

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

**RESPOSTA DE HÍBRIDOS DE *Paspalum Notatum* A FERTILIZAÇÃO  
NITROGENADA E A CONSORCIAÇÃO COM LEGUMINOSAS**

LARISSA ARNHOLD GRAMINHO  
Zootecnista/UFSM  
Mestre em Zootecnia/UFSM

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

Porto Alegre (RS), Brasil.

Março, 2018

CIP - Catalogação na Publicação

Graminho, Larissa Arnhold  
RESPOSTA DE HÍBRIDOS DE *Paspalum Notatum* A  
FERTILIZAÇÃO NITROGENADA E A CONSORCIAÇÃO COM  
LEGUMINOSAS / Larissa Arnhold Graminho. -- 2018.  
96 f.  
Orientador: Miguel Dall'Agnol.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2018.

1. Forrageiras. 2. Melhoramento genético. 3.  
Hibridação. 4. Produção de forragem. 5. Apomixia. I.  
Dall'Agnol, Miguel, orient. II. Título.

LARISSA ARNHOLD GRAMINHO  
ZOOTECNISTA E MESTRE EM ZOOTECNIA

**TESE**

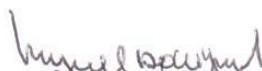
Submetida como parte dos requisitos  
para obtenção do Grau de

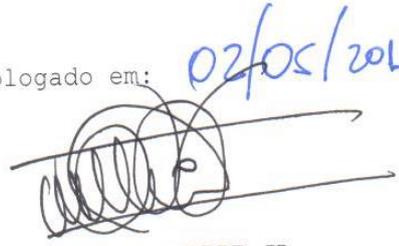
**DOUTORA EM ZOOTECNIA**

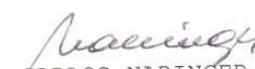
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Faculdade de Agronomia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovada em: 28.03.2018  
Pela Banca Examinadora

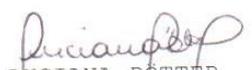
Homologado em: 02/05/2018  
Por

  
MIGUEL DALL'AGNOL  
PPG Zootecnia/UFRGS  
Orientador

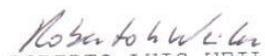
  
DANILO PEDRO STREIT JR.  
Coordenador do Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia

  
CARLOS NABINGER  
PPG Zootecnia/UFRGS

  
ENILSON LUIZ SACCOL DE SÁ  
PPG Ciência do Solo/UFRGS

  
LUCIANA POTTER  
PPG Zootecnia/UFSM

  
CARLOS ALBERTO BISSANI  
Diretor da Faculdade de Agronomia

  
ROBERTO LUIS WEILER  
Departamento de Plantas  
Forrageiras e Agrometeorologia/UFRGS

**“A real viagem de descoberta não consiste em buscar novas paisagens,  
mas em ter novos olhos”.**  
**Marcel Proust**

**Dedico esta tese: à minha família**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por estar sempre presente no meu caminho.

Ao meu noivo Vagner, meu companheiro para todas as horas, sem seu apoio tudo seria mais difícil, lutou comigo em mais uma etapa e juntos vencemos. Sempre terá meu amor, meu carinho e admiração.

A minha mãe Maria de Fátima que sempre teve eu e minha irmã como prioridades em sua vida e graças a ela hoje somos pessoas honestas, independentes, com valores e princípios. Agradeço a compreensão pela minha ausência e os esforços para que eu chegasse até aqui.

A minha irmã Mirela que sempre me apoiou, acreditou nas minhas capacidades e esteve ao meu lado.

Ao Professor Miguel por ter me aceitado no grupo de pesquisa, por todos os ensinamentos, questionamentos, pela confiança depositada, por me auxiliar quando precisei.

Ao Professor Carlos Nabinger pelos ensinamentos e orientações. Grande Mestre exemplo de integridade, profissionalismo, paciência e disposição. A cada dia o admiro mais e sou grata por ter a oportunidade de aprender e conviver com uma pessoa tão respeitável.

A Professora Luciana que mais uma vez me instruiu, ensinou, foi amiga, me recebeu em sua casa e laboratório com todo carinho e atenção. Sua ajuda foi fundamental para que eu alcançasse os meus objetivos. Admiro o seu profissionalismo, competência, força, bondade e generosidade.

Aos Professores Carine e Roberto pela participação no meu trabalho, orientações e conselhos.

Aos meus colegas de Pós-graduação Eder, Cleber, Mariana, Rodrigo, Patrícia e Karine pela ajuda na condução do experimento e pela força que me deram nos momentos que precisei.

Aos estagiários do grupo de Melhoramento pelos inúmeros dias de dedicação ao meu trabalho de pesquisa.

A Capes pela concessão da bolsa.

## RESPOSTA DE HÍBRIDOS DE *Paspalum notatum* À FERTILIZAÇÃO NITROGENADA E A CONSORCIAÇÃO COM LEGUMINOSAS<sup>1</sup>

Autora: Larissa Arnhold Graminho

Orientador: Miguel Dall'Agnol

**Resumo:** A riqueza e a diversidade de espécies forrageiras dos Campos Sulinos, pode propiciar a inserção de espécies nativas em programas de melhoramento. As gramíneas nativas do gênero *Paspalum* possuem grande variabilidade, que pode contribuir para seleção de genótipos adaptáveis às várias condições ecológicas de regiões tropicais e subtropicais. Dentre as espécies deste gênero destaca-se o *Paspalum notatum* com ecótipos que possuem superioridade produtiva quando comparados à cultivares comerciais, o que contribui para que esta espécie seja candidata ao lançamento de novas cultivares. Avaliações de plantas melhoradas submetidas a diferentes práticas de manejo, como fertilização ou consorciação, são fundamentais para gerar conhecimento acerca das características produtivas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial produtivo de uma progênie híbrida intraespecífica de *P. notatum* submetida a diferentes níveis de fertilização nitrogenada ou consorciação com leguminosas para serem empregados em sistemas de produção a pasto ou na recuperação de pastagens naturais degradadas. A produção de matéria seca e a densidade populacional de perfilhos dos genótipos de *P. notatum* respondem de forma positiva aos níveis de fertilização nitrogenada. O nível de fertilização 120 kg N ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> promove a maior eficiência de uso de nitrogênio nos genótipos de *P. notatum*. Os genótipos B26, C22, C9 e Bagual são indicados para serem utilizados em sistemas de consórcio com leguminosas de clima temperado. A produção de matéria seca de sistemas com genótipos de *P. notatum* consorciados com trevo branco mais cornichão é semelhante à produção de sistemas fertilizados com até 240 kg N ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>, evidenciando a viabilidade do consórcio entre essas espécies.

**Palavras-chaves:** apomixia, hibridação, melhoramento genético, perfilhamento

---

<sup>1</sup>Tese de Doutorado em Zootecnia - Plantas Forrageiras, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. ( 96 p.) Março, 2018.

## ***Paspalum notatum* HYBRID RESPONSE TO NITROGEN FERTILIZATION AND INTERCROPPED WITH LEGUMES<sup>2</sup>**

Autor: Larissa Arnhold Graminho

Orientador: Miguel Dall'Agnol

**ABSTRACT:** The richness and diversity of forage species in the Campos Sulinos region may facilitate the inclusion of native species in breeding programs. Native grasses of the *Paspalum* genus show great variability which may contribute to the selection of adaptable genotypes to the various ecological conditions of tropical and subtropical regions. Within the genus, *Paspalum notatum* is a species with superiorly productive ecotypes compared to commercial cultivars, rendering this species a candidate for the release of new cultivars. The evaluation of bred plants submitted to different management practices, such as fertilization or consortium with legumes is fundamental to acquire knowledge about the productive features. The objective of the present work was to evaluate the productive potential of an intraspecific hybrid progeny of *Paspalum notatum* submitted to different nitrogen fertilization levels or intercropped with legumes, with the objective of being used in grazing systems or in the recovery of degraded natural pastures. The dry matter yield and tiller population density of *Paspalum notatum* genotypes respond positively to nitrogen fertilization levels. The 120 kg N ha<sup>-1</sup>year<sup>-1</sup> fertilization level promotes the highest nitrogen utilization efficiency in *Paspalum notatum*. Genotypes B26, C22, C9 and Bagual are indicated for legume intercropped systems with temperate legumes. The dry matter production of intercropped systems between *Paspalum notatum* genotypes with white clover plus birdsfoot trefoil is similar to the production of systems fertilized with up to 240 kg N ha<sup>-1</sup>year<sup>-1</sup>, demonstrating the viability of the intercropped between these species.

**Key words:** apomixis, genetic improvement, hybridization, tillering

---

<sup>2</sup> Doctoral thesis in Forrage Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (96 p.) Março, 2018.

## SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	12
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 Campos Sulinos.....	15
2.2 Características e melhoramento genético de espécies do gênero <i>Paspalum</i> .....	16
2.3 Características do <i>Paspalum notatum</i> .....	19
2.4 Melhoramento genético de <i>Paspalum notatum</i> .....	20
2.5 Nitrogênio no desenvolvimento de gramíneas forrageiras.....	22
2.6 Consorciação de gramíneas forrageiras com leguminosas.....	25
3. HIPÓTESES.....	29
4. OBJETIVOS.....	30
4.1 Objetivos gerais.....	30
4.2 Objetivos específicos.....	30
CAPÍTULO II.....	31
Eficiência de utilização do nitrogênio e produção de forragem de híbridos intraespecíficos de <i>Paspalum notatum</i> flügge .....	32
RESUMO.....	32
ABSTRACT.....	33
INTRODUÇÃO.....	33
MATERIAL E MÉTODOS.....	35
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
CONCLUSÕES.....	47
REFERÊNCIAS.....	47
CAPÍTULO III.....	51
Resposta de híbridos de <i>Paspalum notatum</i> a fertilização nitrogenada e a consorciação com leguminosas.....	52
RESUMO.....	52
<i>Paspalum notatum</i> hybrid response to nitrogen fertilization and intercropped with legumes.....	53
ABSTRACT.....	53
INTRODUÇÃO.....	54
MATERIAL E MÉTODOS.....	55
RESULTADO E DISCUSSÃO.....	59
CONCLUSÕES.....	70
REFERÊNCIAS.....	70
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
6. REFERÊNCIAS.....	75
7. APÊNDICES.....	85
8. VITA.....	96

## RELAÇÃO DE TABELAS

### CAPÍTULO II

**Tabela 1:** Características químicas do solo nos anos de avaliação.....36

**Tabela 2:** Produção de matéria seca total (PMST) e eficiência de utilização do nitrogênio (EUN) de genótipos de *Paspalum notatum* nos níveis de fertilização nitrogenada em 2014/2015, 2015/2016 e 2016/2017, Eldorado do Sul, RS.....39

### CAPÍTULO III

**Tabela 1:** Características químicas do solo nos anos de avaliação.....56

**Tabela 2:** Produção da matéria seca total e dos componentes botânicos estruturais de sistemas com genótipos de *Paspalum notatum* consorciados com Trevo Branco (*Trifolium repens* cv. BRSURS Entreveiro) e Cornichão (*Lotus corniculatus* cv. URSBRS Posteiro), nos anos de 2015/2016 e 2016/2017, Eldorado do Sul, RS.....60

**Tabela 3:** Produção de matéria seca total (PMST) de sistemas com genótipos de *Paspalum notatum* consorciados com Trevo Branco (*Trifolium repens* cv. BRSURS Entreveiro) e Cornichão (*Lotus corniculatus* cv. URSBRS Posteiro) ou submetidos a níveis de fertilização nitrogenada nos anos 2015/2016, 2016/2017 e o somatório dos dois anos, Eldorado do Sul, RS.....65

## RELAÇÃO DE FIGURAS

### CAPÍTULO II

**Figura 1:** Temperatura máxima, mínima e média (°C) e precipitação pluvial (mm) durante o período experimental, Eldorado do Sul-RS.....35

### CAPÍTULO III

**Figura 2:** Temperatura máxima, mínima e média (°C) e precipitação pluvial (mm) durante o período experimental, Eldorado do Sul-RS.....56

## LISTA DE ABREVIATURAS

CQFS-RS/SC	Comissão de química e fertilidade do solo-RS/SC
cv.	Cultivar
DDP	Densidade Populacional de Perfilhos
EUN	Eficiência de utilização do nitrogênio
EUA	Estados Unidos da América
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBONE	Instituto de Botânica del Nordeste
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil
PMSC	Produção de matéria seca de colmo
PMSCOR	Produção de matéria seca de cornichão
PMSF	Produção de matéria seca de lâminas foliares
PMSLEG	Produção de matéria seca de leguminosas
PMST	Produção de matéria seca total
PMSTR	Produção de matéria seca de trevo
RS	Rio Grande do Sul
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
USDA	United States Department of Agriculture

## **CAPÍTULO I**

## 1. INTRODUÇÃO

A exploração da pecuária brasileira é desenvolvida, basicamente, mediante sistemas extensivos, com a utilização de pastagens como a principal fonte de forragem para a alimentação animal. Embora exista um vasto conjunto de gêneros e espécies de plantas forrageiras, as pastagens cultivadas no Brasil compõem-se perigosamente de poucas variedades (Araújo et al. 2008), o que é indesejável devido à uniformidade genética.

Por outro lado, a riqueza de espécies forrageiras presentes nos distintos Biomas brasileiros propicia a inserção de espécies nativas nos programas de melhoramento genético. Dentre os Biomas brasileiros o Pampa representa uma fonte de germoplasma forrageiro ímpar em todo o mundo, ainda pouco estudado quanto às suas potencialidades, tanto como constituinte das complexas comunidades campestres naturais quanto a suas diferentes aptidões para serem utilizados como pastagens cultivadas ou mesmo para outros usos (Nabinger et al., 2000).

Gramíneas do gênero *Paspalum* são as forrageiras mais importantes que constituem as pastagens da América do Sul (Novo et al., 2015). Particularmente o Rio Grande do Sul possui condições edafoclimáticas que proporcionam que espécies do gênero *Paspalum* sejam ecologicamente bem adaptadas. Vários estudos destacam estas espécies, que por serem nativas apresentam vantagens em relação às exóticas e grande variabilidade inter e intraespecífica em caracteres de interesse forrageiro (Reis et al. 2010; Pereira et al., 2011; Pereira et al., 2012). Em decorrência disso, há grande potencial para exploração dessas espécies em programas de melhoramento genético para sua utilização como forrageiras (Reis et al., 2010).

Dentre as espécies do gênero *Paspalum* encontradas no sul do Brasil, destaca-se o *Paspalum notatum* Flüggé, que tem sua importância como forrageira subtropical amplamente aceita. O germoplasma nativo do estado do Rio Grande do Sul de *P. notatum* é predominantemente tetraploide e mostra características de linhagens apomíticas, o que limitou sua exploração em programas de melhoramento. Por muito tempo o melhoramento desta espécie foi limitado à identificação de ecótipos superiores. Contudo, a obtenção de plantas de *P. notatum* tetraplóides sexuais compatíveis em cruzamentos com plantas apomíticas propiciou a geração de novas combinações gênicas e híbridos, com alta heterose que possuem características de interesse para o melhoramento genético de forrageiras.

Quarín et al. (2001), Quarín et al. (2003) e Weiler et al. (2015) produziram plantas tetraplóides sexuais a partir de plântulas diploides da cultivar Pensacola ( $2n=2X=20$ ) de *P. notatum* através da aplicação de colchicina para duplicação dos cromossomos. Os genótipos daí resultantes constituem a base, desta espécie, para Programa de Melhoramento de Plantas Forrageiras da Faculdade de Agronomia (UFRGS).

Weiler et al. (2017) utilizaram as plantas duplicadas nominadas C44X (Quarín et al., 2001), Q4188 e Q4205 (Quarín et al., 2003) em esquemas de cruzamentos com os ecótipos nativos de *P. notatum* “Bagual” e “André da Rocha”. O trabalho gerou uma progênie híbrida, que teve seu potencial agrônomo avaliado a campo por Weiler et al. (2018). Destes genótipos, quatro

híbridos foram selecionados para produção de matéria seca e de lâminas foliares, para fazer parte do presente trabalho, sendo comparados com as testemunhas, a cultivar Pensacola e ecótipo nativo Bagual, utilizando níveis de fertilização nitrogenada ou consorciação com leguminosas.

Avaliações de plantas melhoradas submetidas a diferentes práticas de manejo, como fertilização ou consorciação, são fundamentais para gerar conhecimento acerca do potencial produtivo, econômico e ambiental dos híbridos, possibilitando recomendações práticas para utilização, a fim de compor o pacote tecnológico da cultivar a ser lançada.

O fornecimento de nutrientes, em quantidades e proporções adequadas, particularmente o nitrogênio, tem importância fundamental no processo produtivo de pastagens, pois o N do solo, proveniente da mineralização da matéria orgânica, pode não ser suficiente para atender a demanda das gramíneas com alto potencial produtivo (Costa et al., 2009). Então, é fundamental o conhecimento da produção de forragem em resposta a fertilização nitrogenada, com este nutriente sendo fornecido em quantidade igual ou menor do que a máxima capacidade de absorção das plantas, evitando-se a contaminação ambiental e minimizando perdas (Farruggia et al., 2004).

Uma alternativa que pode ser viável para minimizar os impactos ambientais e econômicos da fertilização nitrogenada é a utilização da consorciação entre gramíneas e leguminosas forrageiras. As leguminosas oferecem importantes oportunidades para a sustentabilidade da produção animal a pasto, pois contribuem com o aumento da produção de forragem, substituição do nitrogênio inorgânico por N de fixação simbiótica, facilitação da mitigação às mudanças climáticas e ainda oferecerem aos sistemas maior valor nutritivo, aumentando a eficiência da conversão de forragem em proteína animal (Lüscher et al., 2014).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial produtivo de uma progênie híbrida intraespecífica de *P. notatum* submetida a diferentes níveis de fertilização nitrogenada ou consorciação com leguminosas para serem empregados em sistemas de produção a pasto ou na recuperação de pastagens naturais.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Campos sulinos

Os campos sulinos são as pastagens naturais que compõem integralmente o bioma Pampa e aqueles existentes como enclaves no bioma Mata Atlântica (Nabinger et al., 2013). Os limites entre campos e floresta e diferenças florísticas da composição campestre refletem, portanto, as condições do solo, da evolução do clima e dos efeitos antrópicos a que a região esteve submetida (Behling et al., 2009).

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 com metabolismo C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub>, e diferentes eficiências na produção de biomassa (Quadros & Pillar, 2002). Muitas espécies apresentam elevado número de ecótipos, adaptados às 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).

A produção animal a pasto, que é uma das principais atividades econômicas nos Campos do sul do Brasil (Nabinger et al., 2000), é freqüentemente considerado o principal fator mantenedor das propriedades ecológicas e das características fisionômicas dos campos (Pillar & Quadros 1997). A criação de gado no sul do Brasil geralmente ocorre com pastejo contínuo e extensivo e os campos naturais permanecem como base da produção pecuária, contudo, o pastejo excessivo resulta em diminuição na cobertura do solo e em riscos de erosão, além de substituição de espécies forrageiras produtivas por espécies que são menos produtivas e de menor qualidade. Por outro lado, uma pressão de pastejo extremamente baixa pode resultar na dominância de gramíneas altas de baixo valor nutritivo ou de arbustos e outras espécies de baixa qualidade forrageira, principalmente aquelas do gênero *Baccharis* (Asteraceae) e *Eryngium* (Apiaceae) (Nabinger et al., 2000).

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. Apesar disso, 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 hectares 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). A situação atual é de degradação e descaso com essas áreas perdendo espaço para culturas de grãos e áreas de florestamento. De acordo com Carvalho et al. (2006), os cultivos anuais aumentaram em cinco milhões de hectares entre 1985 e 1995-1996, estimando-se que a soja tenha ocupado aproximadamente 250.000 hectares de pastagens naturais somente em 2002.

Segundo Nabinger et al. (2013) os campos sulinos estão entre os ecossistemas mais complexos e ricos do mundo, embora muitas vezes frágil, é

possível obter bons índices produtivos na pecuária preservando a biodiversidade, garantindo os serviços ambientais, conservando recursos hídricos, com provimento de polinizadores e disponibilidade de recursos genéticos, proporcionando à sociedade sistemas produtivos sustentáveis e produção de alimentos, conciliando preservação e produtividade. Contudo, é preciso a conscientização do produtor rural e políticas públicas para conservação desses campos.

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 (Machado, 2014). Assim, a riqueza e a diversidade de espécies forrageiras dos campos sulinos, pode propiciar a inserção de espécies nativas em programas de melhoramento, sendo possível selecionar e melhorar ecótipos adaptados às condições edafoclimáticas locais, contribuindo assim para maior produtividade, qualidade e recuperação de áreas degradadas trazendo maior sustentabilidade a produção animal à pasto na região Sul do Brasil.

## **2.2 Características e melhoramento genético de espécies do gênero *Paspalum***

As espécies do gênero *Paspalum* pertencem a tribo Paniceae, subfamília Panicoideae e família Poaceae. São espécies de grande importância econômica, dificilmente encontra-se uma formação vegetal no Brasil sem a presença desse gênero, sendo às vezes, dominantes e responsáveis pela maior parte da forragem produzida (Batista & Reginato Neto, 1999).

O gênero apresenta um total de 20 grupos taxonômicos (Barreto, 1974), dos quais os grupos Dilatata, Notata e Plicatula, dentre outros, são de grande interesse para área tropical, onde convivem biótipos sexuais e apomíticos (Valls & Pozzobon, 1987).

No Estado do Rio Grande do Sul, o gênero *Paspalum* ocupa lugar de destaque, pois apresenta o maior número de espécies nativas de interesse agrônomo, cerca de 62 espécies, com distribuição em todas as regiões fisiográficas, fazendo parte de todas as formações campestres que dão suporte à pecuária do estado, sendo menos comuns no interior das formações florestais (Welker & Longhi- Wagner, 2007). Os inúmeros ecótipos do gênero *Paspalum* apresentam adaptações às mais variadas condições de solo e clima, com características morfológicas muito variadas quanto ao tamanho e espessura do rizoma, tamanho das flores e das inflorescências, rendimento e qualidade (Nabinger & Dall'Agnol, 2008).

Diversos pesquisadores têm demonstrado interesse pelo estudo do gênero *Paspalum*, não só pela sua importância ecológica, forrageira e ornamental, mas principalmente, pela sua heterogeneidade interna: apomixia, aloploidia, autopoliploidia e hibridações participam a evolução do gênero (Obeid & Pereira, 2011).

Devido a grande importância das espécies do gênero *Paspalum* a Embrapa Sudeste possui um banco de germoplasma com 427 acessos, sendo registrado sobre esses genótipos a forma, local e data das coletas, meios de conservação, entre outras informações. Este banco possui espécies de

*Paspalum plicatum* Michx. (57 acessos), *Paspalum notatum* Flügge (37 acessos), *Paspalum lenticulare* Kunth (30 acessos), *Paspalum compressifolium* Wallen (29 acessos), *Paspalum atratum* Swallen (27 acessos), *Paspalum guenoarum* Arechav. (22 acessos), *Paspalum lepton* Shult. (15 acessos), *Paspalum oteroi* Swallen (12 acessos), entre outros (Fonte: ALELO. AleloRG: Portal de Recursos Genéticos Vertente Vegetal. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia).

Com o objetivo de gerar informações acerca da variabilidade, produtividade e contribuições nas pastagens naturais vários trabalhos com as espécies do gênero *Paspalum* foram conduzidos.

O ecótipo nativo de *P. notatum* André da Rocha, o *Paspalum pauciciliatum* e *Paspalum lividum* apresentaram elevada produção de matéria seca total, em média 12 t/ha (somatório de dois anos) sendo esta composta por 66, 45 e 73% de lâminas foliares, respectivamente (Santos, 2005).

Durante duas estações de crescimento, acessos de *Paspalum urvillei*, *Paspalum guenoarum* e *P. notatum* tiveram produções de matéria seca média de 17, 16,8 e 14 t de MS/ha, respectivamente (Sawasato, 2007). Esse autor também relatou que os genótipos de *P. guenoarum* e de *P. notatum* ecótipo André da Rocha tem a matéria seca total composta por mais de 60% de lâminas foliares.

Grande variação na pilosidade de lâminas foliares, hábito de crescimento, altura da planta, número e comprimento de racemos, comprimento e largura da folha foram detectadas em 53 acessos de *P. lepton*, sem relação com a localização geográfica do local de coleta, sendo verificado que vários genótipos com potencial para fazer parte de programas de melhoramento (Reis et al., 2010). Destes 53 acessos, foi verificado que a maior parte apresentava produção de forragem superior à cv. Pensacola (*P. notatum*), em especial os acessos 28B, 26A, 28C, 26D e 28E que tiveram os maiores rendimentos de forragem de toda coleção durante dois anos e avaliados em dois locais, possibilitando o uso desses em etapas subseqüentes em programas de melhoramento (Pereira et al., 2011).

Anos e locais de cultivo, assim como suas interações, tiveram influência na massa seca total e de lâminas foliares, sendo os caracteres que mais contribuem para a detecção da variabilidade genética de cinco genótipos de *P. lepton* e dois de *P. guenoarum* (Pereira et al., 2012). Esses mesmos ecótipos tiveram a adaptabilidade e a estabilidade calculadas por Pereira et al. (2015a) que verificaram que os genótipos de *P. guenoarum* Baio e Azulão tem alta produção de biomassa, mas ajustados a ambientes favoráveis e com reduzida estabilidade.

Steiner et al. (2017) ao avaliar ecótipos nativos do gênero *Paspalum*, verificaram que genótipos de *P. guenoarum* produziram 32% mais matéria seca que genótipos de *P. notatum*. No entanto, os acessos de *P. notatum* tiveram produção de matéria seca total semelhante à cultivar comercial Pensacola, durante dois anos de avaliação, segundo este autor fica clara a possibilidade de uso dos mesmos como pastagens cultivadas.

A partir do exposto, fica evidente o potencial das espécies nativas de *Paspalum* e também os esforços para identificar espécies e ecótipos do gênero

com características agronômicas desejáveis e passíveis de utilização em programas de seleção e melhoramento genético.

O Grupo de Melhoramento de Forrageiras do Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) tem realizado ensaios com o desenvolvimento e seleção de híbridos intra e interespecíficos de *Paspalum*.

Pereira (2013) realizou cruzamentos artificiais utilizando os híbridos apomíticos de *P. guenoarum* (Azulão e Baio) e *P. lepton* (26A, 28B e 28E) como genitores masculinos e o *Paspalum plicatum*, sexual com material cromossômico duplicado (Sartor et al., 2009) como genitor feminino. Estes híbridos tiveram produção de matéria seca total, de lâminas foliares, colmos, inflorescência, relação folha: colmo, altura, diâmetro de cobertura das plantas e número de perfilhos avaliados por Huber et al. (2016) que observaram que os híbridos 10E4026, 10E5052, 10E43, 10E40104, 10E6086, 10E4025, 10E5017, 10E4041, 10E4071 e 10E31 tiveram desempenho forrageiro superior em dois ambientes e são indicados para novas etapas dentro de programas de melhoramento de forrageiras.

Pereira et al. (2015b) analisaram a variabilidade genética e a produção de forragem de plantas individuais de híbridos interespecíficos, remanescente de cruzamentos entre *P. plicatum*, genitor feminino sexual com material cromossômico duplicado (Sartor et al, 2009) e *P. guenoarum* (genitor masculino apomítico), durante dois anos, em dois locais e determinaram os híbridos H12, H13, H20 e H22 como os mais produtivos e também como passíveis de serem utilizados como genitores em futuras hibridações. Dando continuidade ao processo de seleção, Motta et al. (2017) avaliou os mesmos híbridos em parcelas, em dois locais, durante dois anos e determinou superioridade para os caracteres agronômicos avaliados e tolerância ao frio dos híbridos em relação às cvs. Rojas e Aruana e ao ecótipo Azulão, que foram utilizadas como testemunhas.

Motta et al. (2016) avaliaram o desempenho agronômico e tolerância ao frio de plantas individuais de híbridos de *P. plicatum* x *P. guenoarum*, que foram cedidos pelo Instituto de Botânica do Nordeste (IBONE) da Universidade Nacional do Nordeste, Corrientes, Argentina, e verificaram que esses materiais possuem variabilidade para produção de matéria seca total, de lâminas foliares, relação folha:colmo e tolerância ao frio, sendo possível selecionar os híbridos 08Q01 e 08Q44 para novas etapas do programa de melhoramento de forrageiras.

Em estudo metanalítico Graminho et al. (2017) avaliaram a variabilidade de caracteres forrageiros de ecótipos e híbridos do gênero *Paspalum*, utilizados em ensaios do Departamento de Plantas Forrageiras da UFRGS, e destacaram que híbridos interespecíficos de *Paspalum* apresentam elevada produção de matéria seca, sendo esta composta principalmente por lâminas foliares e identificaram a produção de matéria seca total como o caractere que mais contribuiu para detecção da variabilidade genética.

Por estarem presentes nas mais distintas formações vegetais da América do Sul, ter grande diversidade e variabilidade as espécies do gênero *Paspalum* são de grande interesse. Pesquisas devem ser realizadas para identificar espécies e cultivares com características forrageiras desejáveis, e

assim explorar o grande potencial das espécies do gênero *Paspalum* para o desenvolvimento da pecuária mundial.

### **2.3 Características do *Paspalum notatum***

*Paspalum notatum* Flüggé é conhecido pelos nomes comuns Bahia grass, bahiagrass (Austrália, EUA), grama-batatais, grama-da-bahia, grama forquilha, grama-forquilha e grama-mato-grosso (Brasil) (Obeid & Pereira, 2011). É uma espécie originária das regiões bem providas de umidade, com precipitações efetivas na estação quente e diversidade de solos da faixa subtropical da América do Sul, é bem adaptada ao pastejo, formam pastagens densas, bem enraizadas, com plantas propagando-se tanto por sementes como vegetativamente, mantendo crescimento ativo até a ocorrência de baixas temperaturas, secas ou geadas (Maraschin, 2001).

O *Paspalum notatum* Flüggé ocorre naturalmente entre as latitudes 25° N e 32° S e, agora, está naturalizado a 35° N nos EUA e a aproximadamente 30° S na Austrália, ocorre também desde o nível do mar até altitudes superiores a 2300 m (Bolívia e México). É encontrado em regiões de temperatura média anual variando em torno de 17 a 25°C, a temperatura ótima para germinação é de 30 a 35°C e para o crescimento, de 25 a 30°C, com crescimento menor nos meses mais frios, temperaturas noturnas abaixo de 13°C inibem o florescimento (Obeid & Pereira, 2011).

O *Paspalum notatum* é uma espécie abundantemente encontrada nas formações campestres do Rio Grande do Sul, tem seu desenvolvimento favorecido pelo hábito de crescimento, facilidade de adaptação ao pastejo e ao pisoteio do gado (Barreto, 1974). Uma vez estabelecido o *Paspalum notatum* tolera 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).

Há grande interesse para utilização de genótipos de *Paspalum notatum* como forrageira no Brasil, por isso estudos foram conduzidos para avaliar ecótipos nativos e a cultivar Pensacola.

Foram comparados dois ecótipos nativos de *P. notatum*, nominados 'Capivari' e 'André da Rocha' com a cultivar Pensacola e constatou-se que os ecótipos nativos foram superiores em vários aspectos produtivos avaliados, sendo que 'André da Rocha' mostrou-se promissor, com porte mais elevado, alta produção de forragem, bom valor nutritivo e excelente produção de sementes Prates (1977).

Avaliando cinco ecótipos de *Paspalum dilatatum* e utilizando *P. notatum* como testemunha Venuto et al. (2003) verificaram que o *P. notatum* apresentou produção de MS, valor nutritivo da forragem e persistência superiores aos demais ecótipos e ainda sugeriram que com melhorias na fertilidade do solo e de manejo a espécie tem potencial ainda superior ao verificado neste trabalho.

Foram verificadas elevadas produções de forragem de 52 acessos de *P. notatum* coletados na América do Sul pelo United States Department of Agriculture (USDA), quando estes foram comparados com a cv. Pensacola. Sendo considerados os melhores os acessos 48N, 95N, 30N e V4 que obtiveram as maiores produções de matéria seca e apresentaram persistência ao inverno. Também foi observada grande variabilidade para as características morfológicas

estudadas (Fachinetto et al., 2012).

Impondo diferentes frequências de corte e doses de N sob a cv. Pensacola durante cinco anos, foi observada interação entre estes efeitos sobre a produção de forragem, sendo que as maiores produções foram obtidas quando a pastagem foi submetida a um maior número de cortes e maiores doses de N. Pitman (2012).

Ao conduzirem uma série de trabalhos avaliando a dinâmica de perfilhamento da Pensacola, no Japão, Parking & Hirata (1999, 2001, 2002a, 2002b, 2003) concluíram que esta cultivar tem elevada estabilidade de produção de perfilhos, apesar da reduzida taxa de aparecimento de perfilhos, resistente a baixa disponibilidade de nitrogênio e a desfolha frequente.

Diante da capacidade de adaptação em diferentes regiões, respostas positivas a inovações no manejo e características produtivas é fundamental a utilização de genótipos de *Paspalum notatum* em programas de melhoramento, uma vez que, cultivares melhoradas desta espécie podem colaborar para o desenvolvimento a produção animal a pasto.

#### **2.4 Melhoramento genético de *Paspalum notatum***

O melhoramento genético envolve a variabilidade genética (natural ou gerada por hibridações), emprego de estratégias de seleção e identificação de genótipos superiores que reúnam alelos favoráveis para as diversas características de interesse. A estratégia para o melhoramento de forrageiras deve conter as seguintes fases: identificação das características importantes para serem melhoradas, escolha da metodologia adequada para avaliação do material, identificação de fontes de variação genética dentro do germoplasma disponível, escolha e recombinação dos genitores, comparação do material melhorado com um padrão existente, avaliação do comportamento animal e da planta e a distribuição de novos materiais (Valle et al., 2013).

Devido a complexibilidade nos processos de melhoramento genético, a liberação de cultivares advindas do processo de hibridação controlada ainda é rara no melhoramento de forrageiras tropicais, assim a maioria das forrageiras melhoradas é proveniente da seleção direta de genótipos disponíveis em bancos de germoplasma (Pereira et. al., 2001).

Depois da obtenção do germoplasma, o modo de reprodução é um dos itens iniciais em estudos para conservação e melhoramento de plantas. A reprodução sexual é caracterizada pela ocorrência da recombinação genética gerada pela meiose e atua na maior parte das espécies vegetais. Na reprodução assexual, não ocorre a recombinação, resultando em indivíduos idênticos à planta que o originou por sucessivas mitoses. A reprodução assexuada é dividida em duas formas: reprodução vegetativa e apomixia. A apomixia é a produção de propágulos vegetativos via sementes. A meiose e a fertilização não estão envolvidas na formação da semente e a progênie desta planta é geneticamente igual à planta mãe (Cruz et. al., 1998). A geração do embrião é obtida a partir de divisões mitóticas de células do óvulo, proporcionando a formação de sementes férteis, sem haver a união do gameta feminino com o masculino (Asker & Jerling, 1992).

A maioria dos biótipos de *P. notatum* são autotetraplóides ( $2n=4x=40$ ) e se reproduzem através de apomixia do tipo aposporia com pseudogamia

(Forbes & Burton, 1961). Na apomixia pseudogamia, apesar do pólen do doador não contribuir com material genético, há a necessidade de produção de pólen viável para que ocorra a fecundação do endosperma. Os ecótipos nativos do Rio Grande do Sul de *P. notatum*, “Bagual” e “André da Rocha” possuem esta característica. O Capim Pensacola (*P. notatum*), nativa do nordeste e centro-oeste da Argentina foi descrita como sendo diploide sexual ( $2n=2x=20$ ). Os genótipos tetraploides apomíticos usualmente mostram associações de cromossomos quadrivalentes na meiose. Porém, a maior parte das espécies apomíticas tetraploides tem, em contrapartida, co-específicos sexuais, diplóides e autoincompatíveis (Quarín & Norman, 1990)

Por muito tempo o melhoramento dessa espécie foi limitado à identificação de ecótipos superiores. Contudo, a obtenção de plantas de *P. notatum* tetraplóides sexuais compatíveis a cruzamentos com plantas apomíticas propiciou a geração de novas combinações gênicas e indivíduos apomíticos, com alta heterose e que possuem características de interesse para o melhoramento genético de forrageiras.

Quarín et al. (2001), Quarín et al. (2003) e Weiler et al. (2015) produziram plantas tetraplóides sexuais a partir de plântulas diploides da cultivar Pensacola. Os genótipos daí resultantes constituem a base do programa de melhoramento desta espécie no Programa de Melhoramento de Plantas Forrageiras da Faculdade de Agronomia (UFRGS).

Weiler et al. (2015) realizaram a duplicação cromossômica em três plantas nominadas “WK 3”, “WK 63” e “WKS 92” de *Paspalum notatum* var. *saurae* (Capim Pensacola) através da utilização de colchicina {(S)-N-(5,6,7,9-tetrahydro-1,2,3,10-tetramethoxy-9-oxobenzo [a]heptalen-7-yl)}. Para verificar se houve duplicação cromossômica após a indução de poliploidia, foram utilizadas técnicas de medida de DNA através de analisador de ploidia, contagem cromossômica em células somáticas de ponta de raiz (mitose) e por meio de análises meióticas em células mãe de grãos de pólen.

Em colaboração com o IBONE (Instituto de Botânica del Nordeste), localizado em Corrientes na Argentina Weiler et al. (2017) teve acesso aos genótipos C44X (Quarín et al., 2001), Q4188 e Q4205 (Quarín et al., 2003), estes genótipos tetraplóides sexuais foram utilizados como genitores femininos em cruzamentos artificiais com os ecótipos nativos do Rio Grande do Sul, André da Rocha e Bagual, esses cruzamentos geraram uma progênie híbrida F1, que teve determinado o seu modo de reprodução utilizando análises citoembriológicas e marcadores moleculares em 28 híbridos selecionados.

Weiler et al. (2018) avaliaram, durante dois anos, as características agronômicas da progênie híbrida (Weiler et al., 2017) e observaram que os genótipos tiveram vigor híbrido, sendo mais produtivos que os genitores e que a cultivar Pensacola e ainda verificou que a disposição foliar da planta está relacionada com os danos causados pela geada na estação fria.

Machado (2014) também realizou hibridações artificiais utilizando como genitores femininos C44X (Quarín et al., 2001), Q4188 e Q4205 (Quarín et al., 2003) e os genitores masculinos utilizados foram oito genótipos selecionados por Fachinetti et al. (2012) para produção de matéria seca. Esses cruzamentos geraram 30 híbridos que tiveram suas características agronômicas avaliadas juntamente com os respectivos genitores e com testemunhas, André

da Rocha, Bagual e Pensacola), então esta autora selecionou os híbridos “437”, “336”, “122”, “132”, “332”, “137”, “127” e “221” por apresentarem as maiores produções de matéria seca acumulada e sugeriu que estes deveriam ser direcionados para futuras avaliações dentro do programa de melhoramento.

A adoção de espécies forrageiras melhoradas adaptadas às características locais permite o manejo facilitado, maior estabilidade produtiva, conservação dos recursos genéticos naturais, redução dos custos e riscos da atividade, resultando na sustentabilidade dos sistemas forrageiros. Assim, as variedades melhoradas contribuirão para o progresso da pecuária e para a conservação dos campos do sul do país.

### **2.5 Nitrogênio no desenvolvimento de gramíneas forrageiras**

Após carbono, hidrogênio e oxigênio, o nitrogênio é o elemento que existe em maior abundância nos organismos vivos. O nitrogênio é constituinte de compostos essenciais, como proteínas, e outros compostos orgânicos nitrogenados, com grande importância na estrutura e no metabolismo vegetal. Entretanto, apesar do nitrogênio ser o constituinte de 78% da atmosfera terrestre, esse elemento, na forma molecular, é inaproveitável pelas plantas. Contudo, parte da exigência de N pelas plantas pode ser atendida pelo solo, porém na maioria das situações, especialmente quando altas produções são almejadas, o solo é incapaz de suprir totalmente a demanda desse nutriente, sendo necessária a utilização de fertilização nitrogenada para aumentar a taxa de crescimento das plantas (Peyraud & Astigarraga, 1998).

Normalmente o nitrogênio é absorvido pelas plantas na forma de íons nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) ou amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) (Lopes & Lima, 2015). As duas formas podem ser utilizadas em taxas e proporções dependentes da espécie, idade da planta e disponibilidade de carboidratos (Deane-Drummond, 1983). A fonte mais importante de nitrogênio é  $\text{NO}_3^-$ , forma mais abundante em torno das raízes do que o  $\text{NH}_4^+$ , entretanto na solução solo frequentemente apresenta baixas concentrações de  $\text{NO}_3^-$ , o que limita o crescimento da planta (Lopes & Lima, 2015).

A maior parte do N do solo encontra-se em compostos orgânicos de grande peso molecular, os quais não estão disponíveis para as plantas. A quantidade de N inorgânico presente no solo é dependente dos teores relativos de C e de N, da composição dos materiais carbonados presentes na matéria orgânica do solo e da atividade microbiana. Os processos de mineralização, imobilização e desnitrificação do nitrogênio são aqueles mais diretamente ligados à dinâmica do carbono. Se a relação C:N do material em decomposição for baixa, em geral menor que 25-30, ocorre liberação rápida de  $\text{NH}_4^+$ , podendo ser absorvido pela planta. Acima destes valores ocorre imobilização do N por um período de tempo pelos microrganismos do solo (Bissani et al., 2008).

O N na planta atua participando nas moléculas de compostos orgânicos, como os aminoácidos e proteínas, sendo ainda ativador de enzimas para realização de processos vitais da planta (metabolismo primário), como síntese de proteína, absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (Okumura et al., 2011). 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).

Se as condições de temperatura e água forem adequadas, o desenvolvimento do sistema radicular das gramíneas forrageiras será influenciado pelo suprimento de nitrogênio. Normalmente, o resultado da aplicação do nitrogênio é o aumento da produção de massa, do comprimento e da superfície dessas raízes (Monteiro, 2013). Com isso o resultado prático da aplicação do nitrogênio, em termos de parte aérea e das raízes das gramíneas forrageiras, é o efeito da conversão do nitrogênio em massa seca de pasto, aumentando taxa de alongação foliar e realizando ligeiras alterações sobre a taxa de aparecimento foliar, e essas conseqüentemente irão afetar as características estruturais, elevando o número de folhas por perfilhos, a duração da alongação foliar e a densidade de perfilhos (Cruz; Boval, 2000).

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). 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).

Segundo Lemaire et al. (2008), incertezas sobre a demanda de nitrogênio pela planta em relação ao seu potencial de crescimento para determinado tipo de solo ou clima incentivou os produtores a adotar estratégias de fertilização “seguras” que aumentaram os riscos de lixiviação de N na maioria dos sistemas intensivos. Conforme estes autores, essas estratégias não são mais viáveis ambiental e economicamente. Com isso, na Europa uma nova política agrícola está sendo sugerida, em que a máxima rentabilidade dos produtores não corresponde a produtividade máxima e sim ao máximo rendimento para o potencial da propriedade com menores impactos ambientais. Com isso um novo paradigma está sendo estabelecido para fertilização nitrogenada, em vez de aplicar N excessivo para se certificar de cobrir o potencial de demanda da cultura, deve ser determinado a demanda de diferentes rendimentos alvo, a dinâmica da oferta de N no solo, a taxa de aplicação de N e o tempo de intervalo entre aplicações, resultando assim em menores impactos da agricultura sobre o meio ambiente.

O uso racional da adubação nitrogenada é fundamental, para aumentar a eficiência de recuperação e a produtividade da cultura e diminuir o custo de produção (Fageria et al., 2007). A eficiência de utilização do nitrogênio adicionado ao solo se refere ao grau de recuperação desse elemento pelas plantas, considerando as perdas que geralmente ocorrem. Normalmente, menos de 50% do nitrogênio aplicado sob a forma de fertilizante é utilizado pelas culturas. As perdas no solo são devidas aos inúmeros processos aos quais o nitrogênio está sujeito.

A seleção de genótipos com maior eficiência no uso do nitrogênio é considerada, uma das maneiras mais adequadas para diminuir o custo de produção das culturas (Majerowicz, et al., 2002). Genótipo com alta eficiência no

uso de N é desejável na agricultura de baixos insumos e também na agricultura capitalizada (Cancellier et al., 2011).

Dada a sua importância e a alta mobilidade no solo, o nitrogênio tem sido intensamente estudado, no sentido de maximizar a eficiência do seu uso. Assim, tem se procurado diminuir as suas perdas no solo, bem como melhorar a absorção e a metabolização do N no interior da planta (Bredemeier & Mundstock, 2000). Segundo Corsi & Nussio (1992), há possibilidade de resposta à adubação nitrogenada até a faixa de 400 a 800 kg/ha, com eficiência de conversão variando entre 40 a 70 kg MS/kg de nitrogênio aplicado. Contudo, Martha Júnior et al. (2006) relataram que a eficiência de conversão do nitrogênio fertilizante em massa de forrageiras, em pastagens de gramíneas tropicais, pode atingir valores de até 83 kg MS/kg de nitrogênio aplicado, mas, na média, a eficiência é de 26 kg MS/kg de nitrogênio, sendo que maiores eficiências ocorrem com a aplicação de nitrogênio de 150 kg/ha.

Os conhecimentos obtidos por meio do estudo de respostas de plantas forrageiras à adubação podem ser instrumentos eficazes para dar suporte à escolha de um manejo mais adequado para manter a capacidade de suporte de sistemas intensivos de produção a pasto (Primavesi et al., 2008).

Diferentes espécies de *Paspalum* sob doses de 0, 60, 180 e 360 kg/ha/ano de nitrogênio, tiveram resposta quadrática à aplicação deste nutriente para produção de fitomassa aérea, com ponto de inflexão próximo a 350 kg/ha/ano de nitrogênio para *Paspalum denticulatum*. 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).

As doses de fertilização nitrogenada (0, 100, 200 e 400 mg/dm<sup>3</sup>) promoveram aumento na produção de matéria seca e a densidade populacional de perfilho do *Paspalum atratum* Swalen cv. Pojuca, sendo a dose 200 mg/dm<sup>3</sup> considerada indispensável para o adequado desenvolvimento e produtividade desta cultivar (Elyas et al., 2006).

Os níveis de adubação 0, 60 e 120 kg de N/ha promoveram aumento linear na produção da produção de matéria seca, com valores de 6977, 8730 e 10483 kg de MS/ha, respectivamente, contudo diferentes fontes de N não promoveram efeitos na produção de matéria seca sendo recomendado que a seleção da fonte N deve basear-se na custo do fertilizante Silveira et al. (2013)

Machado (2014) submeteu os ecótipos selecionados por Fachinetto et al. (2012) para produção de matéria seca a diferentes doses de fertilização nitrogenada (0, 60, 180 e 360 kg de N/ha/ano) e verificou respostas positivas a níveis crescentes de fertilização, com destaque para os genótipos 48N, 83N, André da Rocha e Bagual, provenientes de Mercedes (Argentina), Corrientes (Argentina) e do Rio Grande do Sul, respectivamente.

A partir do exposto fica clara a necessidade de pesquisas que busquem esclarecer o comportamento de distintos genótipos e espécies de *Paspalum* frente a diferentes disponibilidades de N, com o objetivo de aumentar os rendimentos produtivos e promover a utilização mais eficiente desse nutriente em sistemas forrageiros.

## 2.6 Consorciação de gramíneas forrageiras com leguminosas

A principal expectativa no uso das leguminosas consorciadas é a melhoria da produção animal em relação a pastagens de gramínea exclusiva, com redução dos custos da produção, quando comparado com as mesmas pastagens submetidas a adubação com nitrogênio mineral (Barcellos et al., 2008).

O uso de técnicas consideradas mais sustentáveis, como a consorciação com leguminosas, pode contribuir para equilibrar a oferta e a qualidade de forragem no decorrer do ano agrícola, minimizando os impactos ambientais, devido à menor utilização de adubos nitrogenados. Pesquisas comprovam que o uso de leguminosas em consórcio com gramíneas pode reduzir os gastos diretos com fertilizantes, aumentar a qualidade e a diversificação da dieta consumida pelos animais, melhorar a disponibilidade de forragem pelo aporte de nitrogênio ao sistema por meio de sua reciclagem e transferência para a gramínea consorciada e estender o período de utilização das pastagens (Assmann et al., 2007). Embora sejam apresentadas todas essas vantagens, os consórcios ainda são pouco utilizados em propriedades rurais e raros são os estudos científicos envolvendo leguminosas forrageiras submetidas às condições de pastejo.

O nitrogênio fixado pelas leguminosas pode ser transferido direta ou indiretamente para gramíneas associadas, sendo que há evidências de que a transferência direta ocorra por meio de produtos nitrogenados excretados pelos nódulos, por fluxo de nitrogênio através das hifas de micorrizas que interconectam as raízes das plantas e por reabsorção do nitrogênio volatilizado e lixiviado das folhas das leguminosas. A transferência indireta do nitrogênio da leguminosa para gramínea ocorre por meio de mecanismos de reciclagem que se dá por meio da senescência e decomposição de raízes, nódulos, folhas e ramos; excrementos de animais em pastejo; exsudação direta de nitrogênio (Cantarutti & Boddey, 1997).

Em geral, nas leguminosas fixadoras de N, cerca de 75% do N é oriundo da fixação biológica (Tisdale et al., 1985). A capacidade de fixação simbiótica de nitrogênio pelas leguminosa pode variar de 40 a 290 kg/ha/ano, sendo que, em sua grande maioria, situa-se entre 70 e 140 kg/ha/ano, dos quais, menos da metade é de fato transferida para gramíneas (Carvalho, 1986). Acidez do solo, salinidade, deficiências ou excesso de minerais, estresse hídrico, variações na temperatura, a quantidade de N inorgânico no solo, pragas e doenças acabam por afetar a fixação biológica do nitrogênio (Barcellos et al., 2008). Embora numericamente a liberação do nitrogênio fixado biologicamente pela leguminosa pode responder, em grande parte, pela manutenção da produtividade da gramínea a utilização de leguminosas forrageiras tem-se mostrado mais efetiva no incremento da produtividade em sistemas menos intensivos (Casagrande et al., 2013).

Apesar de valores de nitrogênio fornecidos via adubação nitrogenada e consorciação serem semelhantes, às formas de absorção, assim como a velocidade com que esse nutriente é disponibilizado para planta são totalmente diferentes, o nitrogênio de fixação biológica age de forma prolongada uma vez que sua disponibilização ocorre de forma lenta e gradual, assim as produções de biomassa pelas gramíneas consorciadas nos primeiros cortes ou pastejos

poderão ser inferiores, se forem comparadas a aplicações diretas de fertilizantes nitrogenados (Martuscello et al., 2011).

Os sistemas de consórcio entre espécies vegetais que apresentam diferentes arquiteturas de plantas e distintos padrões de crescimento do sistema radicular podem melhorar o aproveitamento dos recursos do meio proporcionando maior acúmulo de biomassa por área em determinado tempo (Costa et al., 2010). Contudo, o manejo de misturas forrageiras é mais complexo do que gramíneas solteiras. O consórcio inclui efeitos de competição por água, luz e nutrientes entre espécies na comunidade, seletividade animal sobre os componentes do pasto, além de ciclos vegetativos (normalmente distintos), condições que determinam a persistência e contribuição em misturas de gramíneas e leguminosas em sistemas forrageiros.

Frequentemente o fracasso na adoção dos sistemas de consórcio é devido à não persistência das leguminosas na área de pastagem, o que pode estar associado a falta de técnicas de manejo específicas ou ineficientes e a adubação inadequada (Aroeira et al., 2005). Então é fundamental que em consórcios entre gramíneas e leguminosas forrageiras sejam utilizadas técnicas de manejo adequadas que permitam um resíduo mínimo da leguminosa. Segundo Santos et al. (2011) as alturas de resíduo pós-pastejo de 15 a 25 cm utilizadas comumente para o gênero *Brachiaria* e *Panicum*, respectivamente, podem promover excessiva remoção de biomassa fotossintética das leguminosas exaurindo as reservas de energia e comprometendo a rebrota da planta.

As pesquisas com consorciação de gramíneas e leguminosas forrageiras, frequentemente, envolvem espécies com o mesmo ciclo produtivo, sendo escassos trabalhos com espécies de ciclos distintos.

Em dois sistemas forrageiros, constituídos por capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), azevém (*Lolium multiflorum*), trevo branco (*Trifolium repens*) ou amendoim forrageiro (*Arachis pintoii*), e espécies de crescimento espontâneo Steinwandter et al. (2009) verificaram que a massa de forragem, as taxas de acúmulo da matéria seca e a lotação, tiveram melhores resultados no sistema forrageiro, envolvendo o amendoim forrageiro. Segundo os autores ainda seria necessário aperfeiçoar os sistemas forrageiros para se elevar a participação e a produção de massa de forragem, especialmente em relação às leguminosas, no início do período hibernal.

Ao avaliarem o capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.) consorciado com *Stylosanthes macrocephala* cv. Campo Grande ou fertilizado com 75, 150, 225 kg de N/ha Ribeiro et al. (2011) determinaram que a produção de forragem e o desempenho animal, proporcionado pela consorciação foram equivalentes aos observados até a dose 75 kg de N/ha.

Martuscello et al. (2011) avaliaram as características produtivas e morfogênicas da *Brachiaria decumbens* em cultivo solteiro, sem adubação, com 50, 100 kg de N/ha, ou consorciada com *Stylosanthes guianensis* ou *Calopogonium mucunoides* e verificaram que a produção do capim braquiária em consórcio com estilósantes é semelhante à produção do capim braquiária adubado com nitrogênio, o que representa economia com a adubação bem como a melhoria da qualidade nutricional do sistema forrageiro.

Em pesquisas para estimar massa de forragem e o valor nutritivo de sistemas forrageiros com capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) mais azevém (*Lolium multiflorum*) mais espécies de crescimento espontâneo, sem leguminosas, ou consorciado com amendoim forrageiro (*Arachis pintoï*) ou trevo vermelho (*Trifolium pratense*) Azevedo Júnior et al. (2012) concluíram que a utilização de diferentes leguminosas forrageiras promove oferta de forragem mais equilibrada e variação estreita no valor nutricional nos ciclos de pastejo. E considerando o taxa de estocagem e o valor nutricional, os melhores resultados alcançados foram para os sistemas de forragem incluindo leguminosas forrageiras.

Neres et al. (2012) observaram que a associação da cultivar Piatã (*Brachiaria decumbens*) e do Tifton 85 (*Cynodon sp.*) com a cultivar Super N de feijão-guandu (*Cajanus cajan*) proporcionou produção forrageira equivalente a fertilização nitrogenada e incrementos nos teores de proteína e redução nos teores de fibra em detergente neutro. E que o Tifton 85 mostra-se mais tolerante ao sombreamento imposto pelo feijão-guandu.

Em sistemas forrageiros constituídos de Coastcross (*Cynodon sp.*) mais 100 kg de N/ha consorciado com ervilhaca (*Vicia sativa*) ou trevo vesiculoso (*Trifolium vesiculosum*) e Coastcross com 200 kg de N/ha, Aguirre et al. (2014) verificaram que a introdução da ervilhaca em pastagens de Coastcross causa atraso no desenvolvimento inicial da gramínea acompanhante. Contudo, o consórcio da Coastcross com ervilhaca, recebendo 100 kg de N/ha/ano e a pastagem de Coastcross com adubação nitrogenada de 200 kg/ha/ano, apresentaram produtividade semelhante.

Hanish et al. (2016) verificaram que o consórcio da grama missioneira-gigante (*Axonopus catharinensis*) com lótus serrano (*Lotus uliginosus*) ou com o amendoim forrageiro (*Arachis pintoï*) é efetivo em aumentar a massa de forragem aos longo do período primavera-verão, quando comparado ao cultivo solteiro da grama missioneira-gigante. Das duas leguminosas avaliadas, apenas o lótus serrano em consórcio com a grama missioneira-gigante proporciona melhoria na qualidade da forragem na primavera-verão, não sendo constatado esse efeito no outono-inverno.

Porém, nem sempre encontram-se na literatura respostas positivas dos sistemas de consorciação entre gramíneas e leguminosas forrageiras. Barbero et al. (2009) avaliando a consorciação entre a cultivar Coastcross (*Cynodon dactylon*) e amendoim forrageiro cultivar Amarillo (*Arachis pintoï*) com aplicação de 100, 200 kg de N/ha ou sem nitrogênio, verificaram que no tratamento consorciado sem N, a leguminosa não foi eficiente em fornecer nitrogênio para gramínea durante a primavera-verão, uma vez que os tratamentos com N apresentaram elevada produtividade. Santos et al. (2011) ao avaliar o consórcio de cultivares de Mombaça e Tanzânia (*Panicum maximum*) com cultivares Mineirão (*Stylosanthes guianensis*) ou Campo Grande (*Stylosanthes macrocephala*), verificou que os estilosantes diminuíram sua participação na composição botânica do pasto ao longo do tempo e que o desenvolvimento das gramíneas não foram influenciados pelas leguminosas em nenhum período do ano, não recomendando essas combinações em sistemas intensivos de produção.

O nível de participação de leguminosas nos sistemas pecuários é pequeno. São poucas as informações na pesquisa sobre a consorciação de leguminosas de clima temperado com gramíneas de ciclo estival, contudo essa pode ser uma opção para substituição do N mineral e para contribuir de forma efetiva com o estudo de sistemas forrageiros, informando as variações qualitativas e contribuindo para melhorar o conhecimento de capacidades produtivas com implicações no manejo de forrageiras.

### 3. HIPÓTESES

Híbridos intraespecíficos apomíticos de *Paspalum notatum* selecionados para produção de matéria seca, apresentam características agronômicas, eficiência de utilização do nitrogênio e capacidade de consorciação com leguminosas superiores aos seus genitores.

Sistemas em que genótipos de *Paspalum notatum* são consorciados com leguminosas de clima temperado apresentam características produtivas similares a sistemas em que é utilizada fertilização nitrogenada.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 Objetivos gerais

Avaliar a eficiência de utilização do nitrogênio e produção de forragem de genótipos de *Paspalum notatum* em resposta a fertilização nitrogenada.

Analisar a interação genótipos de *P. notatum* × nitrogênio.

Determinar genótipos de *P. notatum* aptos para serem utilizados em sistemas de consorciação com leguminosas de clima temperado.

Comparar características produtivas de sistemas de consorciação de leguminosas com genótipos de *P. notatum* com sistemas em esses genótipos receberam fertilização nitrogenada mineral.

### 4.2 Objetivos específicos

Determinar a produção de matéria seca, densidade populacional de perfilhos e eficiência de utilização do nitrogênio de híbridos intraespecíficos de *Paspalum notatum*, do ecótipo Bagual e da cultivar Pensacola.

Determinar a produção de matéria seca total de leguminosas de clima temperado, de lâminas foliares e colmos de *P. notatum* em sistemas consorciados destas espécies.

Comparar a produção total e de lâminas foliares de sistemas consorciados, com os que receberam fertilização nitrogenada mineral, em genótipos de *P. notatum*.

## **CAPÍTULO II<sup>3</sup>**

---

<sup>3</sup> Artigo elaborado de acordo com as normas da revista Ciência e Agrotecnologia (Apêndice 1).

**EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DO NITROGÊNIO E PRODUÇÃO DE FORRAGEM  
DE HÍBRIDOS INTRAESPECÍFICOS DE *PASPALUM NOTATUM* FLÜGGE**

NITROGEN USE EFFICIENCY AND FORAGE PRODUCTION FROM INTRASPECIFIC  
HYBRIDS OF *PASPALUM NOTATUM* FLÜGGE

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar a eficiência de utilização do nitrogênio e a produção de forragem de genótipos de *Paspalum notatum* em resposta à fertilização nitrogenada. Foram avaliadas a produção de matéria seca total, densidade populacional de perfilhos e eficiência de utilização do nitrogênio de híbridos de *Paspalum notatum*, do ecótipo Bagual e da cultivar Pensacola, submetidos aos níveis de fertilização nitrogenada 0, 60, 120, 240 e 480 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. No ano de 2014/2015 houve diferença nos genótipo e níveis de fertilização nitrogenada para a produção de matéria seca total. No ano 2015/2016 a produção de matéria seca total dos genótipos ajustou-se a um modelo de regressão linear em função da fertilização nitrogenada. No ano 2016/2017 a produção de matéria seca total dos híbridos e do ecótipo nativo Bagual ajustaram-se ao mesmo modelo de regressão linear em função dos níveis de nitrogênio, porém com um modelo de regressão distinto para cultivar Pensacola. Houve diferença para eficiência de utilização do nitrogênio entre os níveis em todos os anos de avaliação, o nível 120 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> destaca-se como os mais eficiente. A produção de matéria seca dos híbridos e do ecótipo Bagual responde de forma semelhante à fertilização nitrogenada, após o total estabelecimento do pasto. O nível de fertilização nitrogenada 120 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> promove maior eficiência de utilização do nitrogênio de genótipos de *Paspalum notatum*.

**TERMOS DE INDEXAÇÃO:** apomixia, hibridação, melhoramento genético, perfilhamento

**ABSTRACT:** The objective of this study was to assess the nitrogen use efficiency and forage yield from *Paspalum notatum* genotypes in response to nitrogen fertilization. Total dry matter yield, tillers population density and the nitrogen use efficiency of *Paspalum notatum* hybrids, Bagual ecotype and Pensacola cultivar were evaluated, when submitted to nitrogen fertilization levels of 0, 60, 120, 240 and 480 kg N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>. Total dry matter yield was different depending on the genotype and nitrogen fertilization levels in the year 2014/2015. A linear regression model of total dry matter yield as a function of nitrogen fertilization was adjusted for the genotypes in the year 2015/2016. A linear regression model of total dry matter yield as a function of nitrogen levels was adjusted for the hybrids and the Bagual ecotype, which differed from the Pensacola cultivar model, in the year 2016/2017. Nitrogen use efficiency varied with fertilization levels in all the years of assessment, and the level of 120 kg N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> was the most efficient in all the years. Dry matter yield from the hybrids and the Bagual ecotype show a similar response to nitrogen fertilization, after the sward was fully established. The nitrogen fertilization level of 120 kg N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> promotes greater nitrogen use efficiency in *Paspalum notatum* genotypes.

**INDEX TERMS:** Apomixis, genetic improvement, hybridization, tillering

## INTRODUÇÃO

Para o estabelecimento, produtividade e sustentabilidade do pasto é necessário promover, dentre outros fatores, a adequada disponibilidade de nutrientes às plantas. Assim, o nitrogênio, que depois do déficit hídrico, é o fator mais limitante para produção de biomassa dos ecossistemas (Lemaire, Jeuffroy e Gastal, 2008), deve ser ofertado em proporções suficientes para permitir alcançar o potencial produtivo de cada espécie permitido pelas condições climáticas reais. Além disso, com aumento dos custos dos fertilizantes comerciais e problemas ambientais associados ao manejo impróprio da adubação, torna-se cada vez mais necessário

estabelecer padrões adequados para o fornecimento de nitrogênio em pastagens (Silveira et al., 2013).

No cenário atual busca-se o cultivo de pastagens cada vez mais produtivas, sendo importante considerar, além dos processos de desenvolvimento e novas técnicas de manejo, os aspectos genéticos, uma vez que a utilização da forragem é resultado de ações e interações do genótipo com o ambiente no qual ela está inserida (Martuscello et al., 2009). Assim, também se faz necessário o desenvolvimento de cultivares que promovam o uso eficiente do nitrogênio aplicado.

As pesquisas com plantas forrageiras que focam no lançamento de novas cultivares estão concentrando esforços na identificação de gêneros, espécies e ecótipos de plantas forrageiras melhor adaptadas às condições de diversos ecossistemas (Obeid; Pereira, 2011). Dentre as gramíneas forrageiras com potencial para o melhoramento genético, destacam-se as espécies do gênero do *Paspalum*. Esse grupo representa um modelo para o estudo das fontes de variabilidade genética, devido a diferentes níveis de ploidia e comportamento reprodutivo (Sartor et al., 2011).

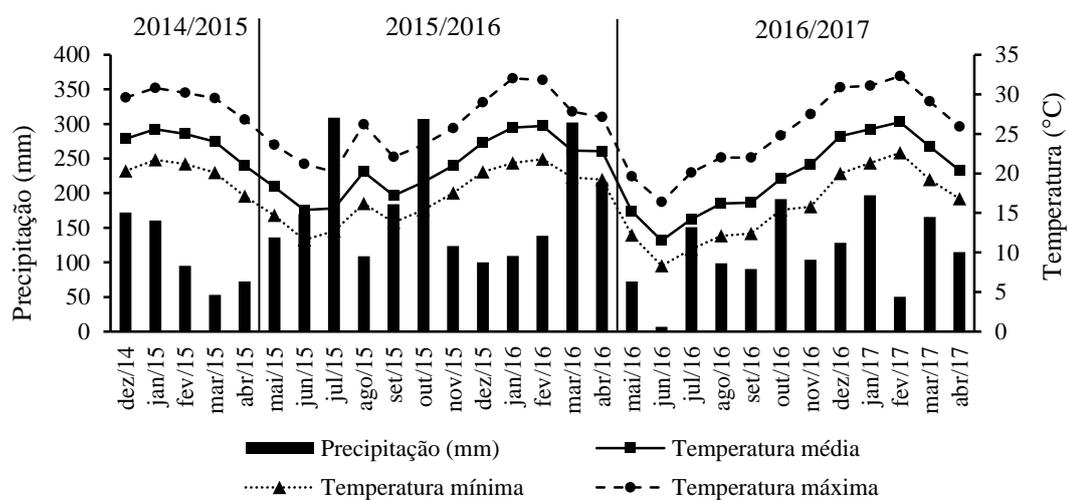
Em especial, ecótipos de *Paspalum notatum* Flügge possuem características favoráveis à exploração produtiva, adaptados às mais variadas condições de solo e clima, com superioridade produtiva quando comparada a cultivares (Fachinnetto et al., 2012) o que possibilita a seleção de materiais superiores para o lançamento de cultivares.

Em razão da importância da obtenção de novas cultivares *Paspalum notatum* para sistemas de produção animal ou recuperação de pastagens naturais e a necessidade de estudos referentes à fertilização nitrogenada, objetivou-se avaliar a eficiência de utilização do nitrogênio e a produção de forragem de híbridos intraespecíficos, de um ecótipo e de uma cultivar de *Paspalum notatum* em resposta à fertilização nitrogenada.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Estação Agronômica Experimental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, localizada em Eldorado do Sul-RS (coordenadas 30°05'S, 51°39' W, 34 metros de altitude), região fisiográfica denominada Depressão Central.

O clima na região é Cfa, subtropical úmido, segundo a classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 18,8 °C (a temperatura média do mês mais frio (julho) é de 13,0 °C e a do mais quente (janeiro) é de 24,2 °C) e a precipitação pluvial anual é de 1.455 mm (Bergamaschi et al., 2013). As avaliações foram realizadas nos anos de 2014/2015, 2015/2016 e 2016/2017. Os dados meteorológicos referentes aos meses que compreendem o período experimental foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil (INMET; Figuras 1).



**Figura 1-** Temperatura máxima, mínima e média (°C) e precipitação pluvial (mm) durante o período experimental

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho distrófico típico. Na implantação e durante o período de avaliação do experimento foram realizadas análises do solo, cujas características são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1** Características químicas do solo nos anos de avaliação

	pH <sup>1</sup>	MO <sup>2</sup>	Arg <sup>3</sup>	SMP <sup>4</sup>	P <sup>5</sup>	K <sup>6</sup>	S <sup>7</sup>	Ca <sup>8</sup>	Mg <sup>9</sup>	Al+H <sup>10</sup>	CTC <sup>11</sup>
Ano	H <sub>2</sub> O	-----%-----			-----mg dm <sup>-3</sup> -----			-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----			
A	5,5	1,5	22,0	6,5	8,9	105,0	7,1	2,4	1,0	2,5	6,2
B	5,5	1,4	24,0	6,5	16,0	72,0	11,0	2,6	1,1	2,5	6,4
C	5,8	1,5	17,0	6,6	18,0	136,0	-	3,0	1,2	2,2	6,7

<sup>A</sup>Análise pré-implantação; <sup>B</sup>Análise ano 2015/2016; <sup>C</sup>Análise ano 2016/2017. <sup>1</sup>pH em água;

<sup>2</sup>Matéria Orgânica; <sup>3</sup>Argila; <sup>4</sup>Índice SMP; <sup>5</sup>Fósforo; <sup>6</sup>Potássio; <sup>7</sup>Enxofre; <sup>8</sup> Cálcio trocável;

<sup>9</sup>Magnésio trocável; <sup>10</sup> Acidez potencial; <sup>11</sup>Capacidade de troca de cátions.

Os tratamentos foram constituídos de híbridos apomíticos intraespecíficos de *Paspalum notatum*, do ecótipo nativo Bagual e da cultivar comercial Pensacola, também pertencentes à espécie *Paspalum notatum*, submetidos aos níveis de adubação nitrogenada zero, 60, 120, 240 e 480 kg de N ha<sup>-1</sup>.

Os híbridos apomíticos avaliados são proveniente de hibridações artificiais realizadas por Weiler et al. (2017), que utilizou como genitores femininos genótipos denominados Q4205 e Q4188 (Quarín et al., 2003) tetraplóides sexuais poliploidizados artificialmente utilizando colchicina, obtidos por meio de colaboração com o IBONE (Instituto de Botânica del Nordeste, da cidade de Corrientes, Argentina) e como genitores masculinos ecótipos nativos do Rio Grande do Sul ‘André da Rocha’ e ‘Bagual’. Os híbridos avaliados foram denominados B26 e B43 (Q4188 x Bagual) e C22 e C9 (Q4205 X André da Rocha).

As unidades experimentais foram parcelas de 2,4m<sup>2</sup> (2,00 x 1,20m), distantes entre si 0,80m, com distância entre plantas de 0,20m, sendo cada parcela composta por 60 clones. A confecção dos clones iniciou-se em setembro de 2014, as mudas utilizadas foram obtidas em parcelas de experimentos de outras etapas do processo de seleção de cultivares de *Paspalum*

*notatum*. Os clones foram confeccionados com dois perfilhos e aproximadamente seis lâminas foliares e foram mantidos em sacos plásticos com substrato comercial em casa de vegetação.

O plantio foi realizado em 15/12/2014, após preparo convencional do solo. A adubação com fósforo e potássio, foi realizada nos três anos de avaliação conforme análise de solo, seguindo as recomendações da Comissão de Química e Fertilidade do Solo para o Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-RS/SC; 2004). A fertilização nitrogenada, na forma de sulfato de amônio, no ano de 2014/2015, foi dividida em três aplicações iguais, sendo a primeira em data próxima a implantação do experimento (12/12/2014) e as demais após os cortes de avaliação. Nos anos 2015/2016 e 2016/2017 a fertilização nitrogenada foi dividida em quatro aplicações anuais.

A produção de matéria seca foi determinada por meio de cortes em duas áreas de cada parcela, delimitada por um quadro de 0,25m<sup>2</sup>, colocado aleatoriamente em cada corte, sempre que altura de dossel média das parcelas atingisse em torno de 20 cm (com variação de 17-23 cm) e mantendo-se resíduo de 5 cm. A forragem proveniente dos cortes foi utilizada para determinação da produção de matéria seca e para separação dos componentes botânicos estruturais. O teor de matéria seca das amostras foi determinado por secagem das amostras em estufa a 60°C até peso constante. A produção de matéria seca total anual (PMST) foi determinada pela soma de matéria seca produzida nos cortes realizados durante cada ano.

A densidade populacional de perfilhos (perfilhos m<sup>-2</sup>) foi avaliada nas mesmas datas dos cortes de avaliação, por meio da contagem dos perfilhos contidos em dois quadros com área de 0,0625m<sup>2</sup>, colocados aleatoriamente nas parcelas.

A eficiência de utilização do nitrogênio (EUN), refere-se à produção adicional de massa seca pela forrageira nas parcelas adubadas em relação às não adubadas por unidade de nitrogênio aplicado, em kg de MS kg de N<sup>-1</sup> e foi calculada, nos anos de avaliação, pela seguinte

fórmula:  $EUN = \text{Massa Seca com adubação (kg ha}^{-1}) - \text{Massa Seca sem adubação (kg ha}^{-1}) / \text{Dose de N (kg ha}^{-1})$ .

O delineamento experimental foi blocos ao acaso, seguindo a estrutura de parcela subdividida, sendo os genótipos as parcelas principais e os níveis de fertilização nitrogenada as subparcelas com três repetições de área. As análises foram realizadas dentro de cada ano por se tratar de uma espécie perene e já ter sido avaliada no primeiro no ano da implantação. Após teste de normalidade, foi realizada análise de variância pelo procedimento Mixed SAS 9,2 (SAS, 2002). Foi utilizado um modelo misto com o efeito fixo dos genótipos, níveis de fertilização nitrogenada e suas interações e os efeitos aleatórios do resíduo e de parcelas aninhadas nos genótipos. Foi realizado teste de seleção de estruturas, utilizando o critério de informação bayesiano (BIC) para determinar o modelo que melhor representasse os dados. As interações envolvendo os genótipos e níveis de fertilização nitrogenada foram desdobradas quando significativas a 5% de probabilidade e as respostas das variáveis modeladas em função dos níveis de fertilização nitrogenada. As médias, quando não se ajustaram a modelos de regressão, foram comparadas pelo procedimento *Lsmeans* e pelo estudo de contrastes ortogonais entre Pensacola vs B26, B43, C22, C9 e Bagual. As variáveis também foram submetidas a análise de correlação de Pearson.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação genótipo  $\times$  nível de fertilização nitrogenada ( $P > 0,05$ ) para a produção de matéria seca total (PMST) anos 2014/2015 e 2015/2016.

No ano 2014/2015, houve diferença para PMST entre genótipos e entre níveis de fertilização nitrogenada (Tabela 2). A PMST foi superior nos híbridos C22 e B26, que foram semelhantes entre si, com média de 6173 kg de MS  $\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  (Tabela 2). O ecótipo nativo Bagual foi o segundo mais produtivo (Tabela 2). A PMST foi intermediária para os híbridos B43 e C9, que foram semelhantes entre si, com média de 4854 kg de MS  $\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ . A PMST da

cultivar Pensacola foi 55, 53, 48, 42 e 41% inferior à observada para os genótipos C22, B26, Bagual, B43 e C9, respectivamente (Tabela 2).

**Tabela 2** Produção de matéria seca total (PMST) e eficiência de utilização do nitrogênio (EUN) de genótipos de *Paspalum notatum* nos níveis de fertilização nitrogenada em 2014/2015, 2015/2016 e 2016/2017 em Eldorado do Sul, RS.

	PMST (kg de MS ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )			EUN (kg de MS kg de N <sup>-1</sup> )		
	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2014/2015	2015/2016	2016/2017
Genótipos	-----			-----		
B26	6053a	9493b	9434	8,8	16,1	28,0
B43	4796c	8425c	9530	7,2	17,4	33,5
C22	6293a	11619a	9596	6,3	23,6	24,2
C9	4912c	9931b	9465	5,8	15,9	22,4
Bagual	5545b	10823a	9861	11,0	22,5	29,1
Pensacola	2828d	7610c	8539	4,4	19,7	12,0
Nível	-----			-----		
N0	4238c	6524e	5062	-	-	-
N60	5078b	7732d	6432	14,5a	20,1ab	22,8b
N120	5220b	9195c	8839	8,0b	22,3a	31,5a
N240	5275b	11286b	11866	4,3bc	19,8ab	24,5b
N480	5547a	13514a	14822	2,2c	14,6b	20,6b
Probab.	-----			-----		
Genótipos	<0.0001	<0.0001	0.0407	0,6804	0,5931	0,1071
Nível	0.0026	<0.0001	<0.0001	<0,0015	0,0489	0,0482
GexNível	0.9623	0.7637	0.0155	0,9404	0,5781	0,9393

CV(%)	13.5	10.8	11.4	15,6	11,2	12,0
-------	------	------	------	------	------	------

Valores nas colunas seguidos de letras distintas diferem entre si pelo teste lsmeans a 5% de significância.

Os cruzamentos que deram origem aos híbridos C22 e B26 podem ter proporcionado maior vigor híbrido, que ocorre quando a distância genética entre os genitores é elevada (Paternani; Campos, 2005). Esse fato era esperado para todos os híbridos, uma vez que os genitores masculinos, ecótipos nativos do Rio Grande do Sul, tinham distância genética dos genitores femininos, genótipos sexuais obtidos por duplicação cromossômica na Argentina (Zilli et al., 2015).

A PMST inferior da cultivar Pensacola quando comparada aos ecótipos nativos e híbridos de *Paspalum* foi relatada em diversos estudos (Pereira et al., 2011; Pereira et al., 2012; Graminho et al., 2017). Contudo, a Pensacola, juntamente com a cultivar Pojuca de *Paspalum atratum*, são as únicas cultivares de *Paspalum* com sementes disponíveis no mercado brasileiro, e dessa forma ainda mantém-se como referência quando o objetivo é o lançamento de novas cultivares de *Paspalum*.

Ainda no ano 2014/2015, a dose de 480 kg de N ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> (N480; Tabela 2), determinou PMST 6% superior à média observada nos níveis 60 (N60), 120 (N120) e 240 (N240) kg de N ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>, que foram semelhantes entre si (Tabela 2). A PMST no nível de fertilização zero kg de N ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> (N0) foi inferior à observada nas demais doses (Tabela 2). Neste ano os cortes foram realizados em 04/02; 07/03 e 26/03/2015 e a aplicação do sulfato de amônio foi realizada próximo a implantação do experimento (12/12/2014), após o primeiro (05/02/2014) e segundo (08/03/2015) cortes de avaliação. Entre a implantação do experimento e o primeiro corte de avaliação houve o intervalo de 52 dias, possivelmente o tempo para o estabelecimento não tenha sido suficiente para que houvesse PMST diferenciada entre os níveis de fertilização nitrogenada 60, 120 e 240 kg de N ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>.

No ano 2015/2016 foram realizados oito cortes de avaliação, de setembro de 2015 a abril de 2016 (09/09, 04/11, 14/12/2015; 06/01, 01/02, 26/02, 25/03 e 28/04/2016). A PMST dos genótipos ajustou-se ao modelo de regressão linear  $\hat{Y} = 7053 + 14N$  ( $P < 0.0001$ ;  $R^2 = 0.83$ ) em função dos níveis de fertilização nitrogenada, com PMST variando de 7053 a 13773 kg de MS  $ha^{-1}ano^{-1}$  para pastos fertilizados com 0 e 480 kg de N  $ha^{-1}ano^{-1}$ , respectivamente.

O incremento da produção de matéria seca com aplicação de nitrogênio é um fator esperado em ensaios dessa natureza, uma vez que, segundo Okumura *et al.* (2011) o nitrogênio é o elemento que causa maiores efeitos nas características da planta relacionadas ao crescimento e desenvolvimento, atua participando nas moléculas de compostos orgânicos, como os aminoácidos e proteínas, sendo ativador de enzimas para realização de processos vitais da planta, como síntese de proteínas, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular. E estes efeitos do nitrogênio vão resultar, se as condições de temperatura e água forem adequadas, em aumento na taxa de alongação foliar e um ligeiro efeito sobre a taxa de aparecimento foliar, e estes conseqüentemente, irão afetar as características estruturais, elevando o número de folhas por perfilhos, a duração da alongação foliar e a densidade de perfilhos (Cruz; Boval, 2000).

Houve interação genótipo  $\times$  nível de fertilização nitrogenada ( $P = 0,0155$ ) para a produção de matéria seca total (PMST) no ano 2016/2017 (Tabela 2). Neste ano foram realizados sete cortes de avaliação de outubro de 2016 a abril de 2017 (29/10, 12/11, 22/12/2016; 19/01, 17/02, 22/03 e 27/04/2017). A PMST dos híbridos (B26, B43, C22 e C9) e do ecótipo nativo Bagual ajustaram-se ao modelo de regressão linear  $\hat{Y} = 5586 + 22N$  ( $P < 0.0001$ ;  $R^2 = 0.90$ ) em função dos níveis de fertilização nitrogenada, de acordo com este modelo a PMST apresentou resposta 36% superior à observada no ano 2015/2016. Para a PMST da Pensacola foi determinado modelo de regressão linear distinto,  $\hat{Y} = 6335 + 12N$  ( $P < 0.0001$ ;  $R^2 = 0.75$ ), com a PMST variando de 6335

a 12095 kg de MS ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> para pastos fertilizados com 0 e 480 kg de N ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>, respectivamente.

Vários trabalhos relatam a resposta crescente da PMST de espécies forrageiras em função da fertilização nitrogenada. Lugão et al. (2003) ao avaliarem o *Panicum maximum* Jacq. Acesso BRA-006998 submetido a níveis de fertilização nitrogenada até 450 kg de N ha<sup>-1</sup>, verificaram que a PMST respondeu de forma quadrática, sendo o ponto de máxima produção com 396 kg de N ha<sup>-1</sup>. Mello et al. (2008) observaram que a PMST de *Panicum maximum* cv. Mombaça teve comportamento linear no primeiro ano de avaliação quando submetido a níveis de fertilização até 500 kg de N ha<sup>-1</sup>, mas essa característica não manteve-se no segundo ano de avaliação com a PMST ajustando-se a um modelo quadrático, não apresentando resposta com doses acima de 455 kg de N ha<sup>-1</sup>. Costa et al. (2010), Oliveira et al. (2011) e Quaresma et al. (2011) verificaram que a PMST de *Brachiaria Brizantha* cv. Marandu, *Cynodon dactylon* cv. Coastcross, e *Cynodon* (spp) cv. Tifton 85 ajustaram-se a modelos de regressão linear em função de níveis de fertilização nitrogenada até 300, 400 e 240 kg de N ha<sup>-1</sup>, respectivamente, com aumento de 21,3; 23,2 e 22,7 kg de MS a cada kg de N aplicado, respectivamente.

Com isso é possível verificar que as produções de matéria seca total dos híbridos (B26, B43, C22 e C9) e do ecótipo Bagual respondem à fertilização nitrogenada de forma semelhante ou superior a cultivares melhoradas existentes no mercado nacional, que normalmente apresentam resposta máxima na faixa de 300 a 400 kg de N ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> (Primavesi et al., 2004), enquanto os genótipos avaliados respondem linearmente pelo menos até 480 kg N ha<sup>-1</sup>.

Respostas positivas da Pensacola à fertilização nitrogenada foram verificadas por Pontes et al. (2016), que avaliaram essa cultivar sob sombreamento ou luz solar plena e níveis de fertilização 0 e 300 kg de N ha<sup>-1</sup>, e verificaram aumento de 45% na PSMT dessa cultivar quando fertilizada com a dose superior de nitrogênio e submetida a luz solar plena. Silveira et al. (2013) que observaram que a Pensacola fertilizada com 120 kg de N ha<sup>-1</sup> teve aumento de 33% na

PMST em relação ao nível sem fertilização. No presente trabalho, apesar do aumento da PMST com fertilização nitrogenada, a Pensacola teve resposta 14% inferior à observada no ano anterior, o que indica que essa cultivar não foi estável, uma vez que não manteve um comportamento previsível em função das variações ambientais no decorrer dos anos de avaliação.

No ano 2014/2015 não houve interação genótipo  $\times$  nível ( $P=0,9872$ ), houve diferença entre os genótipos ( $P=0,0256$ ) e não houve diferença entre os níveis ( $P=0,7406$ ) para densidade populacional de perfilhos. Neste ano a DPP dos híbridos B26 e C22 foi em média de 801 perfilhos  $m^{-2}$ , valor 14% superior aos observados para os demais genótipos, que foram semelhantes entre si, com média de 690 perfilhos  $m^{-2}$ . Nesse ano não houve diferença para DPP entre os níveis de fertilização nitrogenada, sendo densidade média de 727 perfilhos  $m^{-2}$ . Possivelmente, por ser o primeiro ano de avaliação, os genótipos demandaram a maior parte do carbono fixado para o estabelecimento, mantendo-se as características de DPP semelhante entre os níveis de fertilização nitrogenada, conforme explicado anteriormente para a PMST.

Nos anos 2015/2016 e 2016/2017 houve interação genótipo  $\times$  nível de fertilização nitrogenada para a DPP ( $P>0,05$ ). No ano 2015/2016 a DPP dos genótipos B26, B43 e Bagual ajustaram-se ao modelo de regressão linear  $\hat{Y} = 547 + 0.40N$  ( $P<0.0001$ ;  $R^2 = 0.63$ ) em função dos níveis de fertilização nitrogenada. A DPP do híbrido C22 ajustou-se ao um modelo de regressão linear distinto dos demais genótipos  $\hat{Y} = 735 + 0.60N$  ( $P=0.0002$ ;  $R^2 = 0.87$ ), assim como a DPP do híbrido C9 que ajustou-se ao modelo  $\hat{Y} = 587 + 0.16N$  ( $P=0.0198$ ;  $R^2 = 0.55$ ). A DPP da cultivar Pensacola não ajustou-se a nenhum modelo de regressão e foi semelhante nos níveis de fertilização nitrogenada ( $P=0,2529$ ), sendo em média de 734 perfilhos  $m^{-2}$ .

No ano 2016/2017 a DPP dos genótipos B26, B43, C9 e Bagual ajustou-se ao modelo de regressão linear  $\hat{Y} = 503 + 0.45N$  ( $P<0.0001$ ;  $R^2 = 0.76$ ), com DPP variando de 503 a 719 perfilhos  $m^{-2}$ , nos níveis 0 e 480 kg de N  $ha^{-1}ano^{-1}$ , respectivamente. A DPP do híbrido C22

novamente ajustou-se a um modelo de regressão linear distinto dos demais genótipos  $\hat{Y}=595+0.81N$  ( $P=0,0004$ ;  $R^2= 0.83$ ), com a DPP variando de 595 a 984 perfilhos  $m^{-2}$ , nos níveis 0 e 480 kg de N  $ha^{-1}ano^{-1}$ , respectivamente. A DPP da cultivar Pensacola, não ajustou-se a nenhum modelo de regressão, e foi superior nos N240 e N480, que foram semelhantes entre si (719 perfilhos  $m^{-2}$ ), inferior nos N0 e N60, que foram semelhantes entre si (391 perfilhos  $m^{-2}$ ) e no N120 foi semelhante aos demais níveis avaliados (553 perfilhos  $m^{-2}$ ). Cabe ressaltar que a DPP da cultivar Pensacola diminuiu 25% do ano de 2015/2016 para o ano de 2016/2017. De acordo com Caminha et al. (2010) a DPP é influenciada pela capacidade da planta em repor ou manter perfilhos vivos, o que depende de características genéticas, e é fortemente influenciada por estratégias de manejo e disponibilidade de fatores de crescimento, considerando que todos os genótipos foram expostos ao mesmo manejo, possivelmente a redução da DPP da cultivar Pensacola tenha sido influenciada por atributos genéticos, como a taxa de aparecimento foliar, que resultaram na instabilidade da produção de perfilhos.

O aumento na DPP é determinante para perenidade do pasto (Fagundes et al. 2012) sendo o principal processo pelo qual a produção de forragem é incrementada pela adubação nitrogenada (Alencar et al., 2010). O que pode ser observado por meio das correlação positiva existente entre a DPP e a PMST que apresentou coeficientes correlação ( $r$ ) de 0,73 ( $P<0,0001$ ).

A DPP do híbrido C22 respondeu de forma diferenciada à fertilização nitrogenada no segundo e terceiro anos de avaliação. Considerando que todos os genótipos avaliados foram expostos às mesmas condições extrínsecas (temperatura, fertilização, luminosidade, precipitação, cortes etc.), esse híbrido possui características de perfilhamento superiores aos demais genótipos. Perfilhos desenvolvem-se a partir das gemas axilares de suas folhas individuais, então a DPP potencial, característica estrutural, é definida pela taxa de aparecimento foliar, característica morfogênica, que é determinada geneticamente, sendo as

características hormonais e de ambiente lumínico que determinam condições para a gema axilar desenvolver-se (Nelson, 2000).

Não houve interação genótipo  $\times$  nível e diferença entre os genótipos para a eficiência de utilização do nitrogênio (EUN) pelo teste *Lsmeans* (Tabela 2). Contudo, por meio do estudo de contrastes ortogonais foi possível detectar que no anos 2014/2015 e 2016/2017 a Pensacola teve EUN 43% (4,4 vs 7,8;  $P=0,0319$ ) e 56% (12 vs 27,4;  $P=0,0018$ ) inferior aos demais genótipos, respectivamente. As características genéticas da Pensacola podem ter determinado que a EUN fosse distinta dos demais genótipos avaliados, uma vez que a variabilidade das espécies vegetais normalmente proporciona diferenças na capacidade de absorção dos nutrientes (Oliveira et al., 2009), devido a características morfofisiológicas, como a área superficial das raízes, uma vez que o tamanho do sistema radicular, a fisiologia de absorção e a solubilização de formas inicialmente não solúveis na rizosfera, que são determinantes para a eficiência da aquisição de nutrientes (Samal et al., 2010).

A EUN média foi de 7,2, 19,2 e 24,8 kg de MS  $\text{kg}^{-1}$  de N, nos anos de 2014/2015, 2015/2016 e 2016/2017, respectivamente. Partindo-se do pressuposto de que o crescimento radicular é proporcional a parte aérea (Mello et al., 2008), a baixa expressão da EUN no ano 2014/2015, período do estabelecimento, pode ter ocorrido em função do sistema radicular dos genótipos não estar completamente desenvolvido, sendo o período em que as plantas estão formando rizomas e por isso ainda com baixa capacidade de absorção desse nutriente.

O aumento da EUN nos anos 2015/2016 e 2016/2017 pode indicar que as condições de manejo, clima e solo foram adequadas e que houve efeito residual da fertilização nitrogenada do primeiro ano de crescimento, pois conforme verificado por Costa et al. (1997), o modelo de acúmulo potencial de biomassa da parte aérea de *Paspalum notatum* não se reproduz no outono/inverno e levam à hipótese de que os dias curtos associados a temperaturas baixas

modificam o padrão de alocação de assimilados, priorizando o desenvolvimento de rizomas e o acúmulo de reservas.

Houve diferença para EUN entre os níveis de fertilização (Tabela 2). Apesar de não ocorrerem diferenças marcantes na PMST no ano 2014/2015, a EUN foi superior, intermediária e inferior nos níveis de fertilização nitrogenada N60, N120 e N480, respectivamente (Tabela 2). No N240 a EUN foi semelhante as observadas nos níveis N120 e N480 (Tabela 2). De acordo com Primavesi *et al.* (2004) o aumento da dose de nitrogênio diminui a percentagem do N recuperado para produção de biomassa, pois na medida que a quantidade aplicada ultrapassa a capacidade da planta em absorver o nutriente para produção, o nitrogênio pode ser lixiviado ou acumular-se nos tecidos, reduzindo sua eficiência de aproveitamento.

No ano 2015/2016, a EUN foi superior no nível de fertilização N120 (Tabela 2) e inferior no N480 (Tabela 2). Os níveis N60 e N240 apresentaram EUN semelhante entre si e aos demais genótipos (Tabela 2). No ano 2016/2017 a EUN no N120 foi 26% superior a observada nos demais níveis avaliados, que foram semelhantes entre si, com média de 23,3 kg de MS kg<sup>-1</sup> de N.

A EUN verificada para os genótipos de *Paspalum notatum* são próximas as verificados na literatura para espécies utilizadas há anos no mercado de forrageiras, que destacam-se pela alta produção de forragem. Castagnara *et al.* (2011) ao avaliar as características produtivas do *Panicum maximum*, cv. Mombaça e cv. Tanzânia e a *Brachiaria sp.* cv. Mulato, verificaram que a máxima EUN ocorreu quando utilizada a dose de adubação nitrogenada 106 kg de N ha<sup>-1</sup>. Silva *et al.* (2011) ao avaliar o aproveitamento do nitrogênio pela *Brachiaria Brizantha* cv. Marandu verificou que a melhor EUN foi no nível de fertilização 100 kg de N ha<sup>-1</sup>, durante três anos de avaliação. Ainda, de acordo de Martha Júnior *et al.* (2006) a EUN de pastos tropicais é na média de 26 kg de MS/kg de N, sendo que as maiores respostas ocorrem com a aplicação de aproximadamente 150 kg de N ha<sup>-1</sup>.

Assim, independente do genótipo do *Paspalum notatum*, no ano do estabelecimento as maiores EUN são obtidas com no máximo 60 kg N ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> enquanto nos demais anos a dose de 120 kg N/ha/ano é a que proporciona maior eficiência.

## CONCLUSÕES

A produção de matéria seca dos híbridos B26, B43, C9 e C22 e do ecótipo nativo Bagual respondem de forma semelhante à fertilização nitrogenada, após o total estabelecimento do pasto. A DPP do híbrido C22 responde de forma diferenciada à fertilização nitrogenada, resultando em características de perfilhamento superiores aos demais genótipos. O nível de 120 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> promove melhor eficiência de utilização do nitrogênio de genótipos de *Paspalum notatum*.

## REFERÊNCIAS

ALENCAR, C. A. B. et al. Produção de seis capins manejados por pastejo sob efeito de diferentes doses nitrogenadas e estações anuais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 11(1):48-58, 2010.

BERGAMASCHI, H. et al. **Boletins agrometeorológicos da estação experimental agrônômica da UFRGS: série histórica 1970 – 2012**. Porto Alegre: Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, 2013. 8p.

CAMINHA, F. O. et al. Estabilidade da população de perfilhos do capim-marandu sob lotação contínua e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 45(2):213-220, 2010.

CASTAGNARA, D. D. et al. Produção de forragem, características estruturais e eficiência de utilização do nitrogênio em forrageiras tropicais sob adubação nitrogenada. **Semina: Ciência Agrárias**, 32(4):1637-1648, 2011.

CQFS-RS/SC – Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS - Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.

COSTA, J. A. A. et al. Eficiência do uso da radiação e ajuste de um modelo de produção potencial biótipos de *Paspalum notatum* Flüggé var *notatum*. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 10. Piracicaba, 1997. **Anais...** Piracicaba, SP: SBA. 1997. p. 155-157.

COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens de capim-marandu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 62(1):192-199, 2010.

CRUZ, P.; BOVAL, M. Effect of nitrogen on some morphogenetic traits of temperate and tropical perennial forage grasses. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. et al. (Eds.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI, 2000. p. 151-168.

FACHINETTO, J. M. et al. Avaliação agrônômica é análise da persistência em uma coleção de acessos de *Paspalum notatum* Flüggé (Poaceae). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, 7(1):189-195, 2012.

FAGUNDES, J. L. et al. Produção de forragem de Tifton 85 adubado com nitrogênio e submetido à lotação contínua. **Revista Brasileira de Saúde e Produção animal**, 13(2):306-317, 2012.

GRAMINHO, L. A. et al. Forage characters of different *Paspalum* species in Rio Grande do Sul: a meta-analysis. **Ciência Rural**, 47(7): p. e20161049, 2017.

LEMAIRE, G.; JEUFFROY, M.; GASTAL, F. Diagnosis tool for plant and crop N status in vegetative stage. Theory and practices for crop N management. **European Journal Agronomy**, 28:614-624, 2008.

LUGÃO, S. M. B. et al. Acúmulo de forragem e eficiência de utilização do nitrogênio em pastagens de *Panicum maximum* Jacq. (Acesso BRA-00699) adubadas com nitrogênio. . **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, 25(2):371-379, 2003.

MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L.; BARCELLOS, A.O. A planta forrageira e o agroecossistema. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 23., 2006, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 87-137, 2006.

MARTUSCELLO, J. A. et al. Among and within family selection and combined half-sub family selection in *Panicum maximum* Jacq.. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38(10):1870-1877, 2009.

MELLO, S. Q. S. et al. Adubação nitrogenada em capim-Mombaça: Produção, eficiência de conversão e recuperação aparente do nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, 9(4):935-947, 2008.

NELSON, C. J. Shoot morphological plasticity of grasses: leaf growth vs. tillering. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. et al. **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI, 2000. p.101-126.

OBEID, J. A.; PEREIRA, D. H. Gênero *Paspalum*. In:FONSECA; D. M.; MARTUSCELLO, J. A. **Plantas forrageiras**. Viçosa: UFV, 2011, p. 131-165.

OKUMURA, R. S.; MARIANO, D. C.; ZACCHE, P. V. C. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, 4(2):226-244, 2011.  
OLIVEIRA, A. R. et al. Absorção de nutrientes e resposta à adubação em linhagens de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, 27(4):498-504, 2009.

OLIVEIRA, M. A. et al. Produção e valor nutritivo do capim coastcross sob doses de nitrogênio e idades de rebrotação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 63(3):694-703, 2011.

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. Melhoramento do Milho. In: Borén, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 2005. p.491-533.

PEREIRA, E. A. et al. Produção agrônômica de uma coleção de acessos de *Paspalum leptum* Parodi. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40(3):498-508, 2011.

PEREIRA, E. A. et al. Variabilidade genética de caracteres forrageiros em *Paspalum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 47(10):1533-1540, 2012.

PONTES, L.S. et al. Interactive effects of trees and nitrogen supply on the agronomic characteristics of warm-climate grasses. **Agronomy Journal**, 108(4):1531-1541, 2016.

PRIMAVESI, A. C. et al. Adubação nitrogenada em Capim-Coastcross: efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 33(1):68-78, 2004.

QUARESMA, J. P. S. et al. Produção e composição bromatológica do capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) submetido a doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, 33(2):145-150, 2011.

SAMAL, D. et al. Potassium uptake efficiency and dynamics in the rhizosphere of maize (*Zea mays* L.), wheat (*Triticum aestivum* L.) and sugar beet (*Beta vulgaris* L.) evaluated with mechanistic model. **Plant Soil**, 332(1):105-121, 2010.

SANTOS, D. T. et al. Eficiência bioeconômica da adubação de pastagem natural no sul do Brasil. **Ciência Rural**, 38(2):437-444, 2008.

SARTOR, M. E. et al. Ploidy levels and reproductive behavior in natural populations of five *Paspalum* species. **Plant Systematics and Evolution**, 293(1):31-41, 2011.

SILVA, D. R. G. et al. Eficiência nutricional e aproveitamento do nitrogênio pelo Capim-Marandu sob pastagem em estágio moderado de degradação sob doses e fontes de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, 35(2):242-249, 2011.

SILVEIRA, M. L. et al. Bahiagrass response and N loss from selected N fertilizer sources. **Grass and Forage Science**, 70: 154-160, 2013.

QUARÍN, C. L. et al. Registration of Q4188 and Q4205, Sexual Tetraploid Germplasm Lines of Bahiagrass. **Crop Science**, 43(2):745-746, 2003.

WEILER R. L. et al. Determination of the mode of reproduction of bahiagrass hybrids using cytoembryological analysis and molecular markers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 46(3):185-191, 2017.

ZILLI, A. L. et al. Heterosis and expressivity of apospory in tetraploid bahiagrass hybrids. **Crop Science** 55(3):1189-1201, 2015

## **CAPÍTULO III<sup>4</sup>**

---

<sup>4</sup> Artigo elaborado de acordo com as normas da Revista Ciência Agronômica (Apêndice 2).

## **Resposta de híbridos de *Paspalum notatum* a fertilização nitrogenada e a consorciação com leguminosas**

**Resumo:** O objetivo do presente trabalho foi determinar genótipos de *Paspalum notatum* adequados para serem consorciados com leguminosas de clima temperado e comparar a produtividade de sistemas consorciados com sistemas em que foi utilizada a fertilização mineral. Foram avaliados híbridos intraespecíficos de *Paspalum notatum*, o ecótipo nativo Bagual e a cultivar Pensacola, submetidos a consorciação trevo branco mais cornichão ou níveis de fertilização nitrogenada de zero; 60; 120; 240 e 480 kg N ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>. Houve interação genótipo consorciado × ano para a produção de matéria seca total, de lâminas foliares e colmos de *Paspalum notatum*. Houve diferença entre os anos para produção de matéria seca das leguminosas. Foi observada elevada correlação positiva e significativa entre os caracteres produção de matéria seca total e de lâminas foliares. No ano 2015/2016 houve diferenças para produção de matéria seca entre os sistemas consorciados frente aos sistemas fertilizados. No ano 2016/2017 a produção de matéria seca dos sistemas em que os genótipos B26, B43, C22, C9 e Bagual foram consorciados com leguminosas foi semelhante aos sistemas que receberam 120 e 240 kg N ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>. Os genótipos B26, C22, C9 e Bagual são indicados para serem utilizados em sistemas de consórcio com leguminosas de clima temperado. As estimativas de correlações fenotípicas entre produção de matéria seca total e de lâminas foliares foram altas e significativas, indicando que é desnecessária a realização de separação dos componentes estruturais, economizando tempo e mão de obra em um programa de melhoramento de forrageiras. A produção de matéria seca total de sistemas com genótipos de *Paspalum notatum* consorciados com trevo branco mais cornichão é semelhante a produção com nitrogênio mineral, evidenciando a viabilidade do consórcio entre essas espécies.

**Palavras chave:** *Lotus corniculatus* melhoramento genético produção de matéria seca *Trifolium repens*

***Paspalum notatum* HYBRID RESPONSE TO NITROGEN FERTILIZATION AND INTERCROPPED WITH LEGUMES**

**Abstract:** The objective of this work was to determine suitable *Paspalum notatum* genotypes for the establishment of intercrops with temperate legumes, and comparing the productivity of intercropped and minerally-fertilized systems. Four interspecific *Paspalum notatum* hybrids, the native Bagual ecotype and the Pensacola cultivar were either subjected to intercropping with white clover plus birdsfoot trefoil, or fertilized with 0; 60; 120; 240 or 480 kg N ha<sup>-1</sup>year<sup>-1</sup>. The *Paspalum notatum* leaf blades and stems and total dry matters denoted an interaction between intercropped genotype × year. The legume dry matter varied with the years. The dry matter yield and leaves dry matter yield parameters exhibited a significant, positive correlation. The dry matter yield varied between the intercropped and fertilized systems in 2015/2016, while in the following year (2016/2017) the dry matter yield of intercrop systems employing the B26, B43, C22, C9 and Bagual cultivars was similar to that of systems fertilized with 120 and 240 kg N ha<sup>-1</sup>year<sup>-1</sup>. Genotypes B26, C22, C9 and Bagual, once made available to producers, are indicated for intercropping with temperate legumes. The total dry matter yield and leaves dry matter yield estimated by phenotypic correlations were high and significant, rendering unnecessary the separation of structural components, thus saving time and labor in forage breeding programs. The dry matter yield in intercropped systems involving white clover plus birdsfoot trefoil and *Paspalum notatum* genotypes is similar to that of mineral nitrogen-fertilized systems, emphasizing the viability of intercropping between these species.

**Key words:** dry matter yield genetic improvement *Lotus corniculatus* *Trifolium repens*

## Introdução

Os desafios atuais para segurança alimentar global exigem intensificação sustentável da agricultura e da pecuária por meio de iniciativas que incluem o uso mais eficiente dos fertilizantes nitrogenados, aumentando a auto-suficiência protéica através das culturas locais e reduzindo as perdas de nitrogênio para o ambiente (SUTER *et al.*, 2015). A utilização de leguminosas consorciadas com gramíneas pode minimizar o impacto ambiental devido a menor utilização de fertilizantes nitrogenados sintéticos, sendo uma alternativa eficiente e econômica para o fornecimento de nitrogênio aos sistemas solo-planta-animal.

As leguminosas forrageiras oferecem oportunidades para o desenvolvimento sustentável da produção animal a pasto, porque contribuem para importantes desafios, como aumento da produção de forragem, redução na utilização de fertilizantes nitrogenados, facilitação e mitigação das mudanças climáticas, aumento do valor nutritivo da forragem e a eficiência da conversão de forragem em proteína animal (LÜSHER *et al.*, 2014).

Além de técnicas de manejo é importante considerar os aspectos genéticos do pasto, uma vez que a utilização da forragem é resultado de ações e interações do genótipo com o ambiente no qual ele está inserido (MARTUSCELLO *et al.*, 2009), sendo necessário o desenvolvimento de cultivares de gramíneas e leguminosas que tenham adequando estabelecimento, produtividade e persistência quando consorciadas.

O germoplasma nativo de *Paspalum* é predominante tetraplóide e possui modo de reprodução apomítico, enquanto que os citótipos diplóides possuem modo de reprodução sexual (ORTIZ *et al.*, 2013). A duplicação cromossômica de acessos diplóides de *Paspalum notatum* com colchicina (QUARÍN *et al.*, 2003) permitiu que genótipos sexuais fossem compatíveis em cruzamentos com plantas apomíticas, possibilitando a obtenção de genótipos híbridos com as mais variadas características produtivas.

Outra característica importante do *Paspalum notatum* é a dormência induzida pela redução do fotoperíodo, sendo o fator que mais influencia negativamente no rendimento sazonal, além das baixas temperaturas que ocorrem durante o período de outono-inverno (SINCLAIR *et al.*, 2003). Portanto, a estratégia de consorciar leguminosas de ciclo hibernal com o *Paspalum notatum* surge como alternativa não só para o aumento de aporte de nitrogênio nos sistemas forrageiros, mas também para equilibrar e estender a produção de forragem no decorrer do ano. No entanto, é necessário determinar como diferentes genótipos de *Paspalum notatum* respondem a consorciação com leguminosas e quais são os ganhos produtivos desses sistemas frente a sistemas que recebem fertilização com nitrogênio.

Assim, este trabalho foi conduzido com o objetivo de determinar genótipos de *Paspalum notatum* adequados para serem consorciados com leguminosas de clima temperado, comparar a produtividade de sistemas consorciados com sistemas em que foi utilizada a fertilização mineral, também determinar a tolerância ao frio dos genótipos avaliados e correlações as de características fenotípicas associadas com produção de forragem.

### **Material e Métodos**

O experimento foi desenvolvido na Estação Agronômica Experimental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, localizada em Eldorado do Sul-RS, região fisiográfica denominada Depressão Central. O clima na região é Cfa, subtropical úmido, segundo a classificação de Köppen. As avaliações foram realizadas nos anos 2015/2016 e 2016/2017. Os dados meteorológicos referentes aos meses que compreendem o período experimental foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil (INMET; Figura 1).

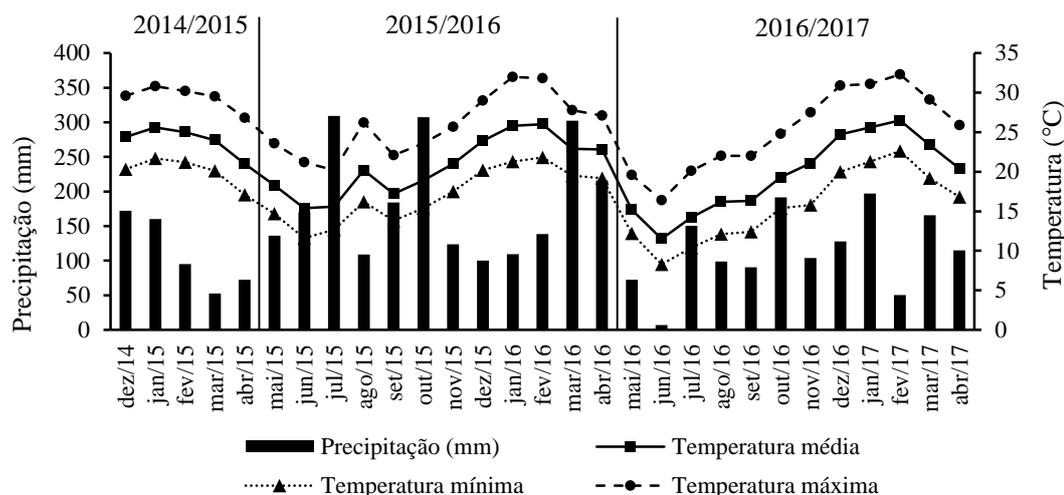


Figura 1- Temperatura máxima, mínima e média (°C) e precipitação pluvial (mm) durante o período experimental, Eldorado do Sul-RS.

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho distrófico típico. Na implantação e durante o período de avaliação do experimento foram realizadas análises do solo, cujas características são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1** Características químicas do solo nos anos de avaliação

	pH <sup>1</sup>	MO <sup>2</sup>	Arg <sup>3</sup>	SMP <sup>4</sup>	P <sup>5</sup>	K <sup>6</sup>	S <sup>7</sup>	Ca <sup>8</sup>	Mg <sup>9</sup>	Al+H <sup>10</sup>	CTC <sup>11</sup>
Ano	H <sub>2</sub> O	-----%			-----mg dm <sup>-3</sup> -----			-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----			
A	5,5	1,5	22,0	6,5	8,9	105,0	7,1	2,4	1,0	2,5	6,2
B	5,5	1,4	24,0	6,5	16,0	72,0	11,0	2,6	1,1	2,5	6,4
C	5,8	1,5	17,0	6,6	18,0	136,0	-	3,0	1,2	2,2	6,7

<sup>A</sup>Análise pré-implantação; <sup>B</sup>Análise ano 2015/2016; <sup>C</sup>Análise ano 2016/2017. <sup>1</sup>pH em água;

<sup>2</sup>Matéria Orgânica; <sup>3</sup>Argila; <sup>4</sup>Índice SMP; <sup>5</sup>Fósforo; <sup>6</sup>Potássio; <sup>7</sup>Enxofre; <sup>8</sup>Cálcio trocável;

<sup>9</sup>Magnésio trocável; <sup>10</sup>Acidez potencial; <sup>11</sup>Capacidade de troca de cátions.

Os tratamentos foram constituídos de híbridos interespecíficos de *Paspalum notatum*, do ecótipo nativo Bagual e da cultivar Pensacola, também pertencentes à mesma espécie,

consorciados com trevo branco (*Trifolium repens* cv. BRSURS Entreveiro) e cornichão (*Lotus corniculatus* cv. URSBRS Posteiro), ou níveis de fertilização nitrogenada de zero; 60; 120; 240 e 480 kg N ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>.

Os híbridos apomíticos avaliados são proveniente de hibridações artificiais realizadas por Weiler *et al.* (2017), que utilizou como genitores femininos genótipos denominados Q4205 e Q4188 (QUARIN *et al.*, 2003), tetraplóides sexuais poliploidizados artificialmente utilizando colchicina, obtidos por meio de colaboração com o IBONE (Instituto de Botânica del Nordeste, da cidade de Corrientes, Argentina) e como genitores masculinos ecótipos nativos do Rio Grande do Sul ‘André da Rocha’ e ‘Bagual’. Estes híbridos foram denominados B26 e B43 (Q4188 x Bagual) e C22 e C9 (Q4205 X André da Rocha).

As unidades experimentais foram parcelas de 2,4m<sup>2</sup> (2,00 x 1,20m), distantes entre si 0,80m, com distância entre plantas de 0,20m, sendo cada parcela composta por 60 clones. A confecção dos clones iniciou-se em setembro de 2014, utilizando-se mudas obtidas em parcelas de experimentos de outras etapas do processo de seleção de cultivares de *Paspalum notatum*. Os clones foram confeccionados com dois perfilhos, contendo aproximadamente seis lâminas foliares e foram mantidos inicialmente em sacos plásticos com substrato comercial em casa de vegetação.

O plantio foi realizado em 15/12/2014, após preparo convencional do solo. A adubação com fósforo e potássio, foi realizada nos anos de avaliação conforme análise de solo, seguindo as recomendações da Comissão de Química e Fertilidade do Solo para o Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-RS/SC; 2004). As leguminosas foram sobressemeadas em 10/04/15 e ressemeadas em 11/04/16. Sementes de trevo branco (*Trifolium repens* cv. BRSURS Entreveiro) e cornichão (*Lotus corniculatus* cv. URSBRS Posteiro) foram inoculadas pelo processo de peletização com rizóbio específico antes da semeadura. Foi utilizada densidade de semeadura de 8 e 20 kg ha<sup>-1</sup> para trevo branco e cornichão, respectivamente. Foi utilizada esta

densidade de semeadura devido as sementes de trevo branco e ao cornichão terem 50 e 30% de semente viáveis, respectivamente.

A fertilização nitrogenada, na forma de sulfato de amônio, foi dividida em quatro aplicações anuais iguais. No ano 2015/2016 as aplicações do sulfato de amônio foram realizadas em 04/11/2015, 14/12/2015, 06/01/2016 e 26/02/2016 e no ano 2016/2017 realizadas em 29/10/2016, 22/12/2016, 19/01/2017 e 17/02/2017. As parcelas que os tratamentos foram consorciação com leguminosas ou nível zero de fertilização não receberam nitrogênio mineral nos anos de avaliação.

A produção de matéria seca foi determinada por meio de cortes em duas áreas de cada parcela, delimitadas por um quadro de 0,25m<sup>2</sup>, colocado aleatoriamente na parcela em cada corte, sempre que altura de dossel média das parcelas atingisse em torno de 20 cm (com variação de 17-23 cm) e mantendo-se resíduo de 5 cm. Nas parcelas com o tratamento leguminosas o resíduo mantido foi de 8 cm. A forragem proveniente dos cortes foi utilizada para determinação da produção de matéria seca e para separação dos componentes botânicos e estruturais. O teor de matéria seca das amostras foi determinado por secagem das amostras em estufa a 60°C até peso constante. Por meio da separação dos componentes botânicos e estruturais foi determinada a produção de matéria seca de lâminas foliares, colmos e inflorescências de *Paspalum notatum*, de material morto, espécies invasoras, trevo e cornichão. A produção de matéria seca total e dos componentes botânicos e estruturais foi determinada pela soma de matéria seca produzida nos cortes realizados em cada ano de avaliação.

No ano 2015/2016 foram realizados cortes de avaliação em 14/08 (nas parcelas com leguminosas), 09/09 (em todas as parcelas), 23/10 (nas parcelas com leguminosas), 04/11 (exceto nas parcelas com leguminosas), 23/11 (nas parcelas com leguminosas), 14/12/2015, 06/01, 01/02, 26/02, 25/03, 28/04/2016 (em todas as parcelas). No ano 2016/2017 os cortes

foram realizados em 22/08 (nas parcelas com leguminosas), 29/10, 12/11, 22/12/2016, 19/01, 17/02, 22/03, 24/04/2017 (em todas as parcelas).

Após a ocorrência de geadas nos anos 2015/2016 (24/06, 19/07/2015) e 2016/2017 (14/06, 22/07/2016), foram atribuídas notas visuais para tolerância ao frio, utilizando-se uma escala de 1-5, sendo 1 para menor e 5 para maior tolerância (ACUNÃ *et al.*, 2011).

O delineamento experimental foi blocos ao acaso, seguindo a estrutura de parcela subdividida, sendo os genótipos as parcelas principais e os níveis de fertilização nitrogenada ou a presença de leguminosas as subparcelas, com três repetições de área. As análises foram realizadas dentro de cada ano por se tratar de uma espécie perene e já ter sido avaliada no primeiro no ano da implantação. Após teste de normalidade, foi realizada análise de variância pelo procedimento Mixed SAS, 9.2 (SAS, 2002). Foi utilizado um modelo misto com o efeito fixo dos genótipos, níveis de fertilização nitrogenada ou presença de leguminosa e suas interações e os efeitos aleatórios do resíduo, parcelas e do bloco aninhadas nos genótipos. Foi realizado teste de seleção de estruturas, utilizando o critério de informação bayesiano (BIC) para determinar o modelo que melhor representasse os dados. As interações envolvendo os genótipos, níveis de fertilização nitrogenada ou presença de leguminosa foram desdobradas quando significativas a 5% de probabilidade. As médias, quando não se ajustaram a modelos de regressão, foram comparadas pelo procedimento *Lsmeans*. As variáveis também foram submetidas a análise de correlação de Pearson. Para comparação de médias entre presença de leguminosas e níveis de fertilização foi utilizado o teste de Dunnett.

### **Resultados e Discussão**

Ao avaliar o desempenho produtivo dos sistemas em que os genótipos de *Paspalum notatum* foram consorciados com leguminosas foi observado que houve interação genótipo consorciado  $\times$  ano ( $P < 0,05$ ) para a produção de matéria seca total (*Paspalum notatum* mais leguminosas, PMST, Tabela 2), produção de matéria seca de lâminas foliares (lâminas foliares

de *Paspalum notatum*, PMSF, Tabela 2) e produção de matéria seca de colmos (colmos de *Paspalum notatum*, PMSC, Tabela 2).

Tabela 2- Produção da matéria seca total e dos componentes botânicos estruturais de sistemas com genótipos de *Paspalum notatum* consorciados com Trevo Branco (*Trifolium repens* cv. BRSURS Entreveiro) e Cornichão (*Lotus corniculatus* cv. URSBRS Posteiro), nos anos de 2015/2016 e 2016/2017 e o somatório dos dois anos, Eldorado do Sul-RS

Gen	2015/ 2016	2016/ 2017	∑anos	2015/ 2016	2016/ 2017	∑anos	2015/ 2016	2016/ 2017	∑anos
	-----PMST <sup>1</sup> -----			-----PMSF <sup>2</sup> -----			-----PMSC <sup>3</sup> -----		
B26	10558a	10570a	21128	4853a	5010a	9863	377c	520b	897
B43	9317b	11513a	20830	2106b	3981ab	6087	718ab	1811a	2529
C22	12046a	9156b	21202	5615a	3469b	9084	675b	402b	1077
C9	11540a	10743a	22283	5054a	4110a	9164	652b	290b	942
Bagual	12595a	11643a	24238	5450a	5303a	10753	973a	1248a	2221
Pensa <sup>7</sup>	10045b	9294b	19339	3078b	3227b	6305	527c	100b	627
CV(%)	7.4	6,9		10.6	15.1		13.3	15.0	
	-----PMSLEG <sup>4</sup> -----			-----PMSTR <sup>5</sup> -----			-----PMSCOR <sup>6</sup> -----		
B26	4969	4344	4349	3505	4090	7595	1464	254	1718
B43	5475	3716	4405	3874	3393	7267	1601	323	1924
C22	5339	3790	4242	3801	3517	7318	1538	273	1811
C9	5440	4713	4737	3720	4462	8182	1720	251	1971
Bagual	5660	3910	4322	3216	3582	6798	2444	328	2772
Pensa	5761	4300	4704	4047	3896	7943	1714	404	2118
CV(%)	8.9	10.5		8.4	11.6		16.3	15.9	

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem de acordo com o *Lsmeans* com 5% de probabilidade. <sup>1</sup>Produção de matéria seca total (*Paspalum notatum*+ Trevo Branco+ Cornichão; kg de MS ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>); <sup>2</sup>P. de matéria seca de lâminas foliares de *Paspalum notatum* (kg de MS ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>); <sup>3</sup>P. de matéria seca de colmos de *Paspalum notatum* (kg de MS ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>); <sup>4</sup>P. de matéria seca de Leguminosas (Trevo Branco+Cornichão; kg de MS ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>); <sup>5</sup>P. de matéria seca de Trevo Branco (kg de MS ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>); <sup>6</sup>P. de matéria seca de cornichão (kg de MS ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>); <sup>7</sup>Pensacola.

Não houve interação genótipo consorciado × ano, diferença entre os genótipos consorciados para produção de matéria seca de leguminosas (trevo branco mais cornichão,

PMSLEG), trevo branco (PMSTR) e cornichão (PMSCOR). Houve diferença entre os anos para PMSLEG e PMSCOR, o que não foi verificado para a PMSTR.

No ano 2015/2016 a PMST foi superior nos sistemas em que o ecótipo nativo Bagual e os híbridos C22, C9 e B26 foram consorciados, sendo estes semelhantes entre si, com média de 11685 kg de MS ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> (Tabela 2). A PMST dos sistemas com híbrido B43 e com a cultivar comercial Pensacola, foi semelhante, sendo 17% inferior a observada nos demais sistemas avaliados (Tabela 2).

Em 2015/2016 a proporção de leguminosas nos sistemas em que os genótipos C22, Bagual, B26, C9, Pensacola, B43 foram consorciados foi de 44, 45, 47, 47, 57 e 59%, respectivamente. A produção de forragem do *Paspalum notatum* concentra-se no verão com drástica redução durante o inverno (MACHADO *et al.*, 2017), enquanto que para o trevo branco costuma ser observada aptidão para maior produção de forragem no outono-inverno e o cornichão tem seu pico produtivo na primavera (SCHEFFER-BASSO *et al.*, 2002). Apesar das diferenças produtivas estacionais, no ano 2015/2016, as proporções de leguminosas nos sistemas foram próximas às sugeridas por Lüsher *et al.* (2014). Segundo estes autores, as vantagens da consorciação são mais pronunciadas quando os sistemas possuem proporções de leguminosas entre 30-50%, pois resultam no aumento da produção de forragem no sistema, transferência de nitrogênio de plantas fixadoras para plantas não fixadoras, neutralização de gases do efeito estufa e redução de gastos energéticos com a entrada de nitrogênio de fixação biológica no sistema em substituição ao nitrogênio mineral. Além disso, também contribuem para o aumento do valor nutritivo e do consumo voluntário, com declínio menos marcado da qualidade com o avanço do estágio fenológico da gramíneas, resultando em melhor desempenho produtivo.

Considerando que não houve diferença para PMSLEG entre os sistemas de consorciação no ano 2015/2016 é possível determinar que a variação na PMST nos sistemas tenha ocorrido

devido às produções de matéria seca dos genótipos de *Paspalum notatum*. O híbrido B43 e a cultivar Pensacola não conseguiram manter participações elevadas nos sistemas o que resultou em menor PMST, mesmo com esses sistemas apresentando elevada proporção de leguminosas.

Na avaliação da tolerância ao frio dos genótipos de *Paspalum notatum*, quando consorciados, foi possível verificar que houve interação genótipo consorciado  $\times$  ano ( $P < 0,05$ ). O híbrido B43 e a cultivar Pensacola tiveram notas semelhantes entre si e inferiores aos demais genótipos, com valor médio de 3,4, enquanto o ecótipo Bagual, que foi o mais tolerante, teve nota 4,8. Os híbridos B26 e C9 tiveram nota de tolerância ao frio intermediária, sendo semelhantes entre si (4,5). O híbrido C22 apresentou nota de tolerância ao frio superior aos genótipos B43 e Pensacola e inferior aos demais genótipos (4,0). Os resultados obtidos indicam que os genótipos avaliados possuem diferentes respostas à tolerância ao frio, o que pode ter contribuído para que o híbrido B43 e a cultivar Pensacola rebrotassem tardiamente na primavera, resultando em PMST inferior destes genótipos.

A PMSF foi superior nos sistemas de consorciação com os genótipos B26, C22, C9 e Bagual, que foram semelhantes entre si e produziram em média 5243 kg de MS de folhas ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Tabela 2). A PMSF nos sistemas com os híbridos B43 e a cultivar Pensacola foi semelhante, sendo 51% inferior às observadas nos demais sistemas (Tabela 2). A PMSF representou 51, 63, 70, 76, 77 e 80% da produção total dos genótipos de *Paspalum notatum* B43, Pensacola, Bagual, C9, C22 e B26, respectivamente. Assim cabe destacar que no ano 2015/2016, os híbridos, com exceção do B43, tiveram a maior parte de sua massa seca composta por lâminas foliares o que é fundamental no melhoramento de forrageiras (PEREIRA *et al.*, 2011), uma vez que são as lâminas foliares os órgãos responsáveis pela fotossíntese (RODRIGUES *et al.*, 2008), as estruturas preferencialmente consumidas pelos animais e de melhor qualidade nutricional (BRATTI *et al.*, 2009).

Apesar do híbrido B43 ter como genitores materiais com distância genética elevada, não foram verificados ganhos positivos para a PMSF em relação ao seu genitor masculino Bagual ou demais híbridos avaliados, quando manejados sob consorciação com as leguminosas. Tal aspecto pode ter ocorrido, não só por as dificuldades competitivas, mas também devido a características morfogênicas individuais desse genótipo, como a taxa de aparecimento, alongação e tempo de vida das lâminas foliares, que determinaram a combinação de características estruturais do pasto, número e tamanho de lâminas foliares (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996), resultando em menor PMSF.

Ainda em 2015/2016, a PMSC foi superior no sistema com o ecótipo Bagual e inferior nos sistemas com o híbrido B26 e com a cultivar Pensacola que foram semelhantes entre si (Tabela 2). A PMSC dos híbridos C22 e C9 foi intermediária e esses foram semelhante entre si, com média de 663 kg de MS de colmo  $\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  (Tabela 2). O híbrido B43 apresentou PMSC semelhante ao ecótipo nativo Bagual e aos genótipos de PMSC intermediária (Tabela 2). Os colmos representaram 6, 9, 10, 11, 12 e 17% da matéria seca produzida pelos genótipos de *Paspalum notatum* B26, C22, C9, Pensacola, Bagual e B43, respectivamente. Assim, apesar do ecótipo Bagual ter PMSC superior aos demais genótipos, foi o híbrido B43 que teve a maior proporção de sua massa seca composta por colmos, o que não é desejado para espécies forrageiras, principalmente para espécies que estão passado por processos de seleção e melhoramento. Essa característica não foi observada nos híbridos B26, C22 e C9, que tiveram PMSC 42% inferior ao ecótipo Bagual, indicando que para estes, as hibridações trouxeram melhorias às características estruturais das plantas, resultando na diminuição dos componentes menos interessantes para a produção animal a pasto.

Portanto, no primeiro ano, em função das PMST e PMSF, destacam-se os sistemas com os genótipos Bagual, C22, C9 e B26, sendo as respostas superiores às observadas no sistema com a Pensacola, que é uma das poucas cultivares de ciclo estival que adapta-se às condições

climáticas do sul do Brasil e que tem sementes disponíveis para venda no mercado brasileiro. Entretanto, os sistemas com os híbridos (C22, C9 e B26) merecem maior destaque por apresentarem proporção de colmos na matéria seca de *Paspalum notatum* inferior em relação ao ecótipo Bagual, em sistemas de consorciação com leguminosas de clima temperado.

Considerando os sistemas em que foi realizada a consorciação e os que receberam fertilização nitrogenada, alta correlação positiva e significativa (0,81;  $P < 0,0001$ ) foi observada entre os caracteres PMST e PMSF, o que torna a PMSF como o caráter de maior magnitude na relação direta com a PMST. Correlações com valores de 0,95 e 0,88 foram relatados para genótipos do gênero *Paspalum* (MOTTA et al., 2013) e *Brachiaria brizantha* (BASSO et al., 2009), respectivamