carneiro & Dusi (2004), pode trazer inúmeros benefícios:

- produção de sementes por pequenos produtores e por um número infinito de gerações;
- simplificação da produção comercial de sementes híbridas com consequente queda no custo total de produções de sementes;
- simplificação dos programas de melhoramento com consequente aumento no número de cultivares adaptados em cada local.

Se os avanços continuarem no mesmo ritmo dos obtidos na última década em poucos anos haverá a utilização programada da apomixia para o aumento da produção mundial de alimentos (Dall'Agnol & Schifino-Wittmann, 2005).

Programas de hibridação são importantes por permitirem a expansão do potencial de uso do *P. notatum* com a utilização de genitores sexuais femininos, polinizados com pólen de plantas apomíticas. Neste caso, ocorrerá a segregação de indivíduos sexuais e apomíticos na F1. O processo de hibridação atua no sentido de enriquecer as futuras cultivares para as características específicas de interesse (Ortiz et al., 2013). As plantas híbridas de reprodução sexual poderão ser utilizadas para futuros cruzamentos, gerando novas combinações gênicas e os híbridos apomíticos com

características agronômicas desejáveis poderão ser avaliados em novos ensaios a campo, visando futuros lançamentos, já que a reprodução apomítica se encarregará de manter tais características ao longo das gerações (Gauer et al., 2001).

A evolução do melhoramento genético de plantas forrageiras apomíticas

O melhoramento de plantas pode ser definido como a arte e a ciência que visam à modificação genética das plantas para torná-las mais úteis aos homens, animais e ambiente (Borém & Miranda, 2009). Nos primórdios da agricultura, quando os agricultores iniciaram a domesticação das espécies, selecionando os tipos mais desejáveis, o melhoramento realizado subjetivamente resultou nas primeiras alterações genotípicas direcionadas. Os resultados desses esforços primitivos contribuíram, de forma decisiva, para o processo evolutivo das espécies cultivadas.

Com a descoberta dos cruzamentos no reino vegetal, a hibridação foi incorporada às técnicas de melhoramento. Todavia, foram os experimentos clássicos de Gregor Mendel que forneceram a base para o entendimento da hereditariedade, visando ao melhoramento e desenvolvimento de novas cultivares (Borém, 2005). Atualmente, os vastos conhecimentos científicos têm conduzido o melhorista a resultados previsíveis, acompanhando a evolução tecnológica. Estima-se que metade do incremento da produtividade das principais espécies agronômicas nos últimos 50 anos seja atribuída ao melhoramento genético (Borém & Miranda, 2009). O melhoramento de plantas permite que regiões desenvolvam sistemas produtivos eficientes para competir na economia global, bem como para atender a nichos específicos de mercado. Os efeitos obtidos proporcionam um diferencial competitivo para países, regiões ou empresas, o que possibilita a criação de novos produtos com valor agregado (Borém & Miranda, 2009).

O melhoramento de forrageiras tem objetivos semelhantes aos das grandes culturas, tais como milho, soja e trigo, entre outras, que buscam o aumento da produtividade e da qualidade, a resistência a pragas e doenças, a produção de sementes de boa qualidade, o uso eficiente de fertilizantes e a adaptação a estresses edáficos e climáticos (Valle et al., 2008). Por outro lado, deve ser levada em consideração a capacidade de transformação da forrageira em produto animal (Pereira et al., 2001).

Sistemas de produção mais intensivos têm demandado por cultivares forrageiras mais produtivas, de melhor qualidade e mais adaptadas às ofertas ambientais específicas (Pereira et al., 2005). Para tal, é necessário considerar o comportamento da planta forrageira que resulta da interação do seu potencial genético com o ambiente. Dentre as muitas definições de interação genótipo x ambiente, pode-se reduzi-las a uma implicação prática em que a melhor população ou indivíduos num sítio não são necessariamente os melhores para outros sítios (Patiño-Valera, 1986). Um mesmo ecótipo responde de maneira diferenciada de acordo com o ambiente em que se encontra e esta resposta diferencial atua no desenvolvimento dos organismos. Para isso, faz-se necessário testar os ecótipos em uma série de ambientes

distintos, de modo que se possam separar com segurança as variâncias genéticas das variâncias devido à interação genótipo x ambiente.

Esta interação ocorre devido a uma resposta diferenciada do ecótipo aos diversos ambientes. 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 consequência, o ganho com a seleção (Falconer & Mackay, 1996). Além disso, há um aumento nos custos de multiplicação de sementes e no desenvolvimento de programas de melhoramento, necessitando a instalação e acompanhamento de vários experimentos nos mais diversos ambientes.

Assim, para maximizar o potencial de produção forrageira e conseqüentemente a produção animal, pode-se adaptar a planta ao ambiente por meio do melhoramento genético ou promover mudanças no ambiente por meio de práticas de adubação, irrigação, controle de invasoras, doenças e pragas, além do aumento das áreas de cultivo. A partir das alternativas expostas, o melhoramento genético passa a ser a opção mais adequada, sendo uma tecnologia que necessita de pequeno investimento, quando comparado com a capacidade de retorno, além de não ser poluente e, potencialmente, de poder beneficiar o maior número de produtores, com menor risco e custo de adoção (Pereira, 2002). Com o aumento do potencial produtivo das espécies cultivadas, diminui-se a necessidade de inclusão de novas áreas cultivadas no sistema produtivo (Borém & Miranda, 2009). Por outro lado, deve-se levar em consideração a pressão de seleção sob pastejo, por resultar na identificação de características forrageiras importantes. Dentre essas, podemos citar perfilhamento, a capacidade de competição e ressemeadura natural, rebrota e a persistência da planta, bem como o consumo e transformação da forrageira em produto animal para consumo humano (Euclides & Euclides Filho, 1998).

O Brasil possui um número restrito de cultivares de forrageiras disponíveis resultantes de programas de melhoramento genético propriamente dito. A grande maioria é resultado da seleção realizada sobre acessos introduzidos ou coletados no país e algumas do trabalho de seleção em grandes coleções representativas da variabilidade natural. A legislação brasileira sobre proteção de cultivares (MAPA, 1998) não prevê a proteção de plantas selvagens, mesmo para aquelas que apresentam desempenho superior após uma série de avaliações. Assim, o cruzamento para a seleção de híbridos superiores surge como uma alternativa, já que o material deixa de ser selvagem quando sofre algum tipo de manipulação. Entretanto, para a realização de cruzamentos é imprescindível que se faça avaliações de genitores superiores que tenham capacidade de transmitir características de interesse forrageiro à progênie.

A seleção, a partir da variabilidade natural nessas coleções, tem sido o principal método de desenvolvimento de novas cultivares (Miles, 2007). Esse método, apesar de mais simples e rápido, é finito, visto que se baseia apenas na avaliação da capacidade adaptativa de materiais coletados na natureza (Braz et al., 2011). O melhoramento de forrageiras via recombinação genética

passa, portanto, a se constituir na melhor opção na geração de novas cultivares (Valle, 2001).

Em *Paspalum*, o processo de hibridação teve seu trabalho pioneiro publicado em 1960 com a formação de indivíduos tetraplóides sexuais a partir da duplicação cromossômica, utilizando colchicina e posterior cruzamento com indivíduos apomíticos tetraplóides (Burton & Forbes, 1960), porém as cultivares não chegaram a ser lançadas. Na atualidade foram obtidos três novos ecótipos de *P. notatum* artificialmente poliploidizados utilizando colchicina, denominados “C44X” (Quarín et al., 2001) e “Q4188”, “Q4205” (Quarín et al., 2003), tetraplóides sexuais utilizados em vários cruzamentos.

A cultivar Pensacola também foi poliploidizada utilizando colchicina, obtendo-se três ecótipos tetraplóides sexuais, denominados “K3”, “alfa 63” e “delta 92” (Weiler, 2013), surgindo como novas possibilidades para serem utilizadas em programas de melhoramento. Por outro lado, em trabalho conduzido com *P. plicatulum*, duas plantas tetraplóides sexuais foram obtidas a partir da germinação de sementes diplóides tratadas com colchicina, indicando um importante material para o melhoramento de plantas de *P. plicatulum* tetraplóide apomítico e possivelmente outras espécies apomíticas do grupo Plicatula (Sartor et al., 2009). Os avanços obtidos com os trabalhos descritos anteriormente são importantes por permitirem a geração de variabilidade genética, possibilitando a exploração produtiva do gênero *Paspalum*. Este fato é de extrema importância, devido ao pequeno número de espécies e cultivares disponíveis no mercado, principalmente dos gêneros *Panicum*, *Cynodon* e *Brachiaria*, com destaque para a cultivar Marandú (*Brachiaria brizantha*), que é responsável por cerca de 33,7% das sementes comercializadas no país (Jank et al., 2005; 2011).

Segundo Harlan (1983), um programa de melhoramento só se justifica quando o germoplasma da espécie em questão foi explorado e os problemas a serem resolvidos foram identificados. Além disso, conhecimentos sobre a biologia básica da planta como a caracterização morfológica, nível de ploidia, modo de reprodução, entre outros, precisam ser explorados (Miles et al., 2004), pois permitem conhecer o material e observar a diversidade existente. Associar estas características com a produção agrônoma e dados genéticos, obtidos por meio de marcadores moleculares, pode auxiliar na escolha de genitores com características desejáveis e uma maior distância genética, resultando em um alto grau de heterose dos materiais formados (Fachinetto, 2010), para a seleção de genitores e o sucesso nas hibridações.

Os avanços na genética molecular têm gerado inúmeros benefícios ao melhoramento genético vegetal. No que se refere ao desenvolvimento de novos materiais, a genética molecular tem fornecido ferramentas capazes de realizar a identificação de ecótipos parentais, atribuição de linhagens a grupos heteróticos, avaliação de variabilidade e distância genética entre variedades, populações e espécies, seleção e recombinação dirigida de ecótipos superiores (Ferreira & Gratapaglia, 1998).

A determinação do modo de reprodução é de extrema importância em um programa de melhoramento e pode ser feito por meio da técnica de análise citoembriológica de clareamento de ovário (Young et al., 1979). Quando os ovários analisados não possuem antípodas e apresentam múltiplos sacos

embrionários apospóricos, o indivíduo é classificado como apomítico; por outro lado, na presença de estruturas organizadas (antípodas e sinérgidas) e um saco embrionário por ovário o indivíduo é classificado como sexual.

A identificação do modo de reprodução também pode ser realizada pela técnica de citometria de fluxo utilizando uma amostra pequena de sementes de cada indivíduo. Em plantas de reprodução sexual, o processo de dupla fertilização é responsável pela formação do embrião e do endosperma. O núcleo generativo masculino (n) se funde com a oosfera (n) e produz o embrião $2n$ e um segundo núcleo vegetativo masculino (n) se funde com dois núcleos polares ($n + n$) femininos para formar o endosperma $3n$. A manutenção de um nível adequado do balanço endospérmico (2:1), relação materna: paterna é requerida para o desenvolvimento adequado da semente fértil nos indivíduos sexuais.

Nas plantas apomíticas pseudogâmicas, a fertilização de dois núcleos polares não reduzidos ($2n + 2n$) por um núcleo masculino reduzido (n) resulta em um balanço endospérmico (4:1), formando um endosperma $5n$ (Quarín, 1999). A diferença entre sacos embrionários apomíticos e sexuais pode ser determinada pela análise da quantidade de DNA, indicando o nível de ploidia das sementes formadas, podendo distinguir os fenótipos apomíticos (endosperma $5n$) ou sexuais (endosperma $3n$) contidos dentro do saco embrionário (Caceres et al., 1999).

Além das técnicas apresentadas anteriormente os marcadores moleculares ligados ao gene da apomixia também podem ser utilizados com o objetivo de determinar o modo de reprodução de ecótipos. Porém, na atualidade, a utilização de marcadores moleculares com este objetivo é restrita a poucas espécies apomíticas, tais como, *Pennisetum* spp. (Ozias-Akins et al., 1998), *Brachiaria* spp. (Pessino et al., 1999) e *P. notatum* (Quarín et al., 2001), não existindo marcadores universais para identificar os genes da apomixia.

Um programa de melhoramento genético só se consolida quando tem cultivares lançadas comercialmente e ocupa fatia importante do mercado de sementes da cultura. Somente devem ser lançadas cultivares que realmente representem um avanço em relação às cultivares disponíveis e com características que as distinguem e que serão rapidamente absorvidas pelo mercado (Federizzi, 2010).

A influência do nitrogênio no desenvolvimento das gramíneas

O manejo do nitrogênio tem sido uma das práticas agrícolas mais estudadas no sentido de melhorar a sua eficiência de uso, pré-requisito para diminuir os custos de produção, para proteção ambiental e aumento no rendimento das culturas (Kolchinski & Schuch, 2002). O nitrogênio (N) é um nutriente essencial ao desenvolvimento das plantas, atuando nos processos de crescimento e desenvolvimento, além de possibilitar incrementos na qualidade e estacionalidade produtiva das forrageiras (Bemhaja et al., 1998).

A maior disponibilidade de N para as plantas eleva a taxa fotossintética das folhas, aumenta a produção de matéria seca e vigor de rebrota por possibilitar aumento nos ciclos de renovação das folhas, o que consequentemente implica em maior capacidade de suporte da pastagem

(Cecato et al., 1996). O nível de nutrição nitrogenada passa a ser o principal fator de controle dos processos de crescimento e desenvolvimento, pois faz parte da estrutura das enzimas e das proteínas, essenciais ao metabolismo das plantas (Taiz & Zeiger, 2004), sendo também componente estrutural da parede celular.

Em gramíneas, a fotossíntese, crescimento e produtividade estão fortemente associados à disponibilidade de N, pois há uma grande demanda deste nutriente em relação aos demais (Jeuffroy et al., 2002). A alta demanda de N pelas gramíneas quando comparadas as leguminosas está associada ao fato que estas possuem associação baixa ou nula com bactérias que fixam o nitrogênio (Brasil et al., 2005). Dentre os fatores ambientais, a radiação solar incidente e a temperatura não são manejáveis, ao contrário da disponibilidade hídrica e mineral, as quais podem ser manejadas a um nível ótimo. Quando os fatores manejáveis são elevados a este nível ótimo ou não limitante, a planta pode expressar seu potencial de resposta às variáveis não controláveis (radiação solar e temperatura). A planta expressa então, seu rendimento potencial, definido como aquele obtido na ausência de fatores limitantes (Costa, 1997). Entretanto, na tentativa de atingir esta produtividade potencial, as quantidades de N adicionadas ao sistema são comumente mais altas do que o mínimo requerido para a produção máxima (Lemaire & Gastal, 1997). Por outro lado, a deficiência de N reduz a habilidade das plantas em formar órgãos culminando com a diminuição do seu desenvolvimento pleno (Lawlor, 1993). Sanderson et al. (1997) destacaram o efeito da deficiência do N na redução do tamanho, volume e conteúdo de proteínas das células e a redução no tamanho e número de cloroplastos.

Sem que haja nutrientes suficientes no solo não há como esperar elevadas produções de forragem e com qualidade. O potencial de resposta de pastagens nativas à adubação é um fato já determinado, sendo que como qualquer outra espécie forrageira, as espécies nativas necessitam de iguais condições de ambiente (Carassai, 2006). Qualquer deficiência mineral que impeça a formação de proteínas equivale a uma deficiência de nitrogênio para a planta. Quando ocorre a falta de fósforo, cálcio e magnésio, a planta consegue absorver o nitrogênio do solo, mas sua metabolização é deficiente. A formação de proteínas é pouco eficaz, permanecendo em forma de aminoácidos, enquanto parte do nitrogênio continua circulando na seiva ou é perdido através das folhas. Portanto, a adubação nitrogenada, mesmo em doses elevadas, pode não resultar em aumento de produtividade (Pleshkov & Konfratev, 1971).

Os efeitos benéficos da aplicação de N no aumento e qualidade das gramíneas forrageiras são incontestáveis. Segundo Lazenby (1981), independente do nível de N no solo, a resposta na produção de forragem é aproximadamente linear até doses de 300 kg/ha de N em condições de clima temperado e até 400 kg/ha em clima tropical.

No entanto, a aplicação de N deve ser acompanhada por adequadas práticas de manejo, para obtenção de seu máximo proveito sem comprometer a persistência da pastagem (Costa & Saibro, 1984). O conhecimento da dose adequada de aplicação desse nutriente é importante no sentido de maximizar economicamente o potencial de produção de forragem. Diante desse

conhecimento, evitam-se perdas e aumenta-se a eficiência desse nutriente na produtividade das gramíneas e, conseqüentemente, na produção animal.

Atualmente, os produtores devem considerar, além do fator econômico, as conseqüências ambientais de suas práticas agrônômicas e ajustar as quantidades de N adicionadas com a necessidade real da cultura e a quantidade que se deseja produzir, uma vez que a produção potencial permitida pelas condições climáticas e a otimização dos benefícios econômicos podem ser divergentes (Lemaire & Gastal, 1997). Embora o uso de fertilizantes nitrogenados represente uma estratégia de manejo capaz de potencializar a produção e a produtividade de um sistema pastoril, via incremento na oferta de forragem, sua adoção pelos pecuaristas ainda é limitada (Townsend, 2008).

Na região da Depressão Central do RS, em uma área com predominância de *P. notatum*, foram avaliados níveis de oferta de forragem de 4 a 14% e adubação nitrogenada de 0, 30, 100, 170 e 200 kg de N/ha/ano, fracionados em duas aplicações. A fitomassa aérea seguiu uma relação linear e crescente tanto em relação aos níveis de oferta, como aos de fertilização, porém de maior magnitude deste último fator. Os resultados demonstram que o potencial de resposta destas pastagens à disponibilidade de N encontra-se bem acima dos níveis aos quais foi submetida (Boggiano, 2000).

Dentre os fatores que podem interferir na ausência de resposta do nitrogênio estão a não absorção do nitrogênio pelas plantas, a fonte de nitrogênio utilizada, o não fracionamento, a quantidade aplicada e a fertilidade natural do solo (Pizzaro, 2003), além da intensidade e frequência de desfolha ao qual a planta é submetida. Investimentos em fertilizante nitrogenado até níveis de 200 kg/ha passam a ser perfeitamente viáveis, tanto do ponto de vista econômico como biológico, uma vez que a produtividade da pastagem foi incrementada ao receber de 100 a 200 kg de N/ha/ano, podendo atingir acúmulos de 18 t de MS/ha e, por propiciar ganhos superiores a 700 kg de PV/ha, na estação de crescimento de primavera/ verão (Santos et al., 2008).

Em outro trabalho conduzido com *P. notatum* com o objetivo de expressar o potencial de resposta ao nitrogênio, os ecótipos em estudo “André da Rocha” e “Bagual” apresentaram resposta linear até a dose testada de 360 kg de N/ha/ano, sendo mais acentuadas após o primeiro ano (Townsend, 2008). O mesmo autor comenta ainda que o efeito de resposta ao nitrogênio vai depender da eficiência de uso nutriente pela planta, sendo que a espécie *P. notatum* apresentou resultados significativos para a variável em questão. Bons resultados têm sido atingidos, como a adubação de pastagens naturais, provando que as espécies nativas respondem como qualquer outra planta cultivada (Santos et al., 2008).

Os estudos atuais com relação à nutrição mineral estão buscando a validação de modelos que priorizem os entendimentos dessa questão, que tem grande impacto sobre os sistemas de produção de forragem das principais espécies utilizadas. Um estudo conduzido com *P. notatum* cultivar Pensacola sob dois níveis de adubação e de irrigação mostrou que a adubação teve maior impacto na produção de forragem quando comparada à irrigação (Gelcer, 2013). A partir do que foi exposto fica clara a necessidade de pesquisas que busquem esclarecer o comportamento de espécies e mesmo de distintos

ecótipos frente a diferentes disponibilidades de N, com o objetivo de aumentar os rendimentos produtivos e promover o uso mais eficiente desse nutriente.

Parâmetros genéticos

Um fator essencial para qualquer programa de melhoramento genético, que tenha o objetivo de identificar, acumular, e perpetuar genes favoráveis, é a manipulação de caracteres quantitativos através de endogamia, cruzamentos e ou seleção (Cruz & Carneiro, 2003). Para tal, as estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos têm grande importância em programas de melhoramento genético, pois são parte importante de um estudo amplo e contribuem 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 (Rossmann, 2001).

Os parâmetros genéticos são valores numéricos que permitem inferir sobre a estrutura genética, os quais variam para diferentes caracteres, idades e populações (Duda, 2003). As estimativas dos parâmetros genéticos possibilitam prever os ganhos oriundos das estratégias alternativas aplicadas ao melhoramento genético, fornecendo informações importantes à seleção e para a definição do programa de melhoramento da população.

De acordo com Silva (2006), ao efetuar as estimativas dos parâmetros genéticos, estes são válidos apenas para a população da qual o material experimental constitui amostra e para as condições de ambiente em que o experimento foi conduzido. Quando se objetiva estudar parâmetros genéticos deve-se utilizar material representativo da população, assim como as condições ambientais que devem ser semelhantes com as que serão utilizadas para cultivo comercial.

As diferenças observadas entre as estimativas dos parâmetros genéticos em uma determinada espécie são em função dos diferentes métodos utilizados na sua determinação, materiais genéticos analisados, das diferentes condições ambientais, épocas de avaliação e idade do material, entre outras (Vencovsky, 1987). Desta forma, o conhecimento da natureza e magnitude dos efeitos gênicos que controlam um caráter é primordial para o processo de seleção.

Herdabilidade

A herdabilidade é um dos parâmetros genéticos mais informativos para o trabalho do melhorista. Este parâmetro fornece a proporção da variância genética presente na variância fenotípica total. Dessa forma, ela mede a confiabilidade do valor fenotípico como indicador do valor genético, podendo ser estimada em sentido amplo e restrito.

A herdabilidade em sentido amplo considera toda a variação genética aditiva e não aditiva, sendo mais importante para o melhorista de espécies de propagação assexuada (Ramalho et al., 1993), como as espécies apomíticas. A herdabilidade no sentido restrito é determinada pela relação entre a variância genética aditiva e a variância fenotípica (Dudley e Moll, 1969)

e tem como finalidade orientar o melhorista sobre a qualidade relativa de variância genética que é utilizável no melhoramento, em descendências propagadas sexualmente.

O coeficiente de herdabilidade, tanto no sentido amplo quanto no sentido restrito, 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 o valor genético e o valor fenotípico da unidade de seleção (Allard, 1971).

Existe grande faixa de variação nas estimativas da herdabilidade de um mesmo caráter e que pode ser parcialmente atribuída à amostragem, às diferenças populacionais e às diferenças ambientais (Ramalho et al., 1993). Assim, experimentos com a finalidade de obtenção de estimativas de herdabilidade devem ser conduzidos em um ambiente semelhante aos quais as estimativas serão aplicadas. Neste caso, as estimativas da variância genética não serão inflacionadas pelos componentes da variância da interação entre genótipo e ambiente, componentes que estarão incluídos na variância fenotípica (Borém, 1998).

Correlações

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). O conhecimento da correlação entre caracteres é de extrema importância para os programas de melhoramento genético de plantas, principalmente quando se deseja exercer seleção simultânea de caracteres, ou quando um caráter de interesse evidenciar reduzida herdabilidade, problemas de aferição e/ou identificação. Neste caso, quando a seleção é aplicada sobre um caráter de expressiva herdabilidade e que apresenta alta correlação com outro caráter de interesse, o melhorista poderá obter ganhos significativos usando exclusivamente a seleção direta sobre o caráter de alta herdabilidade (Marchioro et al., 2003).

Alguns trabalhos vêm demonstrando a alta correlação positiva existente entre as variáveis produção de massa seca total e de folhas dentro do gênero *Paspalum* (Pereira et al., 2012; Pereira, 2013), assim como para a espécie *Brachiaria ruziziensis* Stapf (Basso et al., 2009; Borges et al., 2011). Neste sentido, Carvalho et al. (2001) comentaram que a seleção 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 ou for de difícil mensuração.

A correlação fenotípica entre dois caracteres pode ser diretamente mensurada em certo número de indivíduos da população. Essa correlação tem causas genéticas e ambientais, porém só a genética envolve uma associação de natureza herdável, podendo, por conseguinte, ser utilizada em programas de melhoramento. As causas de variação genética e ambiental afetam os

caracteres por meio de mecanismos fisiológicos diferentes (Falconer & Mackay, 1996).

OBJETIVOS

OBJETIVOS GERAIS:

Gerar informações sobre a caracterização agronômica de ecótipos e selecionar híbridos intraespecíficos de *Paspalum notatum* a partir da variabilidade genética gerada pela hibridização artificial.

Objetivos específicos:

- Determinar a variabilidade genética para a resposta ao fotoperíodo e a herdabilidade no sentido amplo de ecótipos e híbridos intraespecíficos de *Paspalum notatum*.
- Avaliar o potencial produtivo de ecótipos superiores de *Paspalum notatum* em resposta à fertilização nitrogenada.
- Obter maior variabilidade genética por meio de hibridizações intraespecíficas em *Paspalum notatum*.
- Analisar as progênies obtidas para os caracteres agronômicos de interesse e selecionar híbridos superiores para permanecer no programa de melhoramento.

CAPÍTULO II
Agronomic evaluation of *Paspalum notatum* Flügge under the influence of photoperiod¹

¹Artigo elaborado conforme as normas da Crop Science (Apêndice 1).

**Agronomic evaluation of *Paspalum notatum* Flügge under the influence of
photoperiod**

**J. M. Machado¹, M. Dall'Agnol^{2*}, E. A. Pereira¹, E. A. M. da Motta¹, R. L. Weiler¹,
C. Simioni², R. Schneider¹**

¹ Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

²Depto. de Zootecnia, Faculdade de Agronomia – UFRGS.

*Corresponding author (mdallagnol@gmail.com).

Abstract - The aim of this study was to determine the variability of the response to photoperiod and the heritability in a broad sense of ecotypes and intraspecific hybrids of *P. notatum*. In total, 19 tetraploid ecotypes of *P. notatum* provided by the Department of Agriculture of the United States, the National University of Northeast Argentina, besides six intraspecific hybrids of *P. notatum*, were evaluated. The experimental design used was completely randomized in a factorial design of 19 x 2 x 4 (ecotypes x photoperiod x seasons), with an extended and natural photoperiod, consisting of five repetitions. Forage production of the ecotypes was evaluated through cuts made in the period of July 2011 to October 2012. There is variability among the evaluated ecotypes, the character selected being insensitivity to photoperiod. The character of total dry mass production proved to be little influenced by environmental variation, allowing gains in selection. The possibility of increasing the potential of forage production exists and the challenge for future studies lies in selecting and developing materials insensitive to photoperiod.

Keywords: ecotypes, photoperiod, hybrids.

Introduction

Cattle production in Brazil is developed mainly by extensive systems, with the use of pastures as the main source of forage for animal feeding. Brazil has a rich natural environment with a large diversity of species which have advantages compared to exotic ones, since they are better adapted to local conditions. However, most of these species have a summer cycle, which induces forage deficiency during the winter time. (Nabinger et al., 2009).

Species of the *Paspalum* genus, from a forage point of view and due to the large number of occurrences in the Pampa biome, are an essential component of practically all field formations in southern Brazil. Among these species, *Paspalum notatum* Flüggé is of particular importance. Its importance as a subtropical forage is due to its forage quality and high resistance to animal grazing and stomping (Pozzobon & Valls, 1997), besides presenting several ecotypes adapted to different edaphoclimatic conditions (Nabinger & Dall'Agnol, 2008). However, its production is concentrated during the summer and presents a drastic fall during the winter, its largest determinant being the induced dormancy due to reduced photoperiod, (Dall'Agnol & Gomes, 1987), besides the low temperatures in this season of the year that have a negative influence on its seasonal production.

The existence of variability in *P. notatum* ecotypes allows for it to be used in breeding programs. Thus, breeding between sexual and apomictic ecotypes can be done in order to obtain new cultivars with superior ecotypes fixed by apomixis (Acuña et al., 2009). However, it is necessary to evaluate parents that are capable of transmitting characters of forage interest. In order to do so, selection is more effective when acting upon characters of high heritability, which justifies studies that aim to estimate genetic parameters. The aim of this study was to determine the genetic variability of the response to photoperiod and the heritability in a broad sense of ecotypes and intraspecific hybrids of *P. notatum*.

Material and Methods

The experiment was conducted at the Department of Forage Plants and Agrometeorology of the Agronomics School, Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS), located in the city of Porto Alegre – RS (latitude 30° 1'16.13" S and longitude 51°13'23.99" W). The photoperiod in this specific latitude varies from about 10h on July 21st to 14h on December 21st. The experiment was carried out from July 2011 to October 2012. The climate is classified as subtropical humid (Cfa), according to the Köppen classification (Moreno, 1961). Tetraploid ecotypes of *Paspalum notatum* provided by the Department of Agriculture of the United States (USDA) (30N, 36N, 48N, 70N, 83N, 95N, V4), collected in South America, and the National University of Northern Argentina (Q4188, Q4205 and C44X), besides intraspecific hybrids of *P. notatum* from crossings between the Q4205 x André da Rocha (Progenie “C”) and Q4205 x Bagual (Progenie “D”) ecotypes were evaluated, totaling six superior hybrids selected for the total dry mass production (TDMP): C1, C2, C15, C17, D3 and D16. The mode of reproduction of the sexual parents was described by Quarín et al. (2001) and the ploidy level of the male parents was analyzed by Fachinetto et al. (2012). The Pensacola cultivar of *P. notatum* and two native ecotypes of Rio Grande do Sul, named André da Rocha and Bagual, collected in the 1980s, were used as standards. With the exception of the Q4188, Q4205 and C44X ecotypes, all others underwent selection processes for total dry mass production (Fachinetto et al., 2012). Five clones of each ecotype were kept in 2.8 L vases with commercial substrate, allocated in open areas, where they were submitted to natural and extended photoperiod (14 hours of light) in the period from March to August of each year. Four metallic steam lamps of 250 W were positioned at 1.5 m of the plants submitted to extended photoperiod. A luximeter was used to measure the luminous intensity received by the vases submitted to extended photoperiod. Since different luminous intensities were detected, the vases were reallocated every three days. The experimental design used was completely randomized in a factorial design of 19 x 2 x 4 (ecotypes x photoperiod x seasons of the year), with an extended and natural photoperiod, consisting of five repetitions. The total dry mass production of ecotypes was evaluated through cuts, with a total of twelve cuts during the evaluation period. The cuts were made monthly and a residue height of 5 cm was

left. The material collected was put to dry in a forced air circulation chamber with forced air at 65°C for 72 hours and later weighed. The data was submitted to variance analysis and F test, using the ANOVA procedure, and the comparisons of means were done with the Scott-Knott and Tukey test at 5% significance, using the Genes (2007) software. Afterwards, the Pearson correlation analysis was performed between each season of the year. The values of square medium were used to determine heritability in a broad sense, as described by Carvalho et al. (2001).

Results and discussion

There was significant interaction between ecotypes x photoperiod x seasons of the year ($p < 0,05$) for total dry mass production (TDMP) (g vase^{-1}), with the formation of distinct groups that demonstrate the existent variability (Table 1). The key question concerning this type of management is if the use of extended photoperiod during colder months of the year can influence the following production of ecotypes and hybrids during the spring. Alterations in forage production can result from the use of reserve substances stored in the rhizomes of *P. notatum* during the winter for subsequent use to promote its growth in the spring.

The management used resulted in different consequences for the ecotypes (Table 1). Among the 19 materials evaluated, 13 obtained a higher TDMP when submitted to extended photoperiod. However, only the C2 and D3 hybrids obtained a lower TDMP in the spring. Sinclair et al. (2001) evaluated the effect of extended photoperiod during the winter for Pensacola, which presented an increase in forage production of around 3.6 times in comparison to other treatments that did not establish this same effect. Studies show that one of the reasons for the decrease in forage production during the winter, in *P. notatum*, appears to be the dormancy induced by the change in photoperiod (Dall'Agnol & Gomes, 1987; Sinclair et al., 2003). The remaining ecotypes were not influenced by the treatments in the winter. This response resulted in no disadvantage for the following spring, which was confirmed by the positive correlation between both seasons of the year ($r = 0.73$; $P = 0.0004$). In this manner, there would be no deleterious effect if genetic manipulation was possible to obtain an increase in production during colder months and shorter days (Sinclair et al.,

2003). The presence of sensitive ecotypes continues to be important in areas with colder weather, since this mechanism could probably act as a defense mechanism for these plants. In the opposite manner, insensitive ecotypes could be used in regions with a warmer weather and where the decrease in production occurs mainly due to photoperiod.

In the second year of evaluation, when submitted to natural photoperiod, the André da Rocha and Bagual ecotypes and the Pensacola cultivar presented a reduction of TDMP of 4,1; 4,2 and 2,4 times in the transition from summer to autumn, respectively (Table 1). Thus, the Pensacola cultivar presented the best distribution of forage production.

There was no variation in TDMP of 36N, 48N and 83N ecotypes in all seasons, regardless of the treatment applied and the year of evaluation (Table 1). This information suggest a higher stability of these ecotypes compared to the rest, being classified as ecotypes insensitive to photoperiod reduction and that maintain a productive stability during all seasons of the year.

After being identified the material described as insensitive will be used as male parents in intraspecific crossing schemes, while ecotypes with a sexual reproduction mode and that present high forage production during the seasons favorable to growth will be the female parents. Even though the Q4188 and Q4205 ecotypes presented an intermediate TDMP in the summer when submitted to natural photoperiod, they can be used as female parents for crossing with 36N, 48N and 83N ecotypes since they present a sexual reproduction mode. Thus, the progeny of the Q4188 ecotype could be used in environments with mild winters. On the other hand, the Q4205 ecotype could be used in crossings aimed at environments with colder winters.

According to Sinclair et al. (2001), the selection of ecotypes insensitive to photoperiod could substantially increase forage production in subtropical regions. The limited offer of forage during the months with shorter days has been one the most important factors to influence animal production and grazing management (Sinclair et al., 2003), however it can not be used as the only responsible parameter for low forage production during this period. Newman et al. (2007), in a study conducted with the *Paspalum*, *Panicum* and *Cynodon* genus, observed a total dry mass production with a yield 3.5 times higher for the treatment with extended photoperiod of 15 hours.

Simulations of forage growth were conducted in tropical regions, confirming that the reduction of photoperiod is one of the factors responsible for the decrease in forage production (Sinclair et al., 2001). These results confirm that dry mass productivity can be increased if the sensibility to photoperiod is genetically removed or reduced.

In regards to regrowth capacity during the transition of winter to spring, in the first year of evaluation the ecotypes presented a fast regrowth in both treatments (Figure 1). When submitted to extended photoperiod the Q4205 stood out for having the highest TDMP in the spring, however this ecotype was not in the most productive group during the winter. When submitted to natural photoperiod the fast regrowth and accumulation of dry mass of hybrids during the spring were higher than those of the parents (Q4205 X André da Rocha and Q4205 X Bagual), maximizing the benefits obtained by hybrid vigor (Carvalho et al., 2001).

In the second year of evaluation there were variations regarding ecotype regrowth in the transition period from winter to spring (Figure 1). The Q4188 and Q4205 ecotypes showed an increase in TDMP, presenting a higher TDMP than the 30N, 36N, V4, C44X, C2, C15, C17, D3, D16 ecotypes, that also obtained better regrowth capacities but with a lower intensity of response. Once again the Q4204 ecotype presented a higher TDMP in the spring when submitted to extended photoperiod. Thus, these ecotypes are capable of restarting their growth more quickly with the beginning of a warm season, which would be favorable for allowing a higher forage accumulation and consequently anticipating the grazing period of these ecotypes.

On the other hand, the 70N and 83N ecotypes maintained similar TDMP during the said period of evaluation. Decrease in the values for the variable in question were observed in 48N, 95N, André da Rocha, Bagual, C1 ecotypes and the Pensacola cultivar, characterizing a slower regrowth after the winter. The TDMP varied when the ecotypes were submitted to natural photoperiod, and most of the ecotypes presented the highest productions in the spring, with the exception of the 30N ecotype, that showed opposite behavior. The C1 hybrid and the Pensacola cultivar presented similar productions in the winter and spring. In the second year of evaluation the hybrids once again presented a productive superiority when compared to the parents.

Heritability in a broad sense presented high magnitude (>80%) for TDMP, with an average value of 87%. According to the classification proposed by Falconer

(1987), when high heritability for a certain characteristic is detected, this indicates a low environmental interference in phenotypical variability.

The results obtained for TDMP are important in the sense that the literature has been demonstrating that the selection for this character, combined with its high heritability, increases the chances of identification and selection of superior ecotypes for the production of dry leaf mass through indirect selection by TDMP (Borges et al., 2011). This information is extremely important in this type of study since it allows the selection of ecotypes that are productive and insensitive to photoperiod, while at the same time probably selecting ecotypes with high production of dry leaf mass. According to Minson (1990), the leaves are the favorite part for herbivore consumption, since they are less resistant to breakage by chewing and have a lower retaining time in the rumen. However, it is difficult to estimate the dry leaf mass.

The high heritability observed in the experiment can be attributed to the fact that it is an apomictic species, which results in individuals with no genetic variability. In this case, the recombination from a sexual parent in the formation of new individuals can increase the number of alleles in heterozygosis in F_1 , maximizing the benefits of heterosis by hybrid vigor and higher phenotypical stability (Dall'Agnol & Schifino-Wittmann, 2005).

Conclusions

There is variability among the evaluated ecotypes, with the 36N, 48N and 83N being selected for being insensitive to photoperiod and productive stability during all seasons of the year. The Q4188 and Q4205 ecotypes can be bred with insensitive ecotypes for the production of hybrids for warmer and colder winters, respectively. The forage productive potential of *P. notatum* can be increased using materials insensitive to photoperiod, without deleterious effects during the months with colder weather and shorter days. Selection gains for total dry mass production are possible due to the high heritability of the studied character.

Table 1- Total dry mass production of ecotypes and hybrids of *Paspalum notatum* ecotypes in different environments and seasons of the year

Ecotypes	Year 1						Year 2						
	Extended photoperiod		Natural photoperiod		Summer	Extended photoperiod		Natural photoperiod		Summer	Autumn	Winter	Spring
	Winter	Spring	Winter	Spring		Autumn	Winter	Spring	Summer				
30N	A1.2ab	A11.8def	B0.6abcde	A9.4cdef	A17.1cde	A7.5bcd	A5.2bcd	A5.5bc	A16.8cdef	B4.8cde	A4.6b	A4.1cd	
36N	A0.7bcd	A9.3ef	A0.5abcde	A7.3ef	A18.2bcde	A6.3bcd	A4.9bcde	A5.5cd	A16.2cdef	A5.1cde	A2.7bc	A3.7cde	
48N	A0.6bcd	A12.0def	A0.8abcde	A9.9cde	A17.3cde	A8.5bc	A4.6bcde	A4.3cd	A18.3bcde	A4.8cde	A3.3bc	A5.0bcd	
70N	A0.9bcd	A13.6cdef	B0.3bcde	B8.1def	A17.5bcde	A9.4b	A5.3bcd	A5.2cd	B12.6defg	B3.3e	B2.2bc	B3.3de	
83N	A0.6bcd	A9.0f	A0.7abcde	A8.5def	A9.5f	A4.2cd	A4.9bcde	A4.8cd	A12.1defg	A3.4de	A1.5c	A3.7cde	
95N	A0.9bc	A11.1def	A0.7abcde	A11.1bcde	A17.5bcde	A9.2b	A6.8bcd	A6.5bcd	A18.5bcde	A8.0abc	B3.8bc	B4.9bcd	
V4	A0.7bcd	A12.7cdef	B0.3cde	A9.4cdef	A18.8bcde	A8.5bc	A3.6de	A4.6cd	A16.1cdef	A5.7bcde	A2.8bc	A4.3bcd	
André da rocha	A1.8a	A11.3def	A1.0abcd	A8.9def	A18.5bcde	A9.0b	A6.3bcd	A5.3cd	B10.6efg	B2.6e	B2.2bc	A3.1de	
Bagual	A1.3ab	A12.1cdef	A0.7abcd	B9.8cde	A19.0bcd	A7.9bc	A6.8bcd	A5.4cd	A18.5cde	B4.4cde	B3.3bc	A4.0cde	
Pensacola	A1.1ab	A10.9def	B0.2e	B3.5f	A11.8ef	A4.5cd	A4.0cde	A3.7cd	B6.4g	B2.7e	A1.9bc	A2.0e	
Q4188	A1.1ab	A18.0b	A1.1a	B9.5cde	A33.2a	A14.0a	A7.7ab	A10.5ab	B22.8bc	B8.0abc	B3.3bc	B5.6bc	
Q4205	A0.8bcd	A23.1a	A1.0ab	B9.9cde	A24.4b	A8.5bc	A7.5abc	A12.4a	B16.3cdef	B3.1e	B2.6bc	B3.9cde	
C44X	A0.7bcd	A9.8ef	B0.4cde	A8.7def	A13.6def	A3.1d	A1.5e	A3.4d	A9.3fg	A2.6e	A1.4c	A3.1e	
C1	A0.7bcd	A13.7bcdef	A0.4abcde	A18.0ab	A20.0bcd	A9.0b	A11.2a	A10.54ab	A21.7bc	A6.2bcde	B7.8a	B8.0a	
C2	A0.3cd	B11.1def	B0.1e	A15.0abc	B14.2def	A7.6bcd	A3.9cde	A5.3cd	A19.3bcd	A7.6abc	A3.4bc	A4.8bcd	
C15	A0.3cd	A16.9bc	B0.2e	A18.6a	A22.6bc	A10.7ab	A5.2bcd	A5.8cd	A25.5ab	A9.6ab	A4.6b	A5.7bc	
C17	A0.2d	A14.9bcd	A0.2e	B10.4bcde	A15.9cdef	A9.7ab	A4.8bcde	A5.5cd	A20.1bcd	B7.5abcd	B2.5bc	A5.0bcd	
D3	A0.6bcd	B17.7b	A1.0abc	A19.1a	B19.4bc	A10.6ab	A5.5bcd	A6.2cd	A32.3a	A10.9a	B3.6bc	B5.1bcd	
D16	A0.6bcd	A13.9bcde	B0.3de	A13.3abcd	A16.9cde	A7.6bcd	A5.9bcd	A7.5bc	A19.1bcd	A8.5abc	A4.2bc	A6.3ab	

Means preceded by different capital letters in the same row differ between seasons within each year by the Scott-Knott test ($p < 0.05$) and means followed by different lowercase letters in the column differ by the Tukey test ($P < 0.05$).

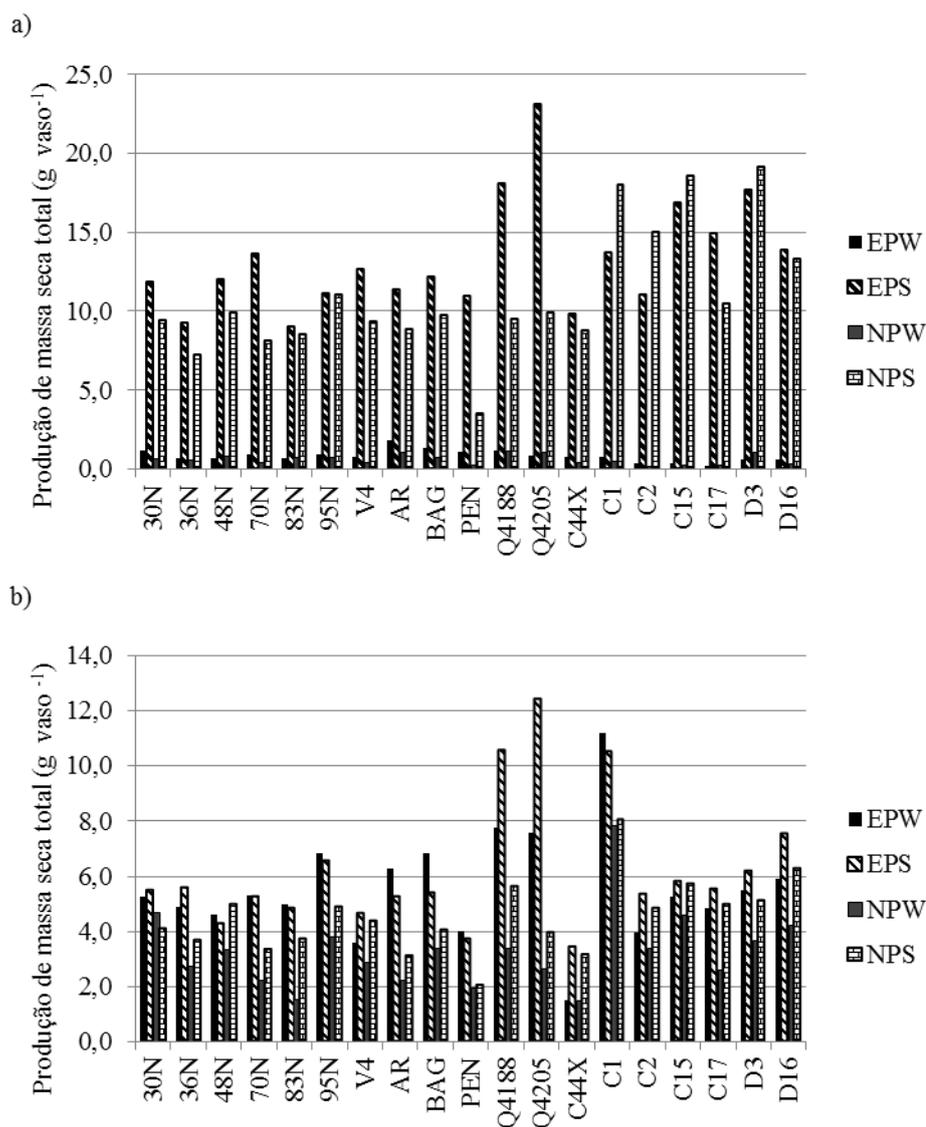


Figure 1- Total dry mass production of ecotypes and intraspecific hybrids of *P. notatum* submitted to extended and natural photoperiod in different seasons and years of evaluation. a) First year; b) Second year. EPW: extended photoperiod in the winter; EPS: extended photoperiod in the spring; NPW: natural photoperiod in the winter; NPS: natural photoperiod in the spring.

References

- Acuña, C.A., A.R. Blount, K.H. Quesenberry, and W.W. Hanna. 2009. Bahiagrass tetraploid germplasm: reproductive and agronomic characterization of segregating progeny. *Crop Sci.* 49: 581-588. doi:10.2135/cropsci2008.07.0402
- Borges, V., F.S. Sobrinho, F.J.S. Ledo, and M.M. Kopp. Association between traits and path analysis in half-sib progeny selection of *Brachiaria ruziziensis*. 2011. *Rev. Cer.* 58:765-772. doi:10.1590/S0034-737X2011000600013
- Carvalho, F.I.F.; S.A. Silva, A.J. Kurek, V.S. Marchioro. 2001. Estimativas e implicações da herdabilidade como estratégia de seleção. Pelotas: UFPel.
- Cruz, C.D. Programa Genes: aplicativo computacional em genética e estatística. 2007. Viçosa: UFV.
- Dall'agnol, M.; K.E. Gomes. Avaliação Inicial da Matéria Seca de Espécies do Gênero *Paspalum*. In: Encontro internacional sobre melhoramento genético de *Paspalum*, 1987, Nova Odessa. p. 51-55.
- Dall'Agnol, M., and M. T. Schifino-Wittmann. Apomixis, genetics and plant breeding. 2005. *Rev. Bras. Agroc.* 11: 127-133.
- Fachinetto, J.M., R. Schneider, K.G.C. Hubber, and M. Dall'Agnol. Agronomic evaluation and persistence analysis in a collection of *Paspalum notatum* Flüge (Poaceae) accessions. 2012. *Rev. Bras. de Cienc. Agra.* 7: 189-195. doi:10.5039/agraria.v7i1a1238
- Falconer, D.S. 1987. Introdução à genética quantitativa. 279. Imprensa universitária, Viçosa.
- Minson, D.J. 1990. Forage in ruminant nutrition. 483. Academic Press, San Diego.
- Moreno, J.A. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. 61. Secretaria da Agricultura, Porto Alegre.
- Nabinger, C.; M. Dall'agnol, 2008. Principais gramíneas nativas do RS: características gerais, distribuição e potencial forrageiro. In: M. Dall'agnol, C. Nabinger, R. Santos, Simpósio de forrageiras e produção animal, UFRGS, Porto Alegre. p. 7-54.
- Nabinger, C., E.T. Ferreira, A.K. Freitas, P.C.F. Carvalho, D.M. Sant'Anna. 2009. Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. In: Pillar, V. D. et al., editors, Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. p. 175-198.
- Newman, Y.C., T.R. Sinclair, A.S. Blount, M.L. Lugo, and E. Valencia. Forage production of tropical grasses under extended daylength at subtropical and tropical latitudes. 2007. *Environ. Exp. Bot.* 61:18-24. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envexpbot.2007.02.00>

Pozzobon, M.T., and J.M. Valls. Chromosome number in germplasm accessions of *Paspalum notatum* (Gramineae). 1997. Braz. J. of Gen. 20:29-34.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84551997000100006>

Quarín, C.L., F. Espinoza, E.J. Martinez, S.C. Pessino, and O.A. Bovo. 2001. A rise of ploidy level induces the expression of apomixis in *Paspalum notatum*. Sex. Plant Reprod. 13:243-249. doi: 10.1007/s004970100070

Sinclair, T.R., P. Mislevy, J.D. Ray. Short photoperiod inhibits winter growth of subtropical grasses. 2001. Plant. 213:488-491. doi: 10.1007/s004250100611

Sinclair, T.R., J.D. Ray, P. Mislevy, and L. M. Premazzi. 2003. Growth of subtropical forage grasses under extended photoperiod during short-day length months. Crop Sci. 43:618-623. doi:10.2135/cropsci2003.6180

CAPÍTULO III
Potencial produtivo de ecótipos superiores de *Paspalum notatum* Flüggé
em resposta à níveis de fertilização nitrogenada¹

¹Artigo elaborado conforme as normas da Pesquisa Agropecuária Brasileira (Apêndice 2).

Potencial produtivo de ecótipos superiores de *Paspalum notatum* Flüge em resposta a níveis de fertilização nitrogenada

Juliana Medianeira Machado¹, Miguel Dall'Agnol¹, Marlon Risso Barbosa¹, Éder Alexandre Minski da Motta¹, Emerson André Pereira¹, Thiago Barros¹, Jackson Camargo Neme¹, Priscila Becker Ferreira²

¹Universidade 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: mdallagnol@gmail.com

²Universidade Federal do Pampa, BR 472 – km 592 – Caixa Postal 118, CEP 97500-970 Uruguaiana, RS.

Resumo – O trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o potencial produtivo de ecótipos superiores de *P. notatum* em resposta à fertilização nitrogenada. Foram avaliados seis ecótipos tetraplóides de *Paspalum notatum* provenientes do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos coletados na América do Sul, além de dois ecótipos nativos do Rio Grande do Sul e a cultivar Pensacola, totalizando nove ecótipos avaliados. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com quatro repetições. Cada bloco foi constituído de quatro níveis de fertilização nitrogenada (0, 60, 180 e 360 kg de N/ha/ano) e nove ecótipos de *Paspalum notatum*. As características agronômicas dos ecótipos em estudo foram avaliadas por meio de cortes, totalizando sete cortes. Os ecótipos de *Paspalum notatum* respondem de forma positiva aos níveis crescentes de fertilização nitrogenada, com destaque para os ecótipos 48N, 83N, André da Rocha e Bagual que são indicados a prosseguir no programa de melhoramento por apresentarem as maiores produções de massa seca total e de folhas. Os ecótipos 83N, André da Rocha e Bagual apresentaram os maiores ciclos de produção de forragem, além de alta relação folha:colmo. As maiores respostas a aplicação de nitrogênio ocorreram quando o fertilizante foi aplicado na estação de crescimento da espécie.

Termos para indexação: ecótipos, estação de crescimento, nitrogênio.

Productive potential of superior ecotypes of *Paspalum notatum* Flügge in response to levels of nitrogen fertilization

Abstract - The study was conducted with the objective of evaluating the productive potential of superior ecotypes of *P. notatum* in response to nitrogen fertilization. Six tetraploid ecotypes of *Paspalum notatum* provided by the Department of Agriculture of the United States collected in South America, plus two types of native ecotypes of Rio Grande do Sul and the Pensacola cultivar were evaluated, a total of nine ecotypes. The experimental design used was randomized blocks with four repetitions. Each block consisted of four levels of nitrogen fertilization (0, 60, 180 and 360 kg of N/ha/year) and nine ecotypes of *Paspalum notatum*. The agronomic characteristics of the ecotypes in the study were evaluated through cuts, with a total of seven cuts. The ecotypes of *Paspalum notatum* respond positively to increasing levels of nitrogen fertilization, especially the 48N, 83N, André da Rocha and Bagual ecotypes which are indicated to continue in the breeding program since they present the highest productions of total dry mass and leaves. The 83N, André da Rocha and Bagual ecotypes presented the highest forage production cycles, as well as a high leaf:stem ratio. The highest responses to nitrogen application occurred when the fertilizer was applied in the species growth period.

Terms for indexing: ecotypes, nitrogen, growth period.

Introdução

A exploração da pecuária brasileira é desenvolvida, basicamente, com a utilização de pastagens como a principal fonte de forragem para a alimentação animal. Particularmente a região Sul do Brasil possui condições edafoclimáticas que propiciam uma grande diversidade de espécies com destaque para o gênero *Paspalum* que possui papel fundamental com espécies forrageiras predominantes na fisionomia e na participação da produção pecuária dos campos nativos do Bioma Pampa.

Dentre as espécies desse gênero, destaca-se *Paspalum notatum* Flügge, com ecótipos que possuem reconhecido potencial forrageiro (Nabinger & Dall'Agnol, 2008;

Fachinetto et al., 2012). A presença de características favoráveis a exploração produtiva da espécie possibilita a seleção dos materiais superiores para lançamentos como cultivares. Além disso, a espécie foi destacada entre as chamadas “plantas para o futuro”, por apresentar potencial de inserção na matriz agrícola (Valls et al., 2009).

Um importante ponto a ser avaliado antes do lançamento comercial de uma nova cultivar é o nível de utilização de nutrientes a fim de otimizar a produção e diminuir os custos de implantação e manutenção das pastagens. Tal prática é importante por ser a utilização de fertilizantes é a ferramenta tecnológica mais questionada por produtores rurais quanto à sua viabilidade econômica. No entanto, os resultados de pesquisa vêm demonstrando que as espécies nativas podem apresentar resposta tão positiva à adubação como qualquer outra espécie (Santos et al., 2008).

Assim, é de interesse, o desenvolvimento de cultivares forrageiras que tenham habilidade para utilizar o nitrogênio de forma a aumentar os rendimentos produtivos e promover o uso mais eficiente desse nutriente. O trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o potencial produtivo de ecótipos superiores de *P. notatum* em resposta à fertilização nitrogenada.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em área da Estação Experimental Agronômica pertencente à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), localizada no município de Eldorado do Sul/RS. A área experimental situa-se na região fisiográfica da Depressão Central do Rio Grande do Sul. A região possui clima subtropical úmido (Cfa), conforme a classificação de Köppen (Moreno 1961). O solo é classificado como Argissolo vermelho distrófico típico (Embrapa, 2013). As amostras de solo foram coletadas de 0-10 cm de profundidade e apresentaram as seguintes características químicas: argila = 15%; pH (H₂O) = 5,4; Índice SMP = 6,3; P (mg/dm³) = 15,6; K (mg/dm³) = 151,4; M.O. = 2,7%. A área foi adubada no momento da implantação das mudas com fósforo e potássio, segundo a recomendação para pastagens perenes de estação quente (Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, 2004). O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com quatro repetições. Cada bloco foi constituído de quatro níveis de

fertilização nitrogenada (0, 60, 180 e 360 kg de N/ha/ano de N) e nove ecótipos de *Paspalum notatum*. O nitrogênio foi aplicado na forma de uréia e fracionado em três aplicações. Os ecótipos avaliados foram provenientes do United States Department of Agriculture (USDA), coletados na América do Sul (30N, 36N, 48N, 70N, 83N, 95N), além de ecótipos nativos do RS (André da Rocha e Bagual) e a cultivar Pensacola que foram utilizados como testemunhas. Os materiais em estudo foram selecionados para produção de massa seca (Fachinetto, et al., 2012). No outono de 2011 foram feitas mudas dos ecótipos que foram mantidos em vaso com substrato comercial em casa de vegetação até o plantio que ocorreu em dezembro de 2011. As avaliações foram realizadas por meio de cortes, totalizando 7 cortes (16/03; 26/04; 12/11 e 11/12/2012; 22/01; 20/02 e 18/03/2013). Os cortes ocorreram sempre que a maioria dos ecótipos atingiu 20 cm de altura do dossel, sendo mantido um resíduo de cinco cm do solo. Após os cortes, as amostras foram levadas ao laboratório para a separação morfológica de folhas, colmos e inflorescências e posteriormente foram alocadas em estufa de ar forçado, a 65°C, até massa constante. As variáveis avaliadas foram: produção de massa seca total (PMST) (g linha^{-1}), produção de massa seca de folhas (PMSF) (g linha^{-1}), produção de massa seca total acumulada (PMST acumulada) (g linha^{-1}), produção de massa seca de folhas acumulada (PMSF acumulada) (g linha^{-1}), produção de massa seca de colmos (PMSC) (g linha^{-1}), relação folha: colmo (RFC). Com as variáveis PMSF e PMSC foi calculada a RFC, por meio do quociente entre PMSF e PMSC. Os dados coletados foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk e as variáveis foram transformadas utilizando o logaritmo. As variáveis foram submetidas à análise de regressão para os níveis de fertilização nitrogenada. As análises de variância e teste F foram realizadas através do procedimento PROC MIXED. A seleção das melhores estruturas de matrizes de variância e covariâncias para cada variável foram feitas com base nos critérios: critério de informação de Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC), teste de verossimilhança. As médias foram estimadas pelo procedimento LSMEANS e a comparação de médias pelo teste de Tukey – Kramer 5%. Após, as variáveis foram submetidas à análise de correlação de Pearson. Os dados foram analisados utilizando o pacote estatístico SAS (2001).

Resultados e discussão

Houve interação ecótipos x nitrogênio x corte para todas as variáveis analisadas, exceto para a produção de massa seca total acumulada (PMST acumulada) que apresentou diferença significativa para ecótipos e níveis de fertilização nitrogenada. Tais interações significativas são resultados das alterações no potencial de resposta dos ecótipos ou na magnitude das diferenças entre os ecótipos quando submetidos aos distintos níveis de fertilização nitrogenada e aos cortes. Os resultados serão apresentados por cortes com o objetivo de demonstrar a distribuição da produção de forragem ao longo do período experimental.

Os resultados de produção de massa seca total (PMST) dos ecótipos quando submetidos aos distintos níveis de fertilização nitrogenada encontram-se na Figura 1. No primeiro corte o ecótipo 70N obteve a menor PMST (11,0 g linha⁻¹) quando não recebeu fertilização nitrogenada, e somente esteve entre os ecótipos com as maiores PMST quando submetido ao nível de fertilização de 360 kg de N/ha/ano. Por outro lado, quando os ecótipos foram submetidos ao nível de 360 kg de N/ha/ano o destaque foi o ecótipo 83N que apresentou a maior resposta a aplicação do fertilizante (59,5 g linha⁻¹). A Pensacola demonstrou altas PMST a partir do nível de fertilização de 180 kg de N/ha/ano, o que demonstra que a cultivar é exigente quanto ao nível de fertilização nitrogenada para obter PMST relevantes. No segundo corte os ecótipos aumentaram as PMST, porém seus comportamentos produtivos foram semelhantes ao corte anterior.

No terceiro corte o ecótipo Bagual obteve alta PMST, independentemente do nível de fertilização nitrogenada, demonstrando também o potencial de resposta produtiva quando submetido aos maiores níveis de fertilização nitrogenada. Em comparação ao ecótipo 83N que se manteve entre os mais produtivos os incrementos observados para o ecótipo Bagual foram de 33, 37 e 30% para os níveis de fertilização de 60, 180 e 360 kg de N/ha/ano, respectivamente. A avaliação ocorreu na estação de primavera, ou seja, após o período de inverno onde praticamente ocorre a paralização no crescimento das espécies C₄. Especialmente para estas espécies simulações de crescimento de forragem realizadas em regiões tropicais confirmam que a redução do comprimento do dia é um dos fatores responsáveis pelo decréscimo de produção das

forrageiras nos meses frios do ano (Sinclair et al., 2001), aliada as baixas temperaturas. Dentre os principais fatores que afetam a produtividade e a perenidade está a capacidade de reconstituição de uma nova área foliar, o que está intrinsecamente associada às condições ambientais, fertilidade do solo e as características genéticas da planta (Vieira & Mochel Filho, 2010), sendo o rápido rebrote preconizado em espécies forrageiras. No quarto corte os ecótipos 48N, 83N, André da Rocha e Bagual destacaram-se por responderem a todos os níveis de fertilização aplicados.

No quinto corte destacaram-se as maiores PMST dos ecótipos em relação aos demais cortes. A época de ocorrência do corte equivale ao período de verão favorável ao desenvolvimento da espécie e ao efeito da totalização da aplicação da fertilização nitrogenada compreendendo o ano agrícola de 2013. Segundo Newman et al. (2010), a maior parte da produção desta espécie ocorre nos meses mais quentes do ano, devido às maiores temperaturas (25 – 30°C) e dias mais longos. Verifica-se que as maiores PMST foram obtidas quando os ecótipos foram submetidos ao nível de fertilização de 360 kg de N/ha/ano. Os ecótipos mais produtivos em relação ao corte anterior mantiveram suas PMST elevadas, com exceção do ecótipo Bagual, que manteve PMST intermediária. Cabe ressaltar que no presente corte o ecótipo 70N também obteve alta PMST. A Pensacola juntamente com os ecótipos 30N e 36N, foi o material menos produtivo independente do nível de fertilização nitrogenada, apesar das condições climáticas favoráveis.

Comparando o sexto e o sétimo corte pode-se observar que houve decréscimos na PMST para os ecótipos 30N (29%), 36N (41%), 48N (20%), 70N (22%) e Pensacola (17%), quando estes não receberam fertilização nitrogenada. Os resultados mantiveram-se semelhantes mesmo quando os materiais foram submetidos aos níveis de fertilização nitrogenada, contrariando a afirmação de que a aplicação de nitrogênio melhora a distribuição estacional de forragem (Bemhaja et al., 1998). Dessa forma, os ecótipos descritos anteriormente podem ser caracterizados como materiais que possuem menor ciclo produtivo de forragem. Comportamento semelhante foi observado em trabalho conduzido com a mesma espécie onde incrementos anuais de N de 0 a 270 kg/ha aumentaram a produção de MS de 3,34 para 10,3 ton/ha, mas isso não alterou a distribuição estacional da produção de forragem (Beaty et al., 1960).

Por outro lado, os ecótipos 83N, André da Rocha e Bagual, obtiveram aumentos de 14%, 36% e 12% na PMST no sétimo corte quando comparado ao sexto corte, respectivamente. Esses resultados demonstram que os ecótipos possuem maior capacidade de manutenção do ciclo de produção de forragem por um maior período de tempo mesmo quando não receberam fertilização nitrogenada. Quando submetidos aos níveis de fertilização nitrogenada responderam de forma positiva, o que coloca esses materiais no mesmo patamar de resposta de espécies tropicais melhoradas que, normalmente, respondem linearmente até 400 kg de N/ha/ano (Martha Júnior et al., 2004). A ocorrência desses ecótipos merece destaque para possíveis alternativas de utilização na região sul do Brasil com o objetivo de garantir forragem durante o outono, período que antecede a utilização das pastagens cultivadas de inverno.

Na média dos cortes os ecótipos 48N, 83N, André da Rocha e Bagual destacaram-se pelas maiores PMST independentemente do nível de fertilização nitrogenada, o que indica a estabilidade produtiva dos materiais. Em trabalho conduzido com plantas individuais, (Fachinetto et al., 2012), o ecótipo 48N destacou-se por apresentar elevada PMST (184 g planta⁻¹). Os demais ecótipos descritos como os mais produtivos no presente trabalho obtiveram desempenhos intermediários quando avaliados na forma de plantas individuais (Fachinetto et al., 2012).

O ecótipo 95N merece destaque, pois apesar de não permanecer entre os materiais mais produtivos ao longo dos cortes apresentou baixa variação na PMST considerando os níveis de fertilização nitrogenada e os cortes. Esse fato indica que o ecótipo pode ser passível de utilização em cruzamentos com genitores femininos que possuem altas produções de forragem com o objetivo de passar a sua estabilidade produtiva a progênie. A baixa resposta do ecótipo aos níveis de fertilização nitrogenada pode ser devido a pouca associação existente com as bactérias fixadoras de nitrogênio (Brasil et al., 2005), embora outros trabalhos devem ser conduzidos para tal confirmação.

Para a variável produção de massa seca de folhas (PMSF), no primeiro corte destacaram-se os ecótipos 48N, 83N, André da Rocha e Bagual quando submetidos aos níveis de fertilização nitrogenada, refletindo em altas PMSF (Figura 2). Por outro lado, a cultivar Pensacola somente apresenta PMSF próxima a dos ecótipos mais produtivos quando submetida ao nível de 360 kg de N/ha/ano. Já no segundo corte, as maiores

PMSF foram obtidas pelos ecótipos 48N e Bagual quando foram submetidos à aplicação de fertilizante. A baixa resposta da maioria dos ecótipos a aplicação de nitrogênio pode estar associado ao fato do corte ter sido realizado na estação de outono.

No terceiro corte a alta produção do ecótipo Bagual, comprova que os resultados obtidos para PMST (Figura 1), tiveram alta participação de folhas. De maneira geral, as PMSF foram crescentes até o corte cinco, a partir do qual inicia o decréscimo produtivo dessa variável e ocorre o aumento na produção de massa seca de colmo (PMSC) ($r = -0,78$; $P < 0,0001$) devido às mudanças nas características estruturais observadas na espécie. Assim, o conhecimento da dinâmica de distribuição da PMSF ao longo do ciclo da espécie permite a programação de uso da forragem produzida com a maior participação de folhas. No sexto corte os ecótipos 30N e 36N apresentaram PMSF praticamente inalteradas frente aos níveis de fertilização nitrogenada. No sétimo corte os ecótipos destacados anteriormente por apresentarem incrementos na PMST no referido corte (83N, André da Rocha e Bagual), foram também os que apresentaram as maiores PMSF, o que possibilita a utilização dos materiais com qualidade provavelmente superior aos demais, devido a maior participação de folhas por um maior período de tempo.

Cabe destacar os ecótipos 48N, 83N, André da Rocha e Bagual que apresentaram altas PMSF independentemente do corte e nível de fertilização nitrogenada. Houve correlação positiva entre as variáveis PMSF e PMST ($r = 0,97$; $P < 0,0001$), confirmando os incrementos obtidos em ambas as variáveis. Esse resultado é importante em programas de melhoramento, pois ao fazer a seleção de ecótipos para altas PMST conseqüentemente estarão sendo selecionados via indireta os materiais com altas PMSF. Resultados semelhantes foram obtidos Pereira et al. (2012) em trabalho conduzido com o gênero *Paspalum* e por Borges et al. (2011) em trabalho realizado com *Brachiaria ruziziensis* Stapf, observando alta correlação entre a PMST e PMSF. É importante selecionar materiais com altas PMSF, pois a folha é o principal órgão de captação da radiação solar e de síntese de assimilados (Taiz & Zeiger, 2004). Além de apresentar valor nutricional superior a outras partes da planta, sendo normalmente o principal componente da forragem consumida por animais em pastejo, quando têm oportunidade de selecionar sua dieta (Collins & Fritz, 2003). Para essa variável, os

modelos de regressão não apresentam ajustes adequados, por isso não serão apresentados.

Em períodos favoráveis ao crescimento das plantas os efeitos da aplicação de nitrogênio foram mais evidentes, indicando o potencial de resposta da espécie a PMSF. Por sua vez, o efeito do fertilizante sob a PMSF no corte realizado no outono foi pouco perceptível sobre esta variável. Essa resposta pode estar relacionada às condições ambientais desfavoráveis ao crescimento da espécie, aliada as distintas estratégias de alocação de assimilados por parte dos ecótipos no período de transição para o inverno. Destaque para os ecótipos 48N, 83N e Bagual que continuaram com altas respostas a aplicação de N no período outonal.

Os resultados obtidos para a variável PMSF acumulada indicam o potencial de resposta dos ecótipos de *P. notatum* frente a níveis crescentes de fertilização nitrogenada (Figura 2). PMSF acumulada acima de 500 g linha⁻¹ foram obtidas quando os ecótipos 48N, 70N, 83N, André da Rocha e Bagual foram submetidos ao nível de fertilização nitrogenada de 360 kg de N/ha/ano. O ecótipo André da Rocha esteve entre os materiais com as maiores PMSF acumuladas, o que corrobora com os resultados obtidos por Sawasato et al. (2006). Resultados semelhantes vêm sendo observados em trabalhos com avaliação desta espécie sob diferentes condições de manejo e ambiente (Dall'Agnol et al., 2006; Fachinetto et al., 2012).

Os ecótipos 48N, 83N e Bagual ajustaram-se ao modelo de regressão quadrático de regressão (Figura 3), com as máximas PMSF acumuladas (526,6 e 493,8 g linha⁻¹) quando submetidos aos níveis de 360 e 280 kg de N/ha/ano. O ecótipo Bagual não chegou a atingir máxima PMSF acumulada no limite de aplicação de fertilizante, apesar de produzir 554,3 g linha⁻¹ no nível de 360 kg de N/ha/ano.

Para a variável RFC houve aumentos expressivos até o terceiro corte. No terceiro corte destacaram-se os ecótipos 30N, 48N e Bagual por apresentarem alta participação de folhas (Figura 4). De maneira geral, os ecótipos que apresentaram os menores ciclos de produção de forragem, tiveram as maiores RFC até o quinto corte, a partir do qual inicia seu decréscimo. Alta RFC representa forragem de elevado teor de proteína, digestibilidade e consumo, capaz de atender as exigências nutricionais dos ruminantes. Do mesmo modo, confere à gramínea melhor adaptação ao pastejo ou tolerância ao corte, por apresentar estágio fenológico em que os meristemas apicais

estão menos vulneráveis a destruição pelo pastejo animal (Pinto et al., 1994). O limite crítico da RFC é de 1,0 levando em consideração a quantidade e a qualidade da forragem produzida (Pinto et al., 1994). Assim, podemos observar que os valores obtidos passaram a ser menos adequados a partir do corte seis para a maioria dos ecótipos estudados.

Para a PMST acumulada houve diferenças para os ecótipos e para os níveis de fertilização nitrogenada (Figura 1). Os ecótipos 48N, 83N, André da Rocha e Bagual obtiveram PMST acumuladas superiores a 800 g linha^{-1} , quando submetidos aos níveis de fertilização nitrogenada, confirmando que materiais nativos respondem a aplicação de nitrogênio (Santos et al., 2008), tornando-os passíveis de outros tipos de avaliações dentro do programa de melhoramento genético. Esses ecótipos apresentaram PMST acumuladas superiores em 17, 19, 18 e 18% em relação à Pensacola, que juntamente com os ecótipos 30N e 36N obtiveram as menores PMST acumuladas.

Os ecótipos 30N e 70N ajustaram-se ao modelo de regressão apresentados na Figura 5. Este resultado demonstra que a aplicação da fertilização nitrogenada permitiu ao ecótipo 30N expressar seu potencial produtivo, atingindo o ponto de máxima produção $669,7 \text{ g.linha}^{-1}$ de MS com $340 \text{ Kg de N/ha/ano}$. O ecótipo 70N demonstrou resposta linear crescente à aplicação do fertilizante, não atingindo seu potencial produtivo. Além disso, o fato do referido ecótipo não estar entre com materiais com as maiores PMST acumuladas faz com que o mesmo seja altamente exigente em fertilização para expressar seu máximo potencial.

Foram obtidos incrementos médios na PMST acumulada em 16%, 33% e 49% quando os ecótipos foram submetidos aos níveis de fertilização nitrogenada de 60, 180 e 360 kg de N/ha/ano, respectivamente, demonstrando a importância desse nutriente para elevar a produção de forragem. De acordo com Santos et al. (2008), a aplicação de nitrogênio é economicamente viável até 200 kg/ha/ano sob o ponto de vista biológico quanto econômico promovendo incrementos na produtividade de espécies nativas constituintes dos campos naturais do Bioma Pampa. O nitrogênio é o elemento mais exigido pelas plantas para seu crescimento e desenvolvimento, porém apresenta custo elevado quando utilizado na forma de fertilizante (Soares & Restle, 2002). Assim, o aumento na produtividade é a principal ferramenta utilizada por técnicos e produtores com o objetivo de reduzir os custos de produção.

A partir dos resultados obtidos pode-se observar que a PMST acumulada duplicou quando a fertilização nitrogenada passou de 60 para 180 kg de N/ha/ano, demonstrando que talvez a aplicação de 360 kg de N/ha/ano não seja economicamente viável, uma vez que o aumento na produção de forragem não foi tão efetivo quando comparado com o nível de fertilização nitrogenada de 180 kg de N/ha/ano, apesar dos ecótipos responderem em produtividade quando submetidos ao nível de fertilização aplicado. Cabe ainda destacar que o Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, (2004), preconiza a aplicação entre 100 e 200 kg de N/ha/ano para espécies perenes de estação quente com teor de matéria orgânica entre 2,6 – 5%, cenário ao qual estão inclusos os ecótipos avaliados. Porém, a calibração da quantidade de nitrogênio aplicado deve ser feita para cada espécie individualmente em função das diferentes respostas que as mesmas apresentam.

Conclusões

Os ecótipos de *Paspalum notatum* respondem de forma positiva aos níveis crescentes de fertilização nitrogenada. Os ecótipos 48N, 83N, André da Rocha e Bagual são indicados a prosseguir no programa de melhoramento por apresentarem as maiores produções de massa seca total e de folhas. Destacam-se também os ecótipos 83N, André da Rocha e Bagual por apresentarem os maiores ciclos de produção de forragem, além de alta relação folha:colmo. Os ecótipos tiveram maiores resposta a aplicação que nitrogênio quando o fertilizante foi aplicado na estação de crescimento da espécie.

Referências

- BEATY, E. R.; McCREERY, R. A.; POWELL, J. D. Response of Pensacola bahiagrass to nitrogen fertilization. **Agronomy Journal**, v. 52, p. 453-455, 1960.
- BEMHAJA, M.; BERRETA, E. J.; BRITO, G. Respuesta a la fertilización nitrogenada de campo natural en basalto profundo. In: REUNIÓN DEL GRUPO TÉCNICO REGIONAL DEL CONE SUR EM MEJORAMIENTO Y UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS FORRAJEROS DEL ÁREA TROPICAL Y SUBTROPICAL: GRUPO

CAMPOS, 14., 1994, Termas de Arapey. **Anais...** Montevideo: INIA, 1998. p.119-122. (Série Técnica, 94).

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, p. 765-772, 2011.

BRASIL, M. S.; BALDANI, J. I.; BALDANI, V. L. D. Ocorrência e a diversidade de bactérias diazotróficas associadas a gramíneas forrageiras do Pantanal Sul Matogrossense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 179-190, 2005.

COLLINS, M.; FRITZ, J. O. **Forage quality**. In: BARNES, R. F.; NELSON, C. J.; COLLINS, M.; MOORE, K. J. (eds.) **Forrages: an introduction to grassland agriculture**. 6 th ed. Iowa, USA: Iowa State Press, 2003. v. 1, p. 363-390.

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.

DALL'AGNOL, M.; STEINER, M. G.; BARÉA, K.; SCHEFFER-BASSO, S. M. Perspectivas de lançamentos de cultivares de espécies forrageiras nativas: o gênero *Paspalum*. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 1., Porto Alegre, 2006. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2006. p. 149-162.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo – CNPS. 3 ed. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2013. 342p

FACHINETTO, J. M.; SCHNEIDER, R.; HUBBER, K. G. C.; DALLAGNOL, M. Avaliação agronômica e análise da persistência em uma coleção de acessos de *Paspalum notatum* Flüggé (Poaceae). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, p. 189-195, 2012.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; BARIONI, L. G.; SOUSA, D. M. G. de; BARCELLOS, A.O. Manejo da adubação nitrogenada em pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba. Anais. Piracicaba: Fealq, 2004. p.155-215.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 41p.

- NEWMAN, Y. C.; VENDRAMINI, J.; BLOUNT, A. 2010. **Bahiagrass (*Paspalum notatum*): overview and management**. University of Florida Electronic Data Information Source (EDIS), Gainesville, FL.
- PINTO, J. C., GOMIDE, J. A., MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha/caule de gramíneas forrageiras tropicais cultivadas em vaso, com duas doses de nitrogênio. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 23, p. 313-326, 1994.
- SANTOS, D. T.; CARVALHO, P. C. F.; NABINGER, C.; CARASSAI, I. J.; GOMES, L. H. Eficiência bioeconômica da adubação de pastagem natural no sul do Brasil. **Ciência Rural**, v. 38, p. 437-444, 2008.
- SAS INSTITUTE. **Statistical analysis user's guide**. Version 8.2. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2001.
- SAWASATO, J. T.; FLORES, R. A.; SANTOS, A. M.; BORTOLINI, F.; HUBER, K. G. C.; BROCCA, L.; ROCHA, E. A.; GONZALEZ, G. O.; DALLAGNOL, M. Produção de matéria seca de ecótipos de *Paspalum* em Eldorado do Sul. In: REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONE SUL GRUPO CAMPOS, 2006, 11., Pelotas, 2006.
- SOARES, A. B.; RESTLE, J. Adubação nitrogenada em pastagem de triticale mais azevém sob pastejo com lotação contínua: recuperação de nitrogênio e eficiência na produção de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 43-51, 2002.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal** 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
- VALLS, J. F. M.; BOLDRINI, I.; LONGHI-WAGNER, H. M.; MIOTTO, S. T. S. Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. In: PILLAR, V. P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. (Ed.). **Patrimônio florístico dos campos: potencialidades de uso e a conservação de seus recursos genéticos**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília-DF, 2009, p. 139-154.
- VIEIRA, M. M. M.; MOCHEL FILHO, W. J. E. Influência dos fatores abióticos no fluxo de biomassa e na estrutura do dossel. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 59, p. 15-24, 2010.

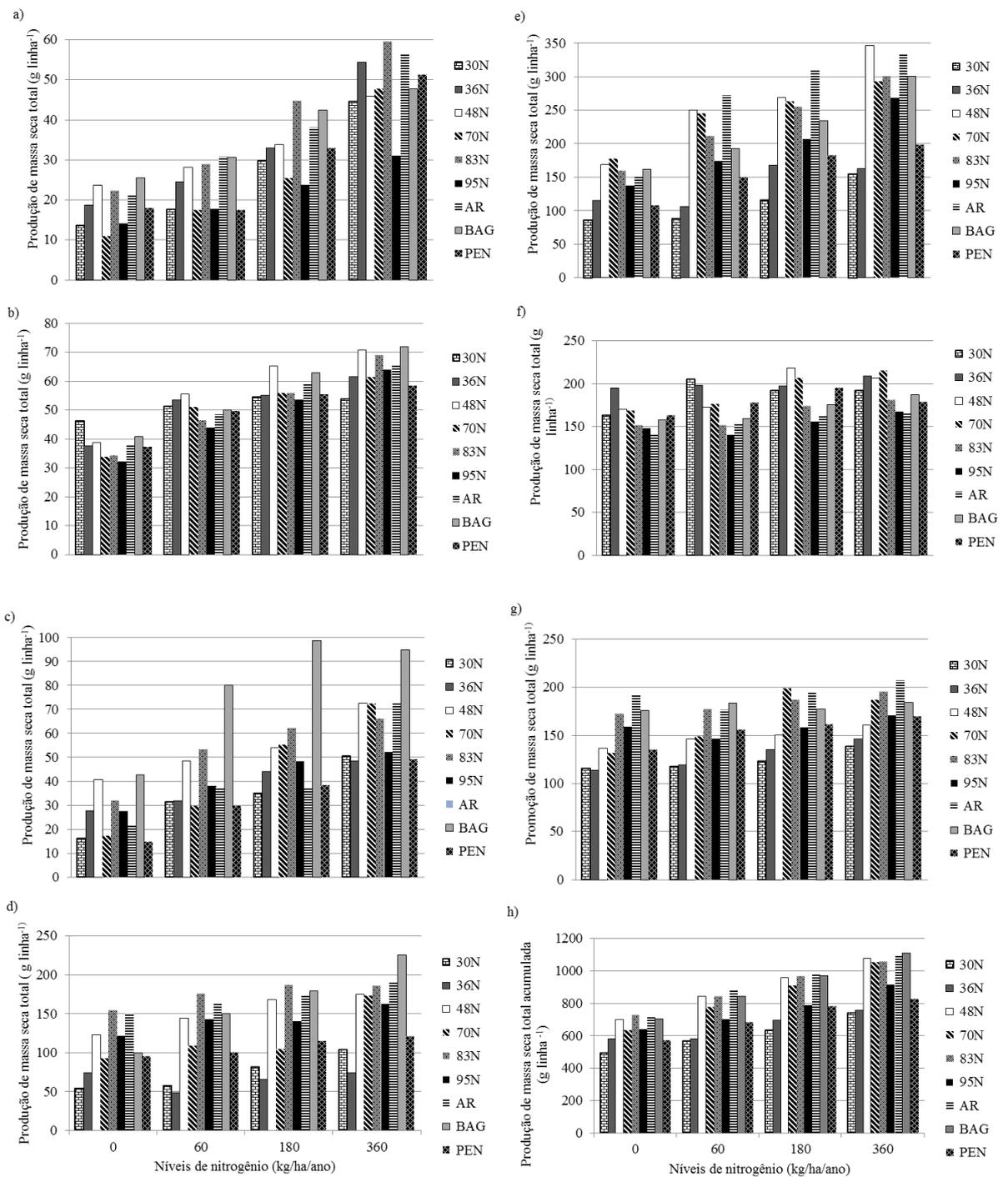


Figura 1- Produção de massa seca total e acumulada de ecótipos de *Paspalum notatum* submetidos a níveis de fertilização nitrogenada. a) Corte 1; b) Corte 2; c) Corte 3; d) Corte 4; e) Corte 5; f) Corte 6; g) Corte 7; h) Total dos cortes .

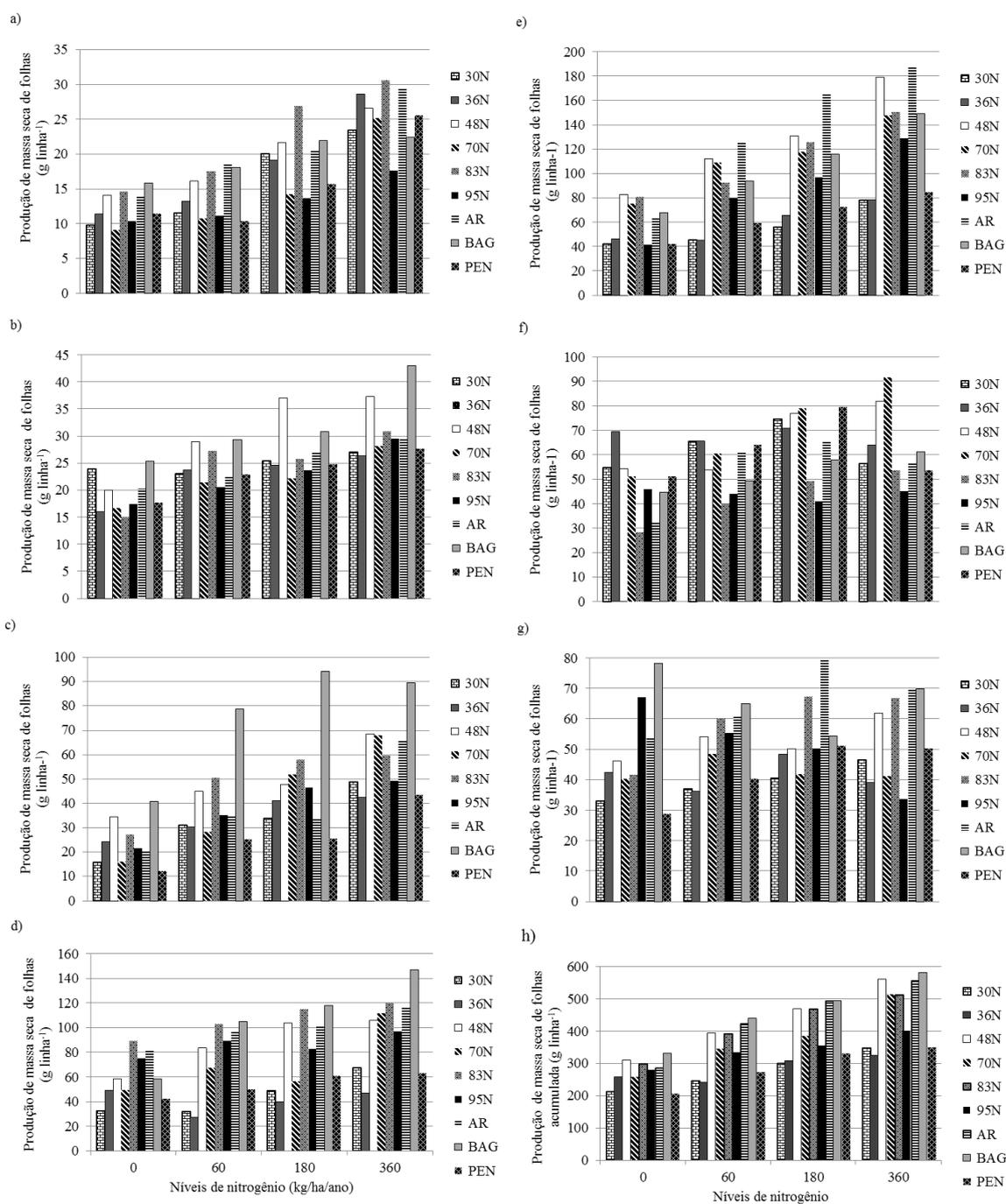


Figura 2- Produção de massa seca de folhas e acumulada de ecótipos de *Paspalum notatum* submetidos a níveis de fertilização nitrogenada. a) Corte 1; b) Corte 2; c) Corte 3; d) Corte 4; e) Corte 5; f) Corte 6; g) Corte 7; h) Total dos cortes .

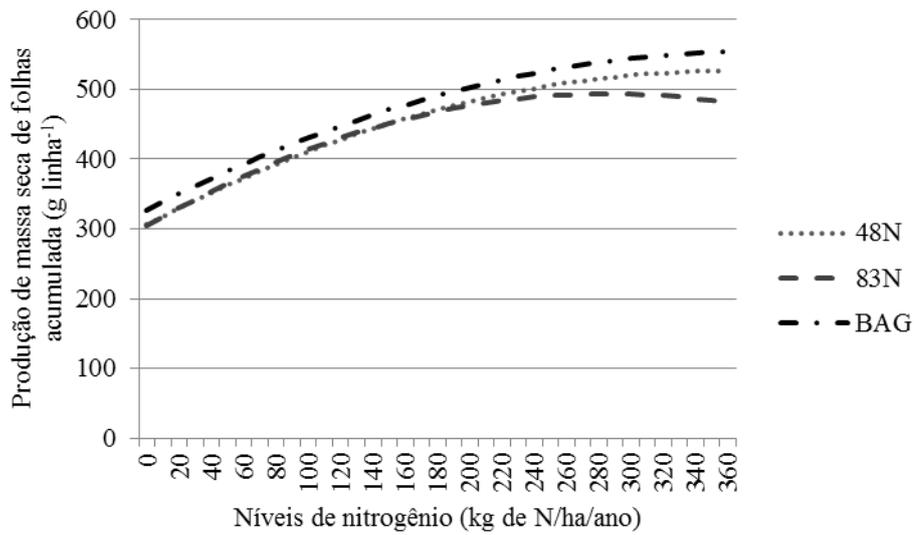


Figura 3- Produção de massa seca de folhas acumulada de ecótipos de *Paspalum notatum* submetido aos níveis de fertilização nitrogenada, 48N: $Y = 305,94 + 1,22X - 0,001X^2$ ($R^2 = 75\%$, $CV = 12,67$, $P < 0,0001$); 83N: $Y = 304,16 + 1,33X - 0,002X^2$ ($R^2 = 81\%$, $CV = 9,45$, $P < 0,0001$); BAG: $Y = 327,41 + 1,18X - 0,001X^2$ ($R^2 = 74\%$, $CV = 12,70$, $P = 0,0001$).

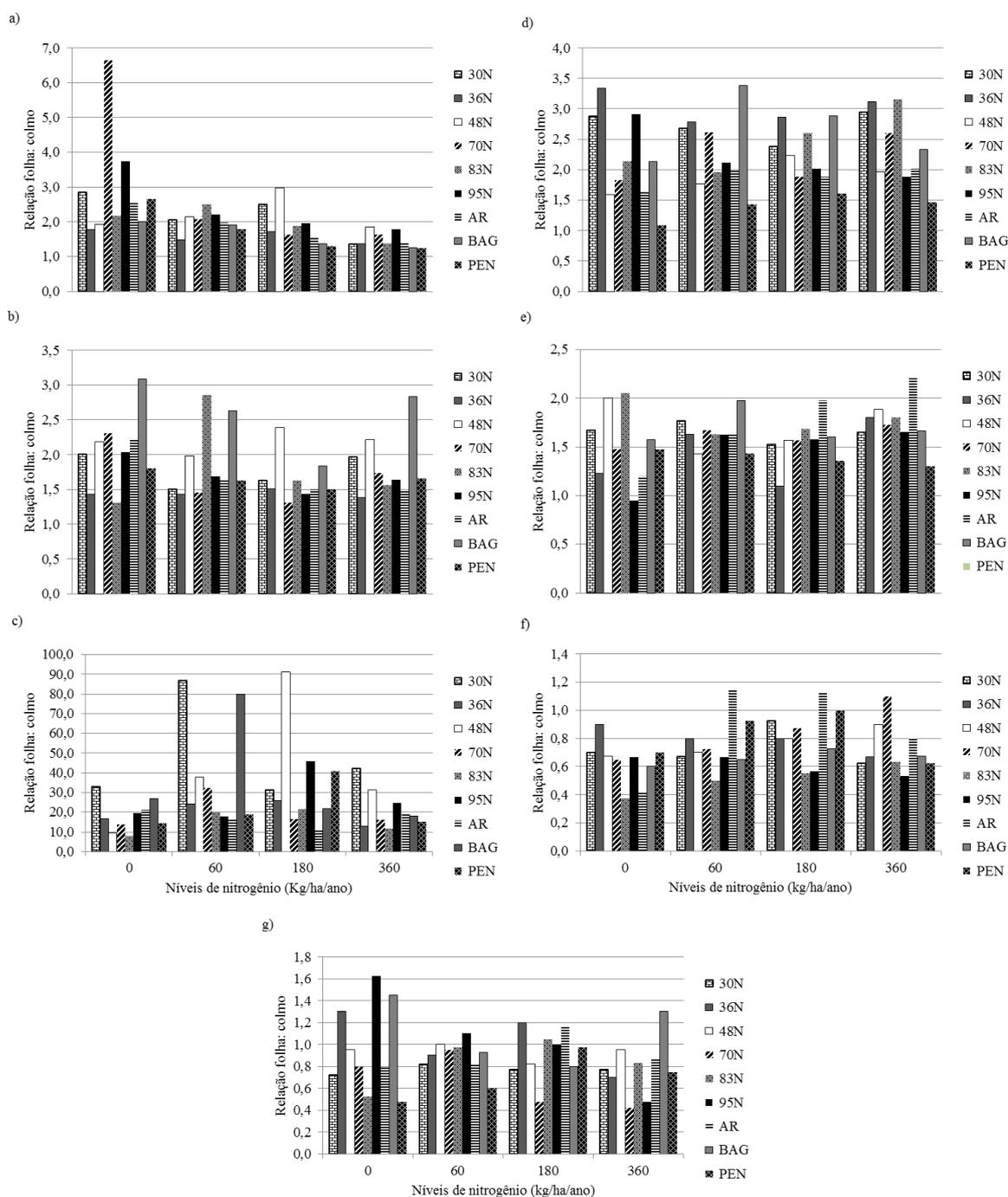


Figura 4- Relação folha: colmo de ecótipos de *Paspalum notatum* submetidos a distintos níveis de fertilização nitrogenada. a) Corte 1; b) Corte 2; c) Corte 3; d) Corte 4; e) Corte 5; f) Corte 6; g) Corte 7.

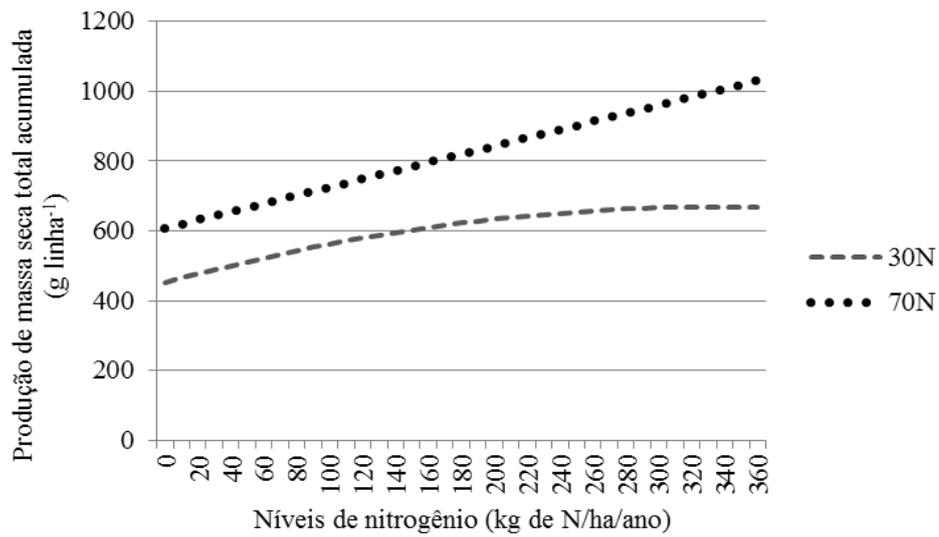


Figura 5- Produção de massa seca total acumulada de ecótipos de *Paspalum notatum* submetido aos níveis de fertilização nitrogenada. 30N: $Y = 452,50 + 1,28X - 0,0001X^2$ ($R^2 = 72\%$, $CV = 10,18$, $P = 0,0002$); 70N: $Y = 608,45 + 1,17X$ ($R^2 = 83\%$, $CV = 9,79$, $P < 0,0001$).

CAPÍTULO IV
Caracterização agronômica e seleção de híbridos intraespecíficos de
***Paspalum notatum* Flügge**

¹Artigo elaborado conforme as normas da Pesquisa Agropecuária Brasileira (Apêndice 2).

Caracterização agronômica e seleção de híbridos intraespecíficos de *Paspalum notatum*

Juliana Medianeira Machado¹, Miguel Dall'Agnol¹, Emerson André Pereira¹, , Éder Alexandre Minski da Motta¹, Marlon Risso Barbosa¹, Marcos Perera Zuneda¹, Karine Cristina Kricki¹, Carine Simioni, Priscila Becker Ferreira²

¹Universidade 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: mdallagnol@gmail.com

²Universidade Federal do Pampa, BR 472 – km 592 – Caixa Postal 118, CEP 97500-970 Uruguaiana, RS.

Resumo - O trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar as características agronômicas de ecótipos e híbridos intraespecíficos de *Paspalum notatum*, a fim de determinar o potencial para a produção de forragem e a seleção de híbridos para futuras avaliações. Foram avaliados 30 híbridos, juntamente com os seus respectivos genitores e três testemunhas de *Paspalum notatum*, totalizando 43 materiais, em delineamento de blocos casualizados com três repetições. As características agronômicas dos materiais em estudo foram avaliadas por meio de cortes, totalizando cinco cortes. A hibridação intraespecífica apresentou variabilidade para todos os caracteres agronômicos avaliados. A variável PMSF foi a que apresentou maior correlação fenotípica com a PMST. Os híbridos “437”, “336”, “122”, “132”, “332”, “137”, “127” e “221” foram selecionados por apresentarem as maiores PMST acumulada e serão direcionados para futuras avaliações dentro do programa de melhoramento.

Termos para indexação: ecótipos, correlação fenotípica, hibridação.

Agronomic characterization and selection of intraspecific hybrids of *Paspalum notatum*

Abstract - The aim of this study was to evaluate the agronomic characteristics of ecotypes and intraspecific hybrids of *Paspalum notatum*, in order to determine the potential for forage production and selection of hybrids for future evaluations. 30 hybrids were evaluated along with their respective parents and three *Paspalum notatum* standards, totaling 43 materials in a randomized block design with three repetitions. The agronomic characteristics of the materials under study were evaluated through cuts, a total of five cuts. The intraspecific hybridization presented variability for all the agronomic characters evaluated, and the hybrids presented higher forage production

than the ecotypes used as parents and the standards. The variable production of dry mass of leaves showed the highest phenotypic correlation with the production of total dry mass. Hybrids “437”, “336”, “122”, “132”, “332”, “137”, “127” and “221” were selected for presenting the highest productions of total accumulated dry mass and will be targeted for future evaluations within the breeding program.

Terms for indexing - ecotypes, phenotypic correlation, hybridization.

Introdução

O Brasil possui cerca de 171 milhões de hectares ocupados por espécies de plantas forrageiras exóticas e nativas. As condições climáticas favoráveis à prática da exploração agropecuária fazem com que o Brasil tenha o maior rebanho comercial de bovinos do mundo, 212 milhões de cabeças (Poll et al., 2013), o que contribuiu para que o país recuperasse o posto de maior exportador mundial de carne bovina.

Atualmente a produção a pasto no país se restringe ao uso de poucas espécies forrageiras que dominam grandes áreas produtivas, tais como, os gêneros *Brachiaria*, *Cynodon* e *Panicum*, tornando-se indesejável devido à uniformidade genética. A riqueza de espécies forrageiras presentes nos distintos biomas brasileiros propicia a inserção de espécies nativas nos programas de melhoramento genético. Assim, as pesquisas com plantas forrageiras que focam o lançamento de novas cultivares estão concentrando esforços na identificação de gêneros, espécies e ecótipos de plantas forrageiras mais bem adaptadas às condições dos diversos ecossistemas (Obeid & Pereira 2011).

É notória a importância de forrageiras do gênero *Paspalum* na formação de pastagens cultivadas, por apresentar espécies com bom valor forrageiro e, além disso, destaca-se também a alta variabilidade genética presente no gênero o que favorece a inserção de suas espécies em programas de melhoramento (Obeid & Pereira 2011). Dentre as espécies destaca-se *Paspalum notatum* com a presença de ecótipos adaptados as mais variadas condições de solo e clima (Nabinger & Dall’Agnol, 2008), onde muitos desses possuem superioridade produtiva quando comparados a cultivares (Dall’Agnol et al., 2006, Fachinetto et al., 2012), o que torna a espécie promissora ao

lançamento de novas cultivares, porém seu potencial ainda é pouco explorado em programas de melhoramento genético.

No entanto, o melhoramento de espécies apomíticas dificulta o intercâmbio gênico, porém apresenta a vantagem de garantir a uniformidade gênica e a perpetuação de ecótipos superiores com grande precisão. Por outro lado, a utilização de plantas sexuais compatíveis a cruzamentos com plantas apomíticas, podem gerar novas combinações gênicas, e indivíduos apomíticos com alta heterose podem ser selecionados já na primeira geração para lançamento como novas cultivares (Acunã et al., 2009). Do mesmo modo, híbridos de reprodução sexual que apresentam características desejáveis poderão ser utilizados para futuros cruzamentos. Entretanto, são necessárias avaliações que visam o conhecimento a cerca das principais características agrônômicas de ecótipos utilizados como genitores e dos híbridos em estudo para que se tenha certeza da superioridade para as características de interesse dos mesmos dentro do programa de melhoramento. Esse trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar características agrônômicas de genitores e híbridos intraespecíficos de *P. notatum*, comparando a testemunhas e selecionar materiais superiores para as próximas etapas do programa de melhoramento até o lançamento dos materiais apomíticos como cultivares.

Material e métodos

No verão de 2012, foram realizadas hibridizações artificiais intraespecíficas em *Paspalum notatum* em casa de vegetação situada nas dependências do Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul em Porto Alegre/RS. Foram utilizados grãos de pólen de sete ecótipos tetraplóides nativos (genitores masculinos) conhecidos como: 30N, 36N, 48N, 70N, 83N, 95N e V4 coletados na América do Sul pelo United States Department of Agriculture (USDA), além de ecótipos nativos do RS (André da Rocha e Bagual) e a cultivar Pensacola, que foram utilizados como testemunhas. Os materiais utilizados como genitores masculinos foram selecionados para produção de massa seca e tiveram o nível de ploidia avaliados por Fachinetti et al. (2012). Os genitores femininos utilizados foram três ecótipos sexuais de *Paspalum notatum*

tetraploidizados artificialmente: C44X (Quarín et al., 2001); Q4188 e Q4205 (Quarín et al., 2003), obtidos através de uma colaboração com o IBONE (Instituto de Botânica del Nordeste), da cidade de Corrientes, Argentina. Foram realizados cruzamentos dirigidos usando-se a metodologia descrita por Burton (1948): foram destacados afilhos com rizomas que tinham inflorescências que exporiam as anteras e estigmas na manhã do dia, no qual ocorreria a polinização, ficando acomodadas, no dia anterior, em uma câmara com um umidificador de ambiente, saturando o ar dentro da câmara, evitando-se assim a liberação do pólen pelas anteras. A seguir, a emasculação foi realizada com a utilização de uma pinça, que era limpa sempre que tocava em alguma antera, deixando no racemo somente as flores que iriam abrir (expunham o estigma e as anteras) na manhã da polinização, com a finalidade de evitar que alguma flor que não havia aberto no início da manhã abrisse e liberasse o pólen durante o dia. A coleta do pólen foi realizada ao amanhecer, na hora da exposição dos estigmas e anteras, sendo que as plantas doadoras de pólen ficaram acondicionadas em casa de vegetação fechada com a finalidade de evitar a entrada de insetos, que poderiam ser fonte de mistura de pólen de diferentes plantas. A polinização ocorria após uma leve fricção do racemo feminino (recém-emasculado) contra os grãos de pólen presentes em um saco de papel encerado que foi em seguida utilizado para o ensacamento da inflorescência feminina. Obtiveram-se 21 combinações por meio de cruzamentos realizados entre os genitores femininos (C44X, Q4188, Q4205) x genitores masculinos (30N, 36N, 48N, 70N, 83N, 95N, V4). Os híbridos obtidos foram enumerados, sendo o primeiro número referente ao indivíduo obtido, o segundo referente a identificação do genitor feminino e o terceiro referente ao genitor masculino. Os genitores femininos (C44X, Q4188, Q4205) foram identificados pela sequencia de numeração (1, 2, 3), respectivamente. Os genitores masculinos (30N, 36N, 48N, 70N, 83N, 95N, V4) foram identificados pela sequencia de numeração (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7). Os afilhos com racemos polinizados foram identificados e mantidos em garrafas “pet” com cerca de meio litro de água. Em torno de um mês depois do ensacamento, as inflorescências foram coletadas e debulhadas e as flores contendo cariopses foram separadas para a coleta das sementes (Bennett et al., 1969). As sementes colhidas foram escarificadas e postas a germinar em placas de petri com papel germitest, quando as plântulas emitiam a primeira folha expandida, foram transferidas para bandejas alveoladas com substrato comercial. Quando as plantas

apresentaram quatro ou mais afilhos, as mesmas foram transplantadas para vasos com a finalidade de obter três clones que formaram as repetições a campo. O experimento de campo foi realizado no município de Eldorado do Sul na Estação Experimental Agronômica 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). 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 (Moreno, 1961). O transplante foi realizado no dia 20 de dezembro de 2012 sendo a área previamente corrigida e adubada conforme as recomendações do Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2004) para espécies perenes de estação quente. O delineamento experimental utilizado foi em blocos completamente casualizados, com três repetições, sendo que as plantas foram alocadas em espaçamento de 1 metro entre plantas nas linhas e nas colunas dentro de cada bloco. Logo após o transplante foi realizado corte de uniformização das mudas. As avaliações foram realizadas por meio de cortes, totalizando cinco cortes (15/03; 26/04; 12/11 e 17/12/2013 e 09/01/2014). Os cortes ocorreram sempre que a maioria dos ecótipos atingiram 20 cm de altura do dossel, sendo mantido um resíduo de cinco cm do solo. A altura do dossel (ALT) foi mensurada antes de cada avaliação utilizando uma régua graduada em centímetros da base do solo até o dobramento médio das folhas. Para determinar a densidade de afilhos utilizou-se um quadrado de 0,0625 cm² em dois pontos representativos por linha para determinar a DAF, sendo as avaliações realizadas nas datas que ocorreram os cortes. O hábito de crescimento dos híbridos foi determinada em duas avaliações através de notas visuais (1- prostrado e 2 – ereto) de acordo com o ângulo de inserção de folhas de cada híbrido. Após os cortes, as amostras foram levadas ao laboratório para a separação morfológica de folhas, colmos e inflorescências e posteriormente foram alocadas em estufa de ar forçado, a 65°C, até massa constante. As variáveis avaliadas foram: produção de massa seca total (PMST) (g planta⁻¹), produção de massa seca de folhas (PMSF) (g planta⁻¹), produção de massa seca de colmos (PMSC) (g linha⁻¹) e relação folha: colmo (RFC). Com as variáveis PMSF e PMSC foi calculada a RFC, por meio do quociente entre PMSF e PMSC. Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando o teste F, a 5% de probabilidade. As médias foram comparadas pelo teste de

Scott-Knott, também a 5% de probabilidade, após, foi realizada a análise de correlação de Pearson. Foi utilizado o programa estatístico Genes (Cruz 2007).

Resultados e discussão

Houve interação ecótipos X corte para todos os caracteres avaliados. Assim, os resultados obtidos evidenciam que o comportamento da maioria dos materiais avaliados não é consistente ao longo dos cortes, ou seja, existem diferenças entre as médias dos ecótipos e híbridos, ou na classificação de seus desempenhos, nos diferentes cortes.

A partir dos cruzamentos realizados obtiveram-se 95 híbridos que foram levados a campo. Devido ao elevado número de materiais avaliados serão apresentados apenas os resultados referentes aos ecótipos utilizados como genitores, testemunhas e os 30 híbridos que obtiveram as maiores produções de massa seca total (PMST) (Tabela 1), sendo este caráter o principal componente de seleção em programas de melhoramento de forrageiras (Parsons et al., 2011).

No primeiro corte os ecótipos e híbridos obtiveram baixas PMST o que pode estar relacionado ao início do período de crescimento das mudas no campo. Houve a formação de quatro grupos, sendo as maiores PMST obtidas pelos híbridos “132”, “336”, “836”, demonstrando produções superiores aos demais híbridos, ecótipos utilizados como genitores e as testemunhas desde o início do ciclo de produção dos materiais avaliados.

Apesar disso, no segundo corte alguns ecótipos e híbridos apresentaram reduções na PMST, o que pode estar relacionado ao fato da avaliação ter sido realizada no outono, onde as condições climáticas começam a ficar desfavoráveis (baixa temperatura e luminosidade) e com isso as espécies C_4 apresentam taxas reduzidas de crescimento. Houve a formação de oito grupos, o que confirma a presença de comportamentos distintos quando os ecótipos e híbridos foram submetidos a condições desfavoráveis ao crescimento. Neste corte, o híbrido “127” obteve a maior PMST. Novamente houve híbridos que obtiveram PMST maiores quando comparados aos ecótipos utilizados como genitores e as testemunhas. As baixas PMST apresentadas pelos mesmos provavelmente demonstra a pequena resposta desses materiais na

ocorrência de menores temperaturas e fotoperíodo, o que caracteriza a espécie como sendo de dias longos (Louch, 1980). Assim, o conhecimento do desempenho produtivo dos materiais em estudo é fundamental com o objetivo de propor um planejamento forrageiro de longo prazo (Pereira Neto, 2004). Ressalta-se que 51% dos híbridos apresentaram aumentos na PMST no referido corte, destacando-se também os ecótipos utilizados como genitores 30N, 48N e a testemunha André da Rocha. A elevada proporção de materiais com taxas de crescimento favoráveis no período de outono é importante por propiciar maior disponibilidade de forragem por um maior período de tempo, além disso, pode ser indício da persistência produtiva desses materiais quando submetidos a condições adversas. Porém, um maior número de avaliações é necessário para a confirmação do desempenho produtivo nesta estação do ano.

No terceiro corte destacaram-se os híbridos “136” e “1736” que obtiveram incrementos de 13 e 1,5 vezes na PMST quando comparados ao corte anterior. Alguns híbridos apresentaram redução na PMST no segundo corte e tiveram maiores PMST no terceiro corte que compreende a estação de primavera. Esse comportamento vai ao encontro com o observado para a espécie em questão que se caracteriza por apresentar dormência hiberna (Dall’Agnol & Gomes, 1987), acumulando reservas para posterior utilização no início da estação favorável ao seu crescimento. Por ocasião do terceiro corte houve a formação de nove grupos, destacando-se o híbrido “122” por apresentar a maior PMST. Neste corte observou-se que 20 híbridos também obtiveram PMST superiores aos seus genitores e as testemunhas, apesar de não fazerem parte do grupo mais produtivo. A variabilidade presente nesse corte sugere a existência de materiais que possuem um rebrote inicial mais rápido em comparação aos demais, sendo uma característica importante quando se trabalha com espécies estivais perenes (Costa & Sheffer-Basso, 2003).

No quarto e quinto cortes foram obtidas as maiores PMST quando comparados aos demais devido às condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento da espécie. Segundo Newman et al. (2010), a maior parte da produção desta espécie ocorre nos meses mais quentes do ano, devido às maiores temperaturas (25 – 30°C) e dias mais longos. Nos referidos cortes os híbridos “236” e “336” mantiveram PMST semelhantes entre os cortes, assim como, o observado para os genitores utilizados nestes cruzamentos “Q4205” e “95N”. Por outro lado, no quarto corte o híbrido “437” obteve

a maior PMST, sendo que também houve híbridos que apesar de não estarem neste grupo também obtiveram PMST maiores que os demais híbridos, ecótipos e testemunhas. Já no quinto corte destacaram-se os híbridos “437”, “132”, “336”, além do ecótipo V4 utilizado como genitor masculino. Houve incrementos na PMST ao longo dos cortes, o que pode ser devido ao fato da espécie ser perene e de ciclo estival, confirmando as maiores produções nas estações de primavera e verão.

A partir da PMST acumulada pode-se observar a superioridade produtiva de muitos híbridos não somente em relação aos ecótipos utilizados como genitores, mas também as testemunhas André da Rocha e Bagual, juntamente com a cultivar Pensacola. O híbrido “437” obteve PMST acumulada 3,5 vezes maior que as testemunhas André da Rocha e Bagual que possuem reconhecido potencial forrageiro (Dall’Agnol et al., 2006). Quando comparado a cultivar Pensacola a diferença na PMST acumulada aumenta para 5,6 vezes. Este vigor híbrido normalmente ocorre quando a distância genética dos pais é grande (Paterniani & Campos, 2005) e de certa forma, já era esperado devido ao fato do genitor feminino ser oriundo da Argentina e o genitor masculino nativo do Rio Grande do Sul. Esses resultados ressaltam a existência de variabilidade genética na espécie e o seu potencial produtivo, que permite a exploração de características agronômicas por meio da utilização de práticas de hibridações em programas de melhoramento genético.

Para a variável PMSF os menores desempenhos produtivos foram observados no primeiro e segundo corte (Tabela 2). No primeiro corte houve a formação de três grupos com destaque para os híbridos “122”, “132”, “321”, “332”, “336”, “437”, “525”, “836” e “936” que obtiveram as maiores PMSF, sendo que os híbridos “132”, “336” e “836” também obtiveram PMSF superiores aos ecótipos utilizados como genitores e as testemunhas (Tabela 2). No segundo corte houve a formação de seis grupos, com destaque para o híbrido “127” que também obteve alta PMST (Tabela 1), justificando que provavelmente a forragem produzida durante o período de outono seja de boa qualidade devido à alta participação de folhas na PMST.

A partir do terceiro corte, de maneira geral, as PMSF foram crescentes até o quinto corte. No terceiro corte os híbridos “132” e “437” apresentaram as maiores PMSF, expressando o seu potencial produtivo na primavera. Apesar do período ser favorável ao crescimento da espécie os resultados obtidos para os referidos híbridos

foram muito superiores aos obtidos para as testemunhas, dentre os quais, encontra-se o ecótipo André da Rocha que caracteriza-se por apresentar altas PMSF (Sawasato et al., 2006).

No quarto corte os híbridos “332”, “336” e “437” obtiveram as maiores PMSF, sendo que novamente o “437” destacou-se entre os mais produtivos. A alta participação de folhas é desejada em forrageiras sendo uma característica de grande importância para a seleção de materiais visando o lançamento de novas cultivares, devido principalmente ao fato de ser a parte da planta que possui maior qualidade, sendo a preferida pelos herbívoros para o consumo (Pereira et al., 2012). No quinto corte os híbridos “122” e “332” que apresentaram altas PMSF em cortes anteriores destacaram-se novamente. De maneira geral, os híbridos “122”, “332” e “437” foram os mais produtivos ao longo dos cortes para o caráter PMSF. O acúmulo de folhas é benéfico tanto para a forrageira por possibilitar a captação da radiação solar e a síntese de assimilados (Taiz & Zeiger, 2004), como para o animal, pois constituem a porção mais nutritiva da planta e mais facilmente colhida pelos animais em pastejo (Hendricksen & Minson, 1980), apresentando menor resistência à quebra pela mastigação e menor tempo de retenção no rúmen (Minson, 1990).

A partir dos resultados obtidos para a PMSF acumulada no total dos cortes seis híbridos obtiveram PMSF acumulada superiores a 200 g planta⁻¹, sendo os valores obtidos muito superiores aos observados para os genitores e testemunhas, exceto os genitores masculinos “95N” e “V4”, que obtiveram PMSF acumulada acima de 100 g planta⁻¹. As maiores PMSF acumulada foram observadas para os híbridos “122”, “132”, “332”, “336”, “437”, sendo estes 3,4; 4,4 e 11,4 vezes mais produtivos que as testemunhas André da Rocha, Bagual e Pensacola, respectivamente. O conhecimento da variabilidade para as características de importância forrageira e o seu monitoramento podem orientar na escolha da cultivar, de acordo com o interesse de utilização.

A partir do estudo da correlação de Pearson para os caracteres agrônômicos foram obtidos resultados altamente significativos ($P < 0,0001$) entre os caracteres (Tabela 3). A PMST e PMSF obtiveram correlação alta e positiva entre si. Deste modo, ao selecionar materiais para altas PMST ao mesmo tempo estarão sendo selecionados os materiais que possuem maior PMSF, o que implica na seleção de materiais produtivos e com qualidade. Houve correlação positiva entre a PMST e PMSC, porém em menor

magnitude quando compara a correlação com a PMSF. Os resultados obtidos podem ser devido aos distintos ângulos de inserção das folhas em *Paspalum notatum*, apesar de ser uma espécie prostrada. Os ecótipos utilizados como genitores masculinos apresentaram hábito de crescimento prostrado, porém os genitores femininos “Q4188” e “Q4205” foram descritos por Quarín et al. (2003) como eretos, o que certamente contribuiu para a correlação entre os caracteres.

A PMST também apresentou correlação mediana com a densidade de filhos (DAF) sugerindo que os resultados poderiam ter sido de maior amplitude se houvesse separação entre os materiais prostrados e os que possuem diferentes ângulos de inserção da folhas, podendo ser denominados de eretos. Destaca-se ainda a correlação existente entre a PMST e a altura (ALT), confirmando o observado por Pedreira & Brown (1996), que citam que aparentemente a seleção para aumento de produtividade em *P. notatum* resulta em plantas mais altas e com menores estruturas de reservas (rizomas). Estudos futuros devem focar na produção de rizomas desses indivíduos e a relação com a tolerância ao frio citada pelos autores. A partir dos resultados obtidos o conhecimento do grau de associação, por meio de estudos de correlações, possibilita identificar caracteres que podem ser usados como critérios de seleção indireta na produtividade (Cargin et al., 2010).

Por fim, para a variável relação folha:colmo (RFC) de maneira geral os maiores valores foram observados a partir do terceiro corte, sendo esse comportamento esperado por ser a estação favorável ao crescimento da espécie, caracterizando-se pela alta participação de folhas (Tabela 4). Houve ampla variação dentro de cada corte, assim, os resultados serão discutidos com enfoque nos valores médios obtidos para os cortes. Os maiores médios foram obtidos para os híbridos “132” e “332”. Porém, cabe destacar que os genitores femininos “Q4188”, “Q4205” também obtiveram altas RFC. O menor valor foi observado para o genitor masculino “70N”, ficando abaixo do limite crítico de 1,0 (RFC), descrito por Pinto et al. (1994) para que se tenha forragem com quantidade e qualidade suficientes. Os resultados fornecem um indicativo da qualidade superior da forragem de alguns híbridos em relação aos ecótipos utilizados como genitores, uma vez que as folhas possuem melhor qualidade que o caule (Deschamps et al., 2001), assim os matérias em destaque apresentam menor RCF.

De acordo com Pereira et al. (2011), a Pensacola possui alta RFC, porém, ficou evidenciado nesse estudo que os híbridos obtiveram valores superiores a esta cultivar. Ressalta-se que este material juntamente com a cultivar Pojuca de *Paspalum atratum*, são as cultivares de *Paspalum* disponível no mercado de sementes no sul do Brasil. Resultados semelhantes foram relatados por outros autores, que evidenciaram maior desempenho dos ecótipos nativos em relação a cultivar Pensacola (Fachinetto et al., 2012; Pereira et al., 2012). 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).

Conclusões

A hibridação intraespecífica apresentou variabilidade para todos os caracteres agrônômicos avaliados. A variável produção de massa seca de folhas foi a que apresentou maior correlação fenotípica com a produção de massa seca total. Ao selecionar os híbridos com as maiores produções de massa seca total também estão sendo selecionadas as plantas de maior altura. De acordo com os valores obtidos para a relação folha:colmo os materiais avaliados são de boa qualidade, exceto o genitor masculino “70N”. Os híbridos “437”, “336”, “122”, “132”, “332”, “137”, “127” e “221” destacaram-se ao longo dos cortes apresentando altas produções de massa seca total e de folhas, sendo selecionados e direcionados para futuras avaliações dentro do programa de melhoramento.

Referências

- ACUÑA, C.A.; BLOUNT, A.R.; QUESENBERRY, K.H.; HANNA, W.W. Bahiagrass Tetraploid Germplasm: Reproductive and Agronomic Characterization of Segregating Progeny. **Crop Science**, v.49, p.581-588, 2009.
- BENNETT, H.W.; BURSON, B.L.; BASHAW, E.C. Intraespecific hybridization in dallisgrass, *Paspalum dilatatum* Poir. **Crop Science**, v.9, p.807-809, 1969.

BRATTI, L.F.S.; DITTRICH, J.R.; BARROS, C.S. de; SILVA, C.J.A. da; MONTEIRO, A.L.G.; ROCHA, C. da; ROCHA, F.M.P. da. Comportamento ingestivo de caprinos em pastagem de azevém e aveia-preta em cultivo puro e consorciado. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, p.397-405, 2009.

BURTON, G.W. Artificial fog chamber facilitates *Paspalum* emasculation. **Journal America Society Agronomy**, v.40, p.281-282, 1948.

CARGNIN, A.; SOUZA, M.A. de; BADARÓ, A.J.P.; MARTELLET, C.F.; Diversidade genética em cultivares de arroz e correlações entre caracteres agronômicos. **Revista Ceres**, v.57, p.53-059, 2010.

COSTA, D.I.; SCHEFFER-BASSO, S.M. Caracterização morfofisiológica e agrônômica de *Paspalum dilatatum* Poir. biótipo Virasoro e *Festuca arundinacea* Schreb. 1. Desenvolvimento morfológico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1054-1060, 2003.

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

DALL'AGNOL, M.; GOMES, K.E. Avaliação Inicial da Matéria Seca de Espécies do Gênero *Paspalum*. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE MELHORAMENTO GENÉTICO PASPALUM, 1987, Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa: IZ, p.51-55, 1987.

DALL'AGNOL, M.; STEINER, M.G; BÁREA, K.; SHEFFER-BASSO, S.M. Perspectivas de lançamentos de cultivares de espécies forrageiras nativas: o gênero *Paspalum*. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 1., 2006, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2006. p.149-162.

DESCHAMPS, F.C.; BRITO, C.J.F.A. de. Qualidade da forragem e participação relativa de matéria seca de diferentes frações de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1418-1423, 2001.

FACHINETTO, J.M.; SCHNEIDER, R.; HUBBER, K.G.C.; DALLAGNOL, M. Avaliação agrônômica e análise da persistência em uma coleção de acessos de *Paspalum notatum* Flüggé (Poaceae). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, p.189-195, 2012.

HENDRICKSEN, R.; MINSON, D.J. The intake and grazing behaviour of cattle a crop of Lab lab purpureus cv. Rongai. **Journal of Agricultural Science**, v.95, p.547-554, 1980.

LOUCH, D. S. Selection of environment and cropping system for tropical grass seed production. **Tropical Grassland**, v. 14, p. 159-168, 1980.

MARTUSCELLO, J.A.; JANK, L.; FONSECA, D.M.; CRUZ, C.D.; CUNHA, D.N.F.V. Among and within family selection and combined half-sib family selection in *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1870-1877, 2009.

- MINSON, D.L. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.
- MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 41p.
- NABINGER, C.; DALL'AGNOL, M. Principais gramíneas nativas do RS: características gerais, distribuição e potencial forrageiro. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 3., 2008, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2008. p.7-54.
- NEWMAN, Y.C.; VENDRAMINI, J.; BLOUNT, A. 2010. **Bahiagrass (*Paspalum notatum*): overview and management**. University of Florida Electronic Data Information Source (EDIS), Gainesville, FL.
- OBEID, J.A.; PEREIRA, D.H. Gênero *Paspalum*. In: FONSECA da.; D.M.; MARTUCELLO, J. A. **Plantas Forrageiras**. Viçosa: UFV, 2011. Cap. 4, p.131-165.
- PARSONS, A.J.; EDWARDS, G.R.; NEWTON, P.C.D.; CHAPMAN, D.F.; CARADUS, J.R.; RASMUSSEN, S.; ROWARTH, J.S. Past lessons and future prospects: plant breeding for yield and persistence in cool-temperate pastures. **Grass and Forage Science**, p.1-20, 2011.
- PATERNIANI, E.; CAMPOS, M.S. Melhoramento do Milho In: BORÉM, A. (ed) **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2. ed Viçosa, Minas Gerais, 2005. p.491-553.
- PEDREIRA, C.G.S.; BROWN, R.H. Physiology, morphology, and growth of individual plants of selected and unselected bahiagrass populations. **Crop Science**, v.36, p.138-142, 1996.
- PEREIRA NETO, O.A. Gerenciamento e capacitação da cadeia da ovinocultura. In: PEREIRA NETO, O.A. (Ed.). **Práticas em ovinocultura: ferramentas para o sucesso**. Porto Alegre: Solidus, 2004. p.1-8.
- PEREIRA, E.A.; DALLAGNOL, M.; NABINGER, C.; HUBBER, K.G.C.; MONTARDO, D.P.; GENRO, T.C.M. Produção agrônômica de uma coleção de acessos de *Paspalum nicorae* 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. da; SIMIONI, C. Variabilidade genética de caracteres forrageiros em *Paspalum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.1533-1540, 2012.
- PINTO, J.C., GOMIDE, J.A., MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha/caule de gramíneas forrageiras tropicais cultivadas em vaso, com duas doses de nitrogênio. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.313-326, 1994.
- POLL, H. **Anuário brasileiro da pecuária**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2013. 132 p.
- QUARIN, C.L.; ESPINOZA, F.; MARTINEZ, E.J.; PESSINO, S.C.; BOVO, O.A. A rise of ploidy level induces the expression of apomixis in *Paspalum notatum*. **Sexual Plant Reproduction**, v.13, p.243-249, 2001.

QUARÍN, C.L.; URBANI, N.H.; BLOUNT, A.R.; MARTINEZ, E.J.; HACK, C.M.; BURTON, G.W.; QUESENBERRY, K.H. Registration of Q4188 and Q4205, sexual tetraploid germoplasma of bahiagrass. **Crop Science**, v.43, p.745-746, 2003.

SAWASATO, J.T.; FLORES, R.A.; SANTOS, A.M.; BORTOLINI, F.; HUBER, K.G.C.; BROCCA, L.; ROCHA, E.A.; GONZALEZ, G.O.; DALLAGNOL, M. Produção de matéria seca de ecótipos de Paspalum em Eldorado do Sul. In: REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONE SUL GRUPO CAMPOS, 21., 2006, Pelotas, 2006. **Anais...** Pelotas, 2006.

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**. 10. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. 400p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

Tabela 1 Produção de massa seca total (g linha⁻¹) de ecótipos, híbridos e testemunhas de *Paspalum notatum* sob regimes de cortes

Híbridos	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4	Corte 5	Total
437	b22,3D	e29,9D	b84,3C	a146,0A	a130,7B	414,1
336	a31,3C	d43,0B	f33,1C	b128,3A	a120,8A	356,5
122	c20,7D	f22,8D	a101,0B	h62,3C	a126,0A	332,8
132	a36,3D	d43,4D	d51,7C	d102,6A	d90,3B	324,3
332	b24,6C	e30,4C	g22,4C	c112,4B	a132,2A	322,0
137	c19,2D	d43,9C	d50,3C	e97,2B	b107,6A	318,2
127	c17,4D	a77,3A	f32,3C	h69,5B	c98,5A	295,0
221	c16,4C	b55,9B	d49,1B	f83,7A	d86,4A	291,5
532	d5,6E	e35,1D	e44,1C	h69,4B	c100,7A	254,9
436	c16,2D	d39,4C	h10,7D	d101,6A	e71,7B	239,6
236	d8,2C	e28,4B	f31,8B	f80,9A	d87,6A	236,9
636	c13,6D	d44,3C	g44,0C	h61,4B	e72,4A	235,7
216	d7,1C	h8,8C	e40,2B	f84,5A	d91,7A	232,4
836	a35,0B	d39,5B	e43,2B	j42,7B	g59,9A	220,4
136	c18,3D	h5,8E	c74,3 ^a	h65,5B	g52,7C	216,6
337	c15,3D	c55,4B	g22,9D	i46,8B	e70,6A	211,0
321	b26,2C	e26,9C	h18,0D	g78,5A	g55,3B	204,9
936	b24,7C	e28,8C	e39,2B	j44,2B	f66,0A	202,9
515	d12,6C	f20,2C	f34,0B	k38,4B	c96,8A	202,0
726	c15,6C	g16,3C	h14,3C	i48,9B	b105,4A	200,5
926	c14,7D	e29,3C	d48,0B	k36,1C	f66,6A	194,8
1036	d12,3D	f22,3C	g25,8C	g72,8A	g57,8B	191,0
225	c17,9D	f24,2C	f29,7C	h63,9A	g55,3B	191,0
516	d3,9D	h8,0D	e44,3C	h60,8B	e72,5A	189,5
1836	d6,0C	e37,2B	e39,4B	k39,4B	g61,4A	183,4
725	c13,6C	e28,3B	d36,2B	h67,9A	e73,4A	183,2
525	b23,9C	g16,1C	g22,7C	i47,0B	e73,3A	183,0
821	c14,0D	g16,1D	g24,0C	g76,5A	g51,8B	182,4
537	d10,0D	e26,5C	f28,3C	h63,6A	h48,7B	177,1
1736	d8,5C	e32,3B	d47,3A	k33,2B	g52,2A	173,6
Ecótipos						
C44X	d3,0B	h5,0B	i6,3B	o7,4B	i22,9A	44,7
Q4188	d1,6C	h5,7C	i4,8C	m19,1B	i31,4A	62,7
Q4205	d1,9C	h6,6C	g22,2B	i46,1A	h41,6A	118,5
30N	d3,8C	g11,9B	h14,5B	e91,6A	d90,5A	212,3
36N	d3,9C	h5,6C	i7,4C	l24,4B	d85,7A	127,1
48N	d3,7C	f18,3B	g21,7B	h62,9A	e70,2A	176,8
70N	d4,0D	h9,8D	h16,5C	l26,8B	g59,4A	116,6
83N	d2,2C	h3,2C	i5,8C	m22,2B	h43,7A	77,3
95N	d6,2C	f24,9B	g22,9B	g73,9A	e73,9A	201,8
V4	d3,7D	g11,3D	g22,3C	d102,4B	a126,9A	266,6
Testemunhas						
André da Rocha	d3,4C	g14,7B	i8,0C	i54,4A	g60,6A	140,1
Bagual	d2,7C	h7,3C	j2,9C	k31,4B	e69,9A	114,3
Pensacola	d3,3C	h6,1C	h16,4B	n11,9B	h38,4A	76,1
Média geral	8,5	24,3	20,8	43,8	58,1	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferem na linha e médias antecedidas por letras minúsculas distintas diferem na coluna pelo teste de médias Scott-Knott 5%.

Tabela 2 Produção de massa seca de folhas (g linha⁻¹) de ecótipos, híbridos e testemunhas de *Paspalum notatum* sob regimes de cortes

Híbridos	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4	Corte 5	Total
437	a18,2C	d16,4C	a68,6B	a98,0A	c63,2B	264,4
336	a23,1C	d25,3C	f22,5C	a103,0A	b69,0B	242,9
122	a17,4D	e12,8D	a67,0B	g47,0C	a83,6A	227,8
132	a23,0D	c24,7D	c46,0C	c78,0A	c58,8B	230,5
332	a19,3C	d17,9C	f19,0C	a95,0A	d85,3B	236,5
137	b14,9D	c22,3D	c46,0C	d71,0A	c58,6B	212,8
127	b13,4E	a38,6C	f23,3D	g56,0B	b65,5A	196,8
221	b12,0E	b27,9D	d41,2C	e64,0A	d49,4B	194,5
532	c3,4D	d18,6C	e25,0C	h40,0B	c60,0A	147,0
436	b12,8D	c21,4C	h6,2D	b88,7A	d54,0B	183,1
236	c5,8E	e14,2D	e26,3C	d69,7A	d51,2B	167,2
636	b11,8D	c22,1C	e35,9B	g51,4A	d45,8A	163,2
216	c5,2D	f5,7D	e30,5C	e66,3A	d49,4B	157,1
836	a24,4B	d18,6B	e25,0B	i40,0A	e60,0A	147,0
136	b13,1D	f4,0E	b56,5A	h38,7B	g23,2C	135,5
337	b12,6C	b27,7B	g15,5C	h37,0A	e39,7B	132,5
321	a18,0C	e13,4C	h10,0C	d70,0A	f29,8B	141,2
936	a20,2C	d17,9C	d35,9B	h39,0B	d50,2A	163,2
515	b9,7C	e10,1C	e29,8B	j23,0B	e41,1A	113,7
726	b11,0C	e10,2C	h5,8C	i35,5B	b70,7A	133,2
926	c8,9D	d17,3C	d35,0B	j28,3B	d47,5A	137,0
1036	c8,3D	e12,5D	f22,3B	f55,9A	e43,9B	142,9
225	b12,4B	e13,8B	f18,0B	f54,0A	d47,3A	145,5
516	c3,5C	f6,0C	e31,5B	i33,3B	e42,5A	116,7
1836	c4,5C	d19,8B	e25,7B	j23,0B	f34,0A	107,0
725	b10,4B	e14,4B	e25,0C	f56,0A	c58,9A	164,7
525	a20,2B	e10,0C	g16,0C	j22,0B	i43,0A	111,2
821	b10,5C	e9,6C	g12,5C	d71,3A	f33,9B	137,8
537	c7,4C	e13,0C	f23,8B	f55,7A	f30,9B	130,8
1736	c5,7C	d19,5B	e31,7A	j21,3B	f32,7A	110,8
Ecótipos						
C44X	c2,1A	f4,2A	h4,7A	l4,5A	i9,6A	25,1
Q4188	c0,1C	f0,8C	h4,6C	k15,6B	f28,8A	50,0
Q4205	c2,0D	f6,4D	f19,7C	h37,9A	g27,5B	93,5
30N	c1,5B	f7,4B	h10,7B	f53,7A	d48,7A	121,9
36N	c3,1C	f4,1C	h5,0C	k17,5B	e40,7A	70,4
48N	c2,2D	e9,9D	f18,1C	h40,4A	g27,0B	97,5
70N	c1,0C	f4,9C	g14,1B	k19,0A	g24,6A	63,7
83N	c0,7B	f0,1B	h3,8B	l9,3A	h3,0A	16,9
95N	c1,4D	e12,4D	g14,8C	g48,0A	e39,5B	116,1
V4	c3,7B	f6,4B	g12,5B	e61,9A	c62,4A	146,8
Testemunhas						
André da Rocha	c0,9C	f0,7C	h5,2C	i35,7A	f27,8B	70,4
Bagual	c0,7C	f0,9C	h1,9C	k20,3B	f30,8A	54,6
Pensacola	c0,1B	f0,1B	h10,0A	l6,8B	h4,2B	21,1
Média geral	9,3	13,1	23,3	46,4	43,6	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferem na linha e médias antecedidas por letras minúsculas distintas diferem na coluna pelo teste de médias Scott-Knott 5%.

Tabela 3 Coeficientes de correlação fenotípica entre caracteres agronômicos em *Paspalum notatum*

	PMSF	PMSC	DENS	ALT	CRESC
PMST	0,89*	0,69*	0,48*	0,78*	-0,13
PMSF		0,42*	0,53*	0,81*	-0,26
PMSC			0,23	0,35	-0,05
DENS				0,28	0,17
ALT					-0,15

*Significativo pelo teste t, a 5% de probabilidade; Produção de massa seca total (PMST); Produção de massa seca de folhas (PMSF); Produção de massa seca de colmo (PMSC); Densidade de afilhos (DAF); Altura (ALT), Hábito de crescimento (CRESC).

Tabela 4 Relação folha:colmo de híbridos, ecótipos e testemunhas de *Paspalum notatum* sob regimes de cortes

Híbridos	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4	Corte 5	Média
437	e5,3A	c1,5B	f6,0A	f3,8A	e1,2B	3,6
336	e3,5B	b3,1B	g4,7B	c8,5A	e2,0B	4,4
122	d6,3A	b3,0B	g3,4B	f4,7A	d3,0B	4,1
132	f2,4C	b3,2C	e9,2B	a11,9A	d3,0C	5,9
332	e5,0C	b3,5D	e9,0B	a11,9A	e2,3D	6,3
137	e5,4A	c1,9B	f6,4A	e5,1A	e1,7B	4,1
127	e5,0A	c1,0B	f5,0A	e5,8A	e2,9B	3,9
221	f2,9C	c1,0C	d10,7A	e6,7B	e1,9C	4,6
532	f2,3A	c1,5A	h2,1A	g2,1A	e2,0A	2,0
436	e5,1B	c1,9C	h1,7C	b10,8A	c4,9B	4,9
236	e3,3B	c1,0B	a10,4A	a12,5A	e2,2B	5,9
636	a12,0A	c1,0C	f6,1B	a11,8A	e2,6C	6,7
216	e4,6B	b3,4B	g4,1B	d8,9A	e2,0B	4,6
836	e3,5B	b2,9B	h2,8B	d7,6A	e2,9B	3,9
136	e3,6A	a4,9A	g4,3A	e2,5B	e1,2B	3,3
337	d8,0A	c1,0B	h2,4B	c9,9A	e2,1B	4,7
321	f2,8B	c1,9B	h2,9B	a12,9A	e1,6B	4,4
936	d6,9B	b3,3D	g4,4C	c7,2A	b5,2B	5,4
515	e4,9B	c1,0C	g4,2A	g2,2C	e1,1C	2,7
726	e4,8A	c2,5B	h1,4B	e5,7A	d3,2B	3,5
926	f2,1C	c2,5C	f5,0B	a11,1A	d3,3C	4,8
1036	f2,6C	c2,3C	b9,8A	b9,0A	b5,6B	5,9
225	f2,9B	c1,7B	h2,5B	b9,9A	a8,5A	5,1
516	e3,6A	a4,9A	h2,8B	g1,9B	e2,1B	3,1
1836	e3,8A	c1,5B	g4,6A	g2,0B	e1,9B	2,8
725	e3,7A	c1,4B	h0,5C	e0,8C	e1,0A	1,5
525	c9,9A	c2,5B	h2,8B	g1,5B	e1,9B	3,7
821	e4,6B	c2,2C	h2,0C	e5,9A	e2,9C	3,5
537	e3,9C	c1,3C	a10,3B	e4,1A	e2,8C	4,5
1736	f2,9B	c2,0B	a10,6A	g2,6B	e2,7B	4,2
Ecótipos						
C44X	f2,6B	a4,2A	g3,8A	g2,5B	e1,3B	2,9
Q4188	f1,6D	a5,7C	g4,6C	d9,4B	a7,4A	5,7
Q4205	f1,9D	a6,4C	b5,8A	d9,0B	e2,4D	5,1
30N	f1,4B	b3,6A	f5,1A	f3,6A	e2,0B	3,1
36N	f1,4C	b3,2B	g3,7B	e6,0A	e1,5C	3,2
48N	e3,7B	c1,9C	d11,7A	f4,2B	e1,1C	4,5
70N	f1,0C	c0,8C	e2,9B	g4,1A	b5,8A	2,9
83N	f1,0C	c0,6C	h1,3B	f1,5B	e6,4A	2,2
95N	f1,0C	c4,2B	g6,3A	f4,8B	e1,1C	3,5
V4	e3,7A	b2,6A	g3,9A	f3,7A	e1,6A	3,1
Testemunhas						
André da Rocha	f1,1C	c1,2C	g4,7B	d8,7A	e3,0B	3,7
Bagual	f1,0B	b1,7B	h1,7B	f1,6B	e2,4A	1,7
Pensacola	e3,3A	c1,0A	h1,8A	g1,7A	e0,9A	1,7

Médias seguidas de letras maiúsculas diferem na linha e médias antecedidas por letras minúsculas distintas diferem na coluna pelo teste de médias Scott-Knott 5%.

CAPÍTULO V

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os ecótipos de *Paspalum notatum* apresentaram variabilidade para o caráter produção de massa seca total quando foram submetidos ao fotoperíodo estendido e natural. Alguns ecótipos podem ser selecionados por apresentarem insensibilidade ao fotoperíodo e estabilidade produtiva ao longo das estações do ano. Há possibilidade de aumentar o potencial de produção de forragem de *P. notatum* utilizando materiais sensíveis ao fotoperíodo sem efeitos deletérios durante os meses mais frios e de dias curtos, sendo que o caráter produção de massa seca total apresentou alta herdabilidade, o que possibilita ganhos na seleção.

Os ecótipos de *Paspalum notatum* respondem de forma positiva aos níveis crescentes de fertilização nitrogenada, sendo as maiores respostas quando o fertilizante foi aplicado na época de crescimento da espécie. Foram selecionados ecótipos que apresentaram as maiores produções de massa seca total e de folhas, maiores ciclos de produção de forragem, além de alta relação folha colmo. Os resultados obtidos indicam potencial de resposta dos ecótipos para a eficiência de utilização de nitrogênio.

A hibridação intraespecífica apresentou variabilidade para todos os caracteres agronômicos avaliados, o que possibilita êxito na seleção de constituições genéticas superiores no desempenho de caracteres ligados à produção de forragem. A variável produção de massa seca de folhas foi o caráter que apresentou maior correlação fenotípica com a produção de massa seca total. A maioria dos híbridos obtidos no presente estudo apresentaram produções de massa seca total e de folhas superiores aos ecótipos utilizados como genitores, assim como, a cultivar Pensacola. Os híbridos superiores para os caracteres agronômicos foram selecionados para etapas subsequentes do programa de melhoramento de plantas forrageiras.

A partir dos resultados sugere-se que novos testes devem ser realizados a campo em parcelas com o objetivo de explorar a competição existente entre as plantas, além da avaliação nutricional dos materiais selecionados. Avaliações em distintos ambientes são necessárias com a finalidade de explorar a interação dos ecótipos e híbridos em distintos ambientes. É necessário determinar o modo de reprodução dos materiais selecionados para etapas futuras dentro do programa de melhoramento, além de estudos focados na produção de sementes. Além disso, são necessários estudos que explorem a caracterização morfogenética com o objetivo de entender o crescimento dos distintos materiais para que seja possível propor práticas de manejo diferenciadas para cada material. Por último, são importantes também estudos conduzidos em patejo, apesar de não ser exigido pelo Ministério da Agricultura para o lançamento de novas cultivares de forrageiras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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 behavior of some *Paspalum* accessions. **Genetic and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 28, n. 4, p. 773-780, 2005.
- ALISCIONI, S. S. Contribución a la filogenia del género *Paspalum* (POACEAE: PANICOIDEAE: PANICEAE). **Annals of the Missouri Botanical Garden**, St. Louis, v. 89, n. 4, p. 504-523, 2002.
- ALLARD, R. W. **Princípios de melhoramento genético das plantas**. São Paulo: Edgard Blucher, 1971. 381 p.
- BARRETO, I. L. **O gênero *Paspalum* (Gramineae) no Rio Grande do Sul**. 1974. 258 f. Dissertação (Livre-Docência em Fitotecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1974.
- BASHAW, E. C.; HOVIN, A. W.; HOLT, E. C. Apomixis, its evolutionary significance and utilization in plant breeding. In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 11., 1970. Queensland. **Proceedings...** Queensland: [s.n.], 1970. p. 245-248.
- BASSO, K. C.; et al. Avaliação de acessos de *Brachiaria brizantha* Stapf e estimativas de parâmetros genéticos para caracteres agrônômicos. **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.
- BEHLING, H.; PILLAR, V. D.; BAUERMANN, S. G. Late quaternary grassland (Campos), gallery forest, fire and climate dynamics, studied by pollen, charcoal and multivariate analysis of the São Francisco de Assis core in Western Rio Grande do Sul (Southern Brazil). **Review of Palaeobotany and Palynology**, Amsterdam, v. 133, n. 3, p. 235-248, 2005.
- BEMHAJA, M.; BERRETA, E. J.; BRITO, G. Respuesta a la fertilización nitrogenada de campo natural en basalto profundo. In: REUNIÓN DEL GRUPO TÉCNICO REGIONAL DEL CONE SUR EM MEJORAMIENTO Y UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS FORRAJEROS DEL ÁREA TROPICAL Y SUBTROPICAL: GRUPO CAMPOS, 14., 1994, Termas de Arapey. **Anais...** Montevideo: INIA, 1998. p. 119-122. (Série Técnica, 94).
- BERTHAUD, J. Apomixis and the management of genetic diversity. In: SAVIDAN, Y.; CARMAN, J. G.; DRESSELHAUS, T. (Ed.). **The flowering of apomixis: from mechanisms to genetic engineering**. El Batán: CIMMYT, 2001. p. 8-23.

BOGGIANO, P. R. et al. Efeito da adubação nitrogenada e oferta de forragem sobre as taxas de acúmulo de matéria seca numa pastagem nativa do Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONE SUL – ZONA CAMPOS, 18., 2000, Guarapuava. **Anais...** Guarapuava: [s.n.], 2000. p.120-121.

BOLDRINI, I. I. **Dinâmica de vegetação de uma pastagem natural sob diferentes níveis de oferta de forragem e tipos de solos, Depressão Central, RS.** 1993. 262 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.

BOLDRINI, I. I. **Campos do Rio Grande do Sul: Caracterização Fisionômica e Problemática Ocupacional.** Porto Alegre: Editora UFRGS, 1997. p. 1-33. (Boletim do Instituto de Biociências: Ecologia, n. 56).

BOLDRINI, I.; LONGHI-WAGNER, H. M.; BOECHAT, de C. S. **Morfologia e taxonomia de gramíneas sul-rio-grandenses.** Porto Alegre: UFRGS, 2005. 96 p.

BOLDRINI, I. I. Diversidade Florística nos campos do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 57., 2006, Gramado. **Anais...** Gramado: [s.n.], 2006. p. 321-324.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas.** Viçosa: Editora UFV, 1998. 453 p.

BORÉM, A. **Biotecnologia e meio ambiente.** Viçosa: UFV, 2005. 425 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.

BRASIL, M. S.; BALDINI, J. I.; BALDINI, V. L. D. Ocorrência e a diversidade de bactérias diazotróficas associadas a gramíneas forrageiras do Pantanal Sul Matogrossense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 179-190 2005.

BRAZ, T. G. S. et al. Parâmetros genéticos de caracteres agronômicos em híbridos de *Panicum maximum* Jacq. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE MELHORAMENTO DE FORRAGEIRAS, 3., 2011, Bonito. **Anais...** Bonito: [s.n.], 2011.

BURMAN, A. G. Nature & composition of the grass flora of Brazil. **Willdenowia**, Berlin – Dahlem, v. 15, p. 211-133, 1985.

BURSON, B. L.; WATSON, V. H. Bahiagrass, dallisgrass, and other *Paspalum* series. In: BARNES, R. F.; MILLER, D. A.; NELSON, C. J. (Ed.). **Forages: An**

introduction to grasslands agriculture. 5th ed. Iowa State: University Press, Iowa, 1995. v. 1, p. 431-440.

BURTON, G. W. The method of reproduction of common Bahiagrass, *Paspalum notatum*. **Journal American Society of Agronomy**, Madison, v. 40, n. 5, p. 443-452, 1948.

BURTON, G. W.; FORBES, I. Genetics and manipulation of obligate apomixis in common Bahia grass (*Paspalum notatum* Flüggé). In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 8., 1960, Reading. **Proceedings...** Reading: International Grassland Society, 1960. p. 66-71.

BURTON, G. W. A search for the origin of Pensacola Bahiagrass. **Economic Botany**, New York, v. 21, n. 4, p. 379-382, 1967.

BURTON, G. W. et al. Effect of temperature, daylength, and solar radiation on production of Coastal bermudagrass. **Agronomy Journal**, Madison, v. 80, n. 4 p. 557-560, 1988.

CACERES, M. E. et al. Feulgen-DNA densitometry of embryo sacs permits discrimination between sexual and apomictic plants in *Paspalum simplex*. **Euphytica**, Wageningen, v. 110, n. 3, p. 161-167, 1999.

CARASSAI, I. J. **Recria de cordeiras em pastagem nativa melhorada, submetida à fertilização nitrogenada**. 2006. 201 f. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

CARNEIRO, V. T. C.; DUSI, D. M. A. Apomixia. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v. 25, p. 36-42, 2002.

CARNEIRO, V. T. C.; DUSI, D. M. A. **Clonagem de Plantas por sementes: estratégias de estudo da apomixia**. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 92p. 2004.

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

CARVALHO, P. C. F. et al. Produção Animal no Bioma Campos Sulinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, p. 156-202, 2006. Suplemento especial.

CECATO, U.; GOMES, L. H. et al. Avaliação de cultivares do gênero *Cynodon*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996, p. 114-116.

COSTA, J. A. A. **Caracterização ecológica de ecótipos de *Paspalum notatum* Flüggé var. *notatum* Naturais do Rio Grande do Sul e ajuste de um modelo de rendimento potencial**. 1997. 98 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

COSTA, N. L.; SAIBRO, J. C. Adubação nitrogenada, épocas e alturas de corte em *Paspalum guenoarum* Arech. **Agronomia Sul Riograndense**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 33-49, 1984.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. 585 p.

DALL'AGNOL, M.; GOMES, K. E. Avaliação Inicial da Matéria Seca de Espécies do Gênero *Paspalum*. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE MELHORAMENTO GENÉTICO PASPALUM, 1987, Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa: IZ, 1987. p. 51-55.

DALL'AGNOL, M; SCHIFINO-WITTMANN, M. T., Apomixia, genética e melhoramento de plantas. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 2, p. 127-133, 2005.

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: [s.n.], 2006. p. 149-162.

DUDA, L. L. **Seleção genética de árvores de *Pinus taeda* L. na região de Arapoti, Paraná**. 2003. 50 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

DUDLEY, J. W.; MOLL, R. H. Interpretation and use of estimation of heritability and genetic variances in plant breeding. **Crop Science**, Madson, v. 2, n. 3, p. 257-262, 1969.

ESCOSTEGUY, C. M. D. **Avaliação agronômica de uma pastagem natural sob diferentes níveis de pressões de pastejo**. 1990. 231 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1990.

EUCLIDES, V. P. B.; EUCLIDES FILHO, K. **Uso de animais na avaliação de forrageiras**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 1998. 59 p. (Documentos, 74).

FACHINETTO, J. M. **Caracterização agronômica, molecular, morfológica e determinação do nível de ploidia em uma coleção de acessos de *Paspalum notatum* Flüge**. 2010. 134 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

FACHINETTO, J. M. et al. Avaliação agronômica 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; MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. 4th ed. Harlow: Pearson, 1996. 463 p.

FEDERIZZI, L. C. Gestão da propriedade intelectual nos programas de melhoramento de plantas. In: ENCONTRO PARANAENSE DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1., 2010, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 2010. p. 28-33.

FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 3. ed. Brasília: Embrapa/Cenargen, 1998. 220 p.

FORBES, I.; BURTON, G. W. Cytology of diploids, natural and induced tetraploids, and intraspecific hybrids of bahiagrass, *Paspalum notatum* Flüggé. **Crop Science**, Madison, v. 1, n. 5, p. 402-406, 1961.

GAUER, L.; ALBARUS, M. H.; CAVALLI-MOLINA, S. Variabilidade isoenzimática em progênies de biótipos apomíticos de *Paspalum dilatatum* (Poaceae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 5, p. 799-804, 2001.

GELCER, E. M. **Evaluation of modeling approaches to estimate bahiagrass (*Paspalum notatum*) yield affected by climate variability in Florida**. 2012. 131 f. Thesis (Master of Science) – University of Florida, Gainesville, 2012.

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

HARLAN, J. R. The scope for collection and improvement of forage plants. In: MCIVOR, J. G.; BRAY, R. A. (Ed.). **Genetic resources of forage plants**. East Melbourne: CSIRO – Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, 1983 p. 3-14.

HASENACK, H.; CORDEIRO, J. L. P.; COSTA, B. S. C. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 2., 2007, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Depto. Forrageiras e Agrometeorologia/UFRGS, 2007. p. 15-21.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de Biomas do Brasil 2004**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 17 ago. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 1995 – 1996**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 17 ago. 2010.

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, v. 11, p. 27-34, 2011.

JEUFFROY, M. H.; NEY, B.; OURRY, A. Integrated physiological and agronomic modelling of N capture and use within the plant. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 53, n. 370, p. 809-823, 2002.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B. Produtividade e utilização de nitrogênio em aveia em função de épocas de aplicação do nitrogênio. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 8, n. 2, p. 117-121, 2002.

LASPINA, N. V. et al. Gene expression analysis at the onset of aposporous apomixis in *Paspalum notatum*. **Plant Molecular Biology**, New York, v. 67, n. 6, p. 615-628, 2008.

LAZENBY, A. Nitrogen relationships in grassland ecosystems. In: INTERNACIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14., 1981, Lexington. **Proceedings...** Lexington: Bouldre: Westview Press, 1981. p. 56-63.

LAWLOR, D. L. **Photosynthesis**: molecular, physiological and environmental process. 2. ed. [S. l.]: Longman Group UK Limited, 1993. 317 p.

LEMAIRE G.; GASTAL F. N uptake and distribution in plant canopies. In: LEMAIRES G. (Ed.). **Diagnosis on the nitrogen status in crops**. Heidelberg: Springer-Verlag, 1997, p. 3-43.

MARASCHIN, G. E. Grama batatais, forquilha e Bahiagrass. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM: A PLANTA FORRAGEIRA NO SISTEMA DE PRODUÇÃO, 17., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 285-331.

MARCHIORO, V. S. et al. Herdabilidade e correlações para caracteres de panícula em populações segregantes de aveia. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 4, p. 323-328, 2003.

MARTÍNEZ, E. J. et al. Inheritance of apospoy in Bahiagrass, *Paspalum notatum*. **Hereditas**, Lund, v. 135, p. 19-25, 2001.

MARTUSCELLO, et al. Among and within family selection and combined half-sib family selection in *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 10, p. 1870-1877, 2009.

MILES, J. W. et al. Brachiaria grasses. In: SOLLENBERGER, L. E.; MOSER, L.; BURSON, B. (Ed.). **Warm-season (C₄) grasses**. Madison, ASA: CSSA: SSSA (American Society of Agronomy - Crop Science Society of America- Soil Science Society of America). 2004, p. 745-783.

MILES, J. W. Apomixis for cultivar development in tropical forage grasses. **Crop Science**, Madson, v. 47, n. 3, p. 238-249, 2007. Supplement.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. 1998. Disponível em: <<http://www.mapa.gov.br>>. Acesso: 10 abr. 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da Biodiversidade Brasileira.** Brasília: MMA/SBF, 2007. 328 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Projeto plantas para o futuro.** 2009. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 10 abr. 2010.

MOOJEN, E. L. **Dinâmica e potencial produtivo de uma pastagem nativa do Rio Grande do Sul submetida a pressões de pastejo, épocas de diferimento e níveis de adubação.** 1991. 172 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991.

NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS. 13., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 15-95.

NABINGER, C. Manejo de campo nativo na Região Sul do Brasil e a viabilidade do uso de modelos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM PRODUÇÃO ANIMAL, 2., 2006, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2006. 1 CD-ROM.

NABINGER, C.; DALL'AGNOL, M. Principais gramíneas nativas do RS: Características gerais, distribuição e potencial forrageiro. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 3., 2008, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: [s.n.], 2008. p. 7-54.

NEWMAN, Y. C. **Bahiagrass: A Quick Reference.** Gainesville, FL: University of Florida Electronic Data Information Source (EDIS). 2007.

NEWMAN, Y. C. et al. Forage production of tropical grasses under extended daylength at subtropical and tropical latitudes. **Environmental and Experimental Botany**, Amsterdam, v. 61, n. 1, p. 18-24, 2007.

NEWMAN, Y. C. et al. **Bahiagrass (*Paspalum notatum*): overview and management.** Gainesville, FL: University of Florida Electronic Data Information Source (EDIS), 2010.

ORTIZ, J. P. A. et al. Harnessing apomictic reproduction in grasses: what we have learned from *Paspalum*. **Annals of Botany**, London, v. 112, n. 5, p. 767-787, 2013.

OTERO, J. R. **Informações sobre algumas plantas forrageiras.** Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1961. 334 p. (Serviço de informação agrícola, n. 11).

OZIAS-AKINS, P.; ROCHE, D.; HANNA, W. W. Tight clustering and hemizygoty 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 Science USA**, Washington, v. 95, n. 9, p. 5127-5132, 1998.

PAIM, N. R.; BOLDRINI, I. I. **Ressemeadura natural em pastagens**. Porto Alegre: Caramuru, 1993. p. 47-53.

PATIÑO-VALERA, F. **Varição genética em progênes de *Eucalyptus saligna* Smith e sua correlação com o espaçamento**. 1986. 192 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1986.

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, A. V. Avanços no melhoramento genético de gramíneas forrageiras tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. p. 19-41.

PEREIRA, J. M., REZENDE, C. P.; RUIZ, M. A. M. Pastagem no ecossistema mata atlântica: atualidades e perspectivas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2005, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2005. p. 36-51.

PEREIRA, E. A. et al. Produção agrônômica de uma coleção de acessos de *Paspalum nicorae* Parodi. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 40, n. 3, p. 498-508, 2011.

PEREIRA E. A. et al. Variabilidade genética de caracteres forrageiros em *Paspalum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 10, p. 1533-1540, 2012.

PEREIRA E. A. **Melhoramento genético por meio de hibridizações entre espécies de *P. guenoarum*, *P. leptone* *P. plicatulum***. 2013. 201 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

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

PILLAR, V. et al. **Campos sulinos – conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. 403 p.

PINTO, C. E. **Produção primária, secundária e comportamento ingestivo de novilhos submetido a distintas ofertas de fitomassa aérea total de uma pastagem natural da depressão central do Rio Grande do Sul**. 2003. 73 f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

PIZARRO, E. A. **Nociones sobre introducción y evaluación agronómica de plantas forrajeras**. [Curitiba]: UFPR. Curso de Pós-Graduação em Agronomia, 2003. Apostila.

PLESHKOV, B. P.; KONFRATEV, M. N. Nitrogen compounds in wheat seedlings when nutrient medium was deficient in magnesium and calcium. **IzvTimiryaz**, Se TskozAkad, v. 6, p. 86-94, 1971.

POLL, H. et al. **Anuário brasileiro da pecuária**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2013. 132 p.

QUADROS, F. L. F.; PILLAR, V. Transições floresta-campo no Rio Grande do Sul. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, v. 13, n. 24, p. 109-118, 2002.

QUARÍN, C. L.; BURSON, B. L.; BURTON, G. W. Cytology of intra and interspecific hybrids between two cytotypes of *Paspalum notatum* and *P. cromyorrhizon*. **Botanical Gazette**, Chicago, v. 145, n. 3, p. 420–426, 1984.

QUARÍN, C. L.; NORRMANN, G. A. Polyploidization in aposporous *Paspalum*. **Apomixis Newsletter**, Ciudad de México, v. 1, p. 28- 29, 1989.

QUARÍN, C. L. Effect of pollen source and pollen ploidy on endosperm formation and seed set in pseudogamous apomictic *Paspalum notatum*. **Sexual Plant Reproduction**, Norman, v. 11, n. 6, p. 331-335, 1999.

QUARÍN, C. L. et al. A rise of ploidy level induces the expression of apomixis in *Paspalum notatum*. **Sexual Plant Reproduction**, Norman, n. 5, v. 13, p. 243-249, 2001.

QUARÍN, C. L. et al. Registration of Q4188 and Q4205, sexual tetraploid germoplasma of bahiagrass. **Crop Science**, Madison, v. 43, n. 2, p. 745-746, 2003.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. P.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Genética quantitativa em plantas autógamias: aplicações ao feijoeiro**. Goiânia: Editora UFG, 1993. 271 p.

RIOS, E. F. et al. Seasonal expression of apospory in bahiagrass. **Tropical Grassland – Forrages Tropicales**, Cali, v. 1, p. 16 – 18, 2013.

ROSITO, J. M. **Levantamento fitossociológico de uma pastagem perene de verão, submetida a diferentes sistemas de manejo**. 1983. 168 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1983.

ROSSMANN, H. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de uma população de soja avaliada em quatro anos**. 2001. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SANDERSON, M. A.; STAIR, D. W.; HUSSEY, M. A. Physiological and morphological responses of perennial forages to stress. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 59, p. 172 – 208, 1997.

SANTOS, D. T. et al. Eficiência bioeconômica da adubação de pastagem natural no sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 437-444, 2008.

SANTOS, R. J. **Dinâmica do crescimento e produção de cinco gramíneas 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, 2005.

SARTOR, M. E. et al. Mode of reproduction of colchicine-induced *Paspalum plicatulum* tetraploids. **Crop Science**, Madison, v. 49, n. 4, 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.

SILVA, M. C. **Avaliação de descritores morfológicos e seleção de diferentes tipos de progênies de *Pennisetum* sp.** 2006. 78 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2006.

SINCLAIR, T. R.; MISLEVY, P.; RAY, J. D. Short photoperiod inhibits winter growth of subtropical grasses. **Planta**, Heidelberg, v. 213, n. 3, p. 488-491, 2001.

SINCLAIR, T. R. et al. Growth of subtropical forage grasses under extended photoperiod during short-daylength months. **Crop Science**, Madison, v. 43, n. 2, p. 618-623, 2003.

SOARES, A. B. et al. Produção animal e de forragem em pastagem nativa submetida a distintas ofertas de forragem. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1148-1154, 2005.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics: biometrical approach**. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 631 p.

STEIN, J. et al. Segregation analysis of AFLP markers indicates polysomic inheritance in tetraploid *Paspalum notatum* with preferential chromosome pairing around the apospory-controlling locus. **Theoretical and Applied Genetics**, Germany, v. 109, n. 1, p. 186-191, 2004.

STEINER, M. G. **Caracterização agrônômica, molecular e morfológica de acessos de *Paspalum notatum* Flüggé 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.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 449-484.

TOWNSEND, C. R. **Características produtivas de gramíneas nativas do gênero *Paspalum*, em resposta à disponibilidade de nitrogênio.** 2008. 267 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

VALLE, C. B. Genetic resources for tropical areas: Achievements and perspectives. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, Piracicaba. **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 477-482.

VALLE, C. B. et al. Melhoramento genético de *Brachiaria*. In: RESENDE, R. M. S.; VALLE, C. B.; JANK, L. (Ed.). **Melhoramento de Forrageiras Tropicais.** Campo Grande: Embrapa, 2008. v. 1, p. 13-53.

VALLS, J. F. M. et al. Patrimônio florístico dos campos: potencialidades de uso e a conservação de seus recursos genéticos. In: **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade.** Brasília-DF: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 139-154.

VENCOVISKY, R. Tamanho efetivo populacional na coleta e preservação de germoplasma de espécies alógamas. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, Piracicaba, v. 35, n. 1, p. 79-86, 1987.

WATSON, L.; DALLWITZ, M. J. **The grass general of the world.** Wallingford, Oxford: C.A.B. International, 1992. 1024 p.

WEILER, R. L. **Hibridação intraespecífica, determinação do modo de reprodução e duplicação cromossômica de *Paspalum notatum* Flüge.** 2013. 122 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

WELKER, C. A. D; LONGHI-WAGNER, H. M. A família Poaceae no Morro Santana, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 4, p. 53-92, 2007.

YOUNG, B. A., SHERWOOD, R. T.; BASHAW, E. C. Cleared-pistil and thicksectioning techniques for detecting aposporous apomixis in grasses. **Canadian Journal of Botany**, Guelph, v. 57, n. 15, p. 1668-1672, 1979.

APÊNDICE

Apêndice 1: Normas para preparação de trabalhos científicos para publicação na *Crop Science*.

Instructions to Authors of Manuscripts for *Crop Science* (2013)

General Requirements

Full papers must be either reports of original research, critical reviews, or interpretive articles. The journal also publishes short communications, book reviews, and letters to the editor. Submissions to *Crop Science* must not be previously published in or simultaneously submitted to any other scientific or technical journal. For the policy regarding publishing in nontechnical outlets, see *Publications Handbook and Style Manual* (ASA–CSSA–SSSA, 2004).

Scope

Crop Science is the normal channel for publication of papers in plant genetics; breeding; cytology; metabolism; physiology; ecology; turfgrass; weed science; crop quality, production, and utilization; genomics, molecular genetics and biotechnology; and plant genetic resources. Articles reporting experimentation or research in field crops or reviews or interpretation of such research will be accepted for review as papers. For research involving controlled environments, see <https://www.crops.org/files/publications/ces-guide.pdf> for guidelines. Short articles (~ 4 pages) concerned with experimental techniques, apparatus, or observation of unique phenomena will be accepted for review as short communications. Observations usually are limited to studies and reports of unrepeatable phenomena or other unique circumstances. Letters to the editor are welcomed and are published subject to review and approval of the editor. When letters concern previous articles, the authors will be invited to reply; letter and reply are published together.

Submission Procedures and Preparation

Full-Length Manuscripts and Reviews

All manuscripts should be submitted through the online submission tool (<http://mc.manuscriptcentral.com/crop>). Detailed instructions can be found at this site, along with instructions related to logging on to the *Crop Science* Manuscript Central system.

Creating the manuscript files. Submit the main text document in a common word processing file. LaTeX or other typeset formats are not allowed. Manuscript Central will convert your original files into PDF format; please check this PDF “proof” before submitting. Check any Greek characters and figures carefully. If you have a character conversion, fix your word processing file by embedding fonts (in Word, go to Tools/Options/“Save” tab, and check “Embed TrueType Fonts”). If there is an error in the PDF you cannot fix, mention it in the cover letter so the editors and eventually Headquarters will be aware of the problem. On the first page, give the title, a byline with the names of all authors,

an author–paper documentation footnote, a list of all nonstandard abbreviations used in the paper (standard abbreviations available on p. 22 of the style manual, <https://www.crops.org/publications/style>), and any other necessary footnotes. An abstract is required and is normally the second manuscript page. After the title page and abstract, the usual order of sections is an untitled introduction (which includes the literature review), Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusions (optional), Acknowledgments (optional), and References, followed by any figure captions and the tables. Results and Discussion may be combined and conclusions can be given at the close of the Discussion section. Start each section (including figure captions and tables) on a new page and number all pages.

Figures. Submit figures in high-resolution, individual files (one figure per file). All panels of one figure need to be in the same single file and on the same page if possible. Check your figures in the PDF proof generated by Manuscript Central, as the figures in the PDF may be used for publication. TIFF or EPS files are best for resolution (don't insert these files into a word processing document because this will reduce resolution). Width of figures should approximate desired print size, i.e., 3 ¼ inches for a one column figure, 7 inches for a two column figure. Photographs and drawings for graphs and charts should be prepared with good contrast of dark and light. Give careful attention to the width of lines and size and clarity of type and symbols. Variables (e.g., *r*, *x*, *y*) should be italicized. A figure caption should be brief, but sufficiently detailed to tell its own story. Specify the crop or soil involved, the major variables presented, and the place and year. Identify curves or symbols in a legend within the figure itself, not in the caption. Define abbreviations in the caption. Define symbols used in the caption or in the legend. Be sure to indicate the scale for micrographs, either in the illustration or the caption.

Tables. Prepare tables with the tables feature in your word processor; do not use tabs, spaces, or graphics boxes. Each datum needs to be contained in an individual cell. Number tables consecutively. Table heads should be brief but complete and self-contained. Define all variables and spell out all abbreviations. Tables should be placed at the end of the main text document. The *, **, and *** are always used in this order to show statistical significance at the 0.05, 0.01, and 0.001 probability levels, respectively, and cannot be used for other notes. Significance at other levels is designated by a supplemental note. Lack of significance is usually indicated by NS. For table footnotes, use the following symbols in this order: †, ‡, §, ¶, #, ††, ‡‡,... Cite these symbols just as you would read a table—from left to right and from top to bottom, and reading across all spanner and subheadings for one column before moving on to the next. An exponential expression (e.g., $\times 10^{-3}$) in the units line is often necessary to keep the length of data values reasonably short. This ambiguous expression must be referenced with an explanatory note.

Title and byline. A title gives the reader a clear idea of what the article is about; it should be brief and informative. Use common names for crops and avoid abbreviations. The usual limit for titles is 10 to 12 words (not counting “and,” “of,” and similar conjunctions and prepositions). Titles in a numbered series of articles may be longer. Below the title, list the names of all authors. Place an

asterisk after the name of the corresponding author (i.e., the person from whom reprints are to be requested).

Author–paper documentation. The author–paper documentation is a single paragraph. The first sentence lists the authors (without professional titles) and their complete, current addresses. If a paper has only one author, or if all authors are from the same department and institution, omit the names (i.e., give the address only). The second sentence lists institutional sponsors, with the institutional article number of similar contribution acknowledgment. Add such an acknowledgment if an author has moved and using the current address leaves no other mention of the involvement of the former institution. Other information such as granting, funding, or dissertation status may follow. End the author–paper documentation paragraph with these two statements: “Received _____.” *Corresponding author (e-mail).” The date received will be filled in by an editor.

Abbreviations. Prepare a list in alphabetical order of abbreviations used in your article. Do not include SI units, chemical abbreviations, or most common abbreviations such as those listed in the style manual.

Footnotes. Footnotes are discouraged in text, but may be used when needed (typically for a product disclaimer). Number any footnotes consecutively.

Abstract. Abstracts are a single self-contained paragraph of no more than 1500 characters – including word spaces - for papers or 750 characters for Notes. Abstracts should contain the rationale, objectives, methods, results, and their meaning or scope of application. Be specific. Identify the crops or organisms involved, the soil type, chemicals, and other details that are pertinent to the results. Do not cite references. **Nomenclature and identification of materials.** Give the complete binomial and authorities at first mention (in Abstract or text) of plants, pathogens, and insects or pests. In order to ensure uniformity and to have clear definitions of terms used for grazing lands and grazing animals literature, manuscripts submitted to the C-06 section of *Crop Science* are required to adhere the terminology developed by the Forage and Grazing Terminology Task Force (see <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2494.2010.00780.x/pdf>). Submissions that use terms and definitions that deviate from the recommended terminology will be returned to authors for corrections before they are sent for review. **Citing genetic material.** Authors of CSSA publications must cite plant introductions, as well as registered cultivars, germplasm, parental lines, and genetic stocks when they are mentioned in the text of the Introduction, Discussion, or Characteristics section of research papers. Such genetic materials must also be cited when they are used to develop unreleased genetic populations that are the focus of the research paper, unless the development of the population can be cited more directly. Authors are encouraged to cite the *Journal of Plant Registrations* if possible. Other sources for citation information include the Genetic Resource Information Network (GRIN) maintained by the USDA. Registrations published in *Crop Science* and the *Journal of Plant Registrations* are indexed on the GRIN website at <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/csrlist.pl>. A general search in GRIN is available at http://www.ars-grin.gov/npgs/acc/acc_queries.html. **Units of measure.** The SI system (Système International de Unités) is required

in *Crop Science*. Other units may be indicated in parentheses after the SI unit if this helps understanding or is needed for replication of the work. www.crops.org

References. The author–year notation system is required; do not use numbered notation. In the list, arrange references alphabetically by author. All single author entries precede multiple-author entries for the same first author. Use chronological order only within entries with identical authorship (alphabetizing by title for same-author, same-year entries). Add a lowercase letter a, b, c, etc. to the year to identify same-year entries for text citation. Do this also for any multiple-author entries that would otherwise result in identical citations in the text.

Cover submissions. If you have any images which highlight your paper, you may submit them along with your paper in the Manuscript Central system. Please be sure to label as “image” (not “figure”). Cover images need to be at least 300 dpi at actual size; further electronic image specifics can be found at <https://www.crops.org/publications/style>. Otherwise, a slide or glossy print provides high resolution and can be submitted directly to the Headquarters office on acceptance of your manuscript (attn: Managing Editor, *Crop Science*, 5585 Guilford Rd., Madison, WI 53711). Be sure to label it with the manuscript number and title and provide a descriptive caption and photo credit which will aid in the selection process. Also, please be aware that even if your image is not chosen for publication as the cover, images submitted to *Crop Science* may be used in other Society publications.

Supplemental materials. If you wish to include supplemental materials, you need to include these files with your submission. Please label the file as “Supplemental File” when you upload.

Revisions. All revisions to the manuscript during the review process will be made by the author only, and revisions will be given the same manuscript number, with an R number on the end (e.g., CROP-2006–04– 0017-ORA.R1). Each revision has the opportunity for another round of review—the manuscript status “awaiting reviewer selection” is automatic and does not indicate a resubmission.

Notice for Word 2007 users: If you have equations, they must be composed using the Microsoft Equation 3.0 editor found under INSERT OBJECT, or with another MathML format such as MathType. Do not use INSERT EQUATION, which creates images (when converted) that cannot be used for typesetting. Regrettably, we will need to return any files created with Word 2007 that contain equations created with INSERT EQUATION to the authors for resetting.

Publication Charges and Length of Manuscript

Full-length manuscripts accepted for publication in *Crop Science* after January 1, 2013 are assessed a publication charge of \$0 for the first seven pages and \$50 per page after seven.

Open access and archive deposit policy. Authors have the option of paying an additional \$1000 fee, above the usual publication charge, to make the article open access (freely available without subscription) at the time of publication on the *Crop Science* Web site (<https://www.crops.org/publications/cs>). Authors may post a PDF version of their accepted papers after peer review on their own personal sites, and/or their employer’s sites. The doi link must appear on the

PDF. Authors choosing the open-access option may post the final published version of their papers anywhere, with no restrictions. If you would like the open access option, inform the managing editor of the journal before the issue goes to press.

Plagiarism and Duplication

Upon submission, papers are screened for plagiarism using specialized software. If significant duplication is found, the paper will be forwarded to the journal editor for evaluation.

Accepted Manuscripts

When your manuscript is accepted, you will receive notification from your technical or associate editor, and the accepted files (word processing, PDF, and figure files in any format) will automatically be sent to Headquarters. You will hear from Headquarters on receipt of your files. A hard copy is no longer required; the figure files submitted will be used for press.

Reference Examples

Lewis, J.M., L. Siler, E. Souza, P.K.W. Ng, Y. Dong, G. Brown- Guedira, G.-L. Jiang, and R.W. Ward. 2010. Registration of ‘Ambassador’ wheat. *J. Plant Reg.* 4:195–204. USDA-ARS National Genetic Resources Program. 1993.

Germplasm Resources Information Network (GRIN) database. *Festuca arundinacea* Schreb. POACEAE ‘Maximize’. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, MD. <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/acc/display.pl?1444051> (accessed 18 Jan. 2012).

Useful References

ASA–CSSA–SSSA. 2004. Publications handbook and style manual. 3rd ed. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI. <https://www.crops.org/publications/style/> (accessed 18 Jan. 2012).

Crop Science Society of America, Terminology Committee. 1992. Glossary of crop science terms. CSSA, Madison, WI. <http://www.crops.org/cropgloss/>

USDA-ARS National Genetic Resources Program. 2005. Germplasm Resources Information Network (GRIN) database. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, MD. http://www.ars-grin.gov/npgs/acc/acc_queries.html (accessed 18 Jan. 2012).

USDA-NRCS Soil Survey Division. 2005. USDA-NRCS Official Soil Series Descriptions. USDA-NRCS. <http://soils.usda.gov/technical/classification/osd/> (accessed 18 Jan. 2012).

Apêndice 2: Normas para preparação de trabalhos científicos para publicação na Pesquisa Agropecuária Brasileira.

Diretrizes para Autores

Escopo e política editorial

A revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB) é uma publicação mensal da Embrapa, que edita e publica trabalhos técnico-científicos originais, em português, espanhol ou inglês, resultantes de pesquisas de interesse agropecuário. A principal forma de contribuição é o Artigo, mas a PAB também publica Notas Científicas e Revisões a convite do Editor.

Análise dos artigos

A Comissão Editorial faz a análise dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se aspectos como escopo, apresentação do artigo segundo as normas da revista, formulação do objetivo de forma clara, clareza da redação, fundamentação teórica, atualização da revisão da literatura, coerência e precisão da metodologia, resultados com contribuição significativa, discussão dos fatos observados em relação aos descritos na literatura, qualidade das tabelas e figuras, originalidade e consistência das conclusões. Após a aplicação desses critérios, se o número de trabalhos aprovados ultrapassa a capacidade mensal de publicação, é aplicado o critério da relevância relativa, pelo qual são aprovados os trabalhos cuja contribuição para o avanço do conhecimento científico é considerada mais significativa. Esse critério é aplicado somente aos trabalhos que atendem aos requisitos de qualidade para publicação na revista, mas que, em razão do elevado número, não podem ser todos aprovados para publicação. Os trabalhos rejeitados são devolvidos aos autores e os demais são submetidos à análise de assessores científicos, especialistas da área técnica do artigo.

Forma e preparação de manuscritos

Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos (não terem dados – tabelas e figuras – publicadas parcial ou integralmente em nenhum outro veículo de divulgação técnico-científica, como boletins institucionais, anais de eventos, comunicados técnicos, notas científicas etc.) e não podem ter sido encaminhados simultaneamente a outro periódico científico ou técnico. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.

- São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor.

- Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.

- O texto deve ser digitado no editor de texto Microsoft Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, com margens de 2,5 cm e com páginas e linhas numeradas.

Informações necessárias na submissão on-line de trabalhos

No passo 1 da submissão (Início), em “comentários ao editor”, informar a relevância e o aspecto inédito do trabalho.

No passo 2 da submissão (Transferência do manuscrito), carregar o trabalho completo em arquivo Microsoft Word.

No passo 3 da submissão (Inclusão de metadados), em “resumo da biografia” de cada autor, informar o link do sistema de currículos lattes (ex.: <http://lattes.cnpq.br/0577680271652459>). Clicar em “incluir autor” para inserir todos os coautores do trabalho, na ordem de autoria.

Ainda no passo 3, copiar e colar o título, resumo e termos para indexação (key words) do trabalho nos respectivos campos do sistema.

No passo 4 da submissão (Transferência de documentos suplementares), carregar, no sistema on-line da revista PAB, um arquivo Word com todas as cartas (mensagens) de concordância dos coautores coladas conforme as explicações abaixo:

- Colar um e-mail no arquivo word de cada coautor de concordância com o seguinte conteúdo:

“Eu, ..., concordo com o conteúdo do trabalho intitulado “.....” e com a submissão para a publicação na revista PAB.

Como fazer:

Peça ao coautor que lhe envie um e-mail de concordância, encaminhe-o para o seu próprio e-mail (assim gerará os dados da mensagem original: assunto, data, de e para), marque todo o email e copie e depois cole no arquivo word. Assim, teremos todas as cartas de concordâncias dos co-autores num mesmo arquivo.

Organização do Artigo Científico

A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

- Artigos em português - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, tabelas e figuras.

- Artigos em inglês - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Abstract, Index terms, título em português, Resumo, Termos para indexação, Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, tables, figures.

- Artigos em espanhol - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumen, Términos para indexación; título em inglês, Abstract, Index terms, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, cuadros e figuras.

- O título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português e espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês.

- O artigo científico deve ter, no máximo, 20 páginas, incluindo-se as ilustrações (tabelas e figuras), que devem ser limitadas a seis, sempre que possível.

Título

- Deve representar o conteúdo e o objetivo do trabalho e ter no máximo 15 palavras, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções.

- Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.

- Deve ser iniciado com palavras chaves e não com palavras como “efeito” ou “influência”.

- Não deve conter nome científico, exceto de espécies pouco conhecidas; neste caso, apresentar somente o nome binário.

- Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos.

- As palavras do título devem facilitar a recuperação do artigo por índices desenvolvidos por bases de dados que catalogam a literatura.

Nomes dos autores

- Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção “e”, “y” ou “and”, no caso de artigo em português, espanhol ou em inglês, respectivamente.

- O último sobrenome de cada autor deve ser seguido de um número em algarismo arábico, em forma de expoente, entre parênteses, correspondente à chamada de endereço do autor.

Endereço dos autores

- São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em algarismo arábico, entre parênteses, em forma de expoente.

- Devem ser agrupados pelo endereço da instituição.

- Os endereços eletrônicos de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula.

Resumo

- O termo Resumo deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda, e separado do texto por travessão.

- Deve conter, no máximo, 200 palavras, incluindo números, preposições, conjunções e artigos.
- Deve ser elaborado em frases curtas e conter o objetivo, o material e os métodos, os resultados e a conclusão.
- Não deve conter citações bibliográficas nem abreviaturas.
- O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.

Termos para indexação

- A expressão Termos para indexação, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula.
- Devem ser no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras.
- Não devem conter palavras que compõem o título.
- Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada.
- Devem, preferencialmente, ser termos contidos no [AGROVOC: Multilingual Agricultural Thesaurus](#) ou no [Índice de Assuntos da base SciELO](#).

Introdução

- A palavra Introdução deve ser centralizada e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.
- Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.
- O último parágrafo deve expressar o objetivo de forma coerente com o descrito no início do Resumo.

Material e Métodos

- A expressão Material e Métodos deve ser centralizada e grafada em negrito; os termos Material e Métodos devem ser grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais.
- Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica.
- Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.
- Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis.
- Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas.
- Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.
- Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.
- Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.
- Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.

Resultados e Discussão

- A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos.

- As tabelas e figuras são citadas sequencialmente.
- Os dados das tabelas e figuras não devem ser repetidos no texto, mas discutidos em relação aos apresentados por outros autores.
- Evitar o uso de nomes de variáveis e tratamentos abreviados.
- Dados não apresentados não podem ser discutidos.
- Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.
- As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária nova chamada.
- Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras.
- As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.

Conclusões

- O termo Conclusões deve ser centralizado e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo.
- Devem ser elaboradas com base no objetivo do trabalho.
- Não podem consistir no resumo dos resultados.
- Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.
- Devem ser numeradas e no máximo cinco.

Agradecimentos

- A palavra Agradecimentos deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser breves e diretos, iniciando-se com “Ao, Aos, À ou Às” (pessoas ou instituições).
- Devem conter o motivo do agradecimento.

Referências

- A palavra *Referências* deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser de fontes atuais e de periódicos: pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 10 anos e 70% de artigos de periódicos.
- Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 6023 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.
- Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e-vírgula, sem numeração.
- Devem apresentar os nomes de todos os autores da obra.
- Devem conter os títulos das obras ou dos periódicos grafados em negrito.
- Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação.
- Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada.
- Devem ser trinta, no máximo.

Exemplos:

- Artigos de Anais de Eventos (aceitos apenas trabalhos completos)

AHRENS, S. A fauna silvestre e o manejo sustentável de ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p.153-162.

- Artigos de periódicos

SANTOS, M.A. dos; NICOLÁS, M.F.; HUNGRIA, M. Identificação de QTL associados à simbiose entre *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii* e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.67-75, 2006.

- Capítulos de livros

AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.

- Livros

OTSUBO, A.A.; LORENZI, J.O. **Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de produção, 6).

- Teses

HAMADA, E. **Desenvolvimento fenológico do trigo (cultivar IAC 24 - Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA-AVHRR**. 2000. 152p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

- Fontes eletrônicas

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa Agropecuária Oeste**: relatório do ano de 2003. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 97p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 66). Disponível em: . Acesso em: 18 abr. 2006.

Citações

- Não são aceitas citações de resumos, comunicação pessoal, documentos no prelo ou qualquer outra fonte, cujos dados não tenham sido publicados. - A autocitação deve ser evitada. - Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 10520 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.

- Redação das citações dentro de parênteses

- Citação com um autor: sobrenome grafado com a primeira letra maiúscula, seguido de vírgula e ano de publicação.

- Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados pelo "e" comercial (&), seguidos de vírgula e ano de publicação.

- Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e ano de publicação.

- Citação de mais de uma obra: deve obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores.

- Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: os nomes destes não devem ser repetidos; colocar os anos de publicação separados por vírgula.

- Citação de citação: sobrenome do autor e ano de publicação do documento original, seguido da expressão "citado por" e da citação da obra consultada.

- Deve ser evitada a citação de citação, pois há risco de erro de interpretação; no caso de uso de citação de citação, somente a obra consultada deve constar da lista de referências.

- Redação das citações fora de parênteses

- Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: seguem as orientações anteriores, com os anos de publicação entre parênteses; são separadas por vírgula.

Fórmulas, expressões e equações matemáticas

- Devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho padronizado da fonte Times New Roman.

- Não devem apresentar letras em itálico ou negrito, à exceção de símbolos escritos convencionalmente em itálico.

Tabelas

- As tabelas devem ser numeradas seqüencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após as referências.

- Devem ser auto-explicativas.

- Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.

- Os elementos complementares são: notas-de-rodapé e fontes bibliográficas.

- O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.

- No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé.

- Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.

- Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo.

- Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa.

- Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a indicação em nota-de-rodapé do teste utilizado e a probabilidade.

- Devem ser usados fios horizontais para separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares. Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.

- As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu Formatar Parágrafo.

- Notas de rodapé das tabelas

- Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências.

- Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.

- Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ns (não-significativo); * e ** (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Figuras

- São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.

- Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos.

- O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito.
- Devem ser auto-explicativas.
- A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título.
- Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.
- Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas.
- O crédito para o autor de fotografias é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração. - As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.
- Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como: círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).
- Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante.
- As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.
- Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 ou 17,5 cm de largura.
- Devem ser gravadas nos programas Word, Excel ou Corel Draw, para possibilitar a edição em possíveis correções.
- Usar fios com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.
- No caso de gráfico de barras e colunas, usar escala de cinza (exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100%, para cinco variáveis).
- Não usar negrito nas figuras.
- As figuras na forma de fotografias devem ter resolução de, no mínimo, 300 dpi e ser gravadas em arquivos extensão TIF, separados do arquivo do texto.
- Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, podem ser coloridas.

Notas Científicas

- Notas científicas são breves comunicações, cuja publicação imediata é justificada, por se tratar de fato inédito de importância, mas com volume insuficiente para constituir um artigo científico completo.

Apresentação de Notas Científicas

- A ordenação da Nota Científica deve ser feita da seguinte forma: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, texto propriamente dito (incluindo introdução, material e métodos, resultados e discussão, e conclusão, sem divisão), Referências, tabelas e figuras.
- As normas de apresentação da Nota Científica são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:
- Resumo com 100 palavras, no máximo.
- Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.
- Deve apresentar, no máximo, 15 referências e duas ilustrações (tabelas e figuras).

Outras informações

- Não há cobrança de taxa de publicação.

- Os manuscritos aprovados para publicação são revisados por no mínimo dois especialistas.
- O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação.
- São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.
- Os trabalhos aceitos não podem ser reproduzidos, mesmo parcialmente, sem o consentimento expresso do editor da PAB.

Contatos com a secretaria da revista podem ser feitos por telefone: (61)3448-4231 e 3273-9616, fax: (61)3340-5483, via e-mail: pab@sct.embrapa.br ou pelos correios:

Embrapa Informação Tecnológica Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB

Caixa Postal 040315 CEP 70770 901 Brasília, DF

Condições para submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. O manuscrito deve ser inédito e não pode ter sido submetido, simultaneamente, a outro periódico, e seus dados (tabelas e figuras) não podem ter sido publicados parcial ou totalmente em outros meio de publicação técnicos ou científicos (boletins institucionais, anais de eventos, comunicados técnicos, notas científicas, etc.).
2. O texto deve ser submetido no formato do Microsoft Word, em espaço duplo, escrito na fonte Times New Roman 12, tamanho de papel A4, com páginas e linhas numeradas; e o arquivo não deve ultrapassar o tamanho de 20 MB.
3. O artigo deve ter, no máximo, 20 páginas e tem que estar organizado na seguinte ordem: Título; nome completo dos autores, seguido de endereço institucional e eletrônico; Resumo; Termos para indexação; Title, Abstract; Index terms; Introdução; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusões; Agradecimentos; Referências; tabelas e figuras.
4. Os padrões de texto e de referências bibliográficas devem ser apresentados de acordo com as orientações, para a apresentação de manuscritos, estabelecidas nas Diretrizes aos autores, as quais se encontram na página web da revista PAB.
5. Mensagens de concordância dos coautores com o conteúdo do manuscrito e sua submissão à revista devem ser compiladas pelo autor correspondente em um arquivo do Microsoft Word e carregadas no sistema como um documento suplementar, no quarto passo do processo de submissão.
6. Diante do grande número de trabalhos recebidos para publicação (média de 110 por mês), solicitamos sua concordância com os seguintes procedimentos adotados pela revista PAB:

Os trabalhos são analisados pela Comissão Editorial, antes de serem submetidos à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se os seguintes aspectos, entre outros: escopo, apresentação do artigo segundo as normas da revista; formulação do objetivo de forma clara; clareza da redação; fundamentação teórica; atualização da revisão da literatura; coerência e precisão da metodologia; discussão dos fatos observados em relação aos descritos na literatura; resultados com contribuição significativa; qualidade das tabelas e figuras; e, finalmente, originalidade e consistência das conclusões.

Após a aplicação desses critérios, caso o número de trabalhos aprovados ultrapasse a capacidade de publicação mensal, é aplicado o critério da **relevância relativa**. Segundo esse critério, os trabalhos com contribuição mais significativa para o avanço do conhecimento científico são aprovados. Esse critério é aplicado apenas aos trabalhos que atendam aos requisitos de qualidade, mas que, por excederem a capacidade de publicação mensal da revista, não podem ser todos aprovados. Por esse mesmo motivo, informamos que não aceitamos pedido de reconsideração.

VITA

Juliana Medianeira Machado, filha de Derli Peters Pereira Machado e Maria de Lourdes Malezzan, nasceu em 13 de julho de 1983. Realizou seus estudos na Escola Estadual Padre Caetano e na Escola Estadual Irmão José Otão, no município de Santa Maria - RS. Ingressou no Curso de Zootecnia na Universidade Federal de Santa Maria - UFSM no ano de 2003, graduando-se no ano de 2008. Durante este período, realizou estágio e foi bolsista de iniciação científica - CNPq junto ao Laboratório de Forragicultura. Em 2008, ingressou no mestrado pelo Programa de Pós – Graduação em Zootecnia, sob orientação da professora Marta Gomes da Rocha, na Universidade Federal de Santa Maria na área de concentração em Produção Animal concluindo o mestrado em 2010 como bolsista do CAPES. Em 2010, ingressou no curso de doutorado pelo Programa de Pós – Graduação em Zootecnia, sob orientação do professor Miguel Dall’Agnol, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul na área de concentração em Plantas Forrageiras, com ênfase no melhoramento genético de plantas forrageiras como bolsista do CNPq. Realizou o doutorado sanduíche na University of Florida, Gainesville, Estados Unidos durante o período de maio à agosto de 2013. Foi submetida à banca de defesa de Tese em fevereiro de 2014.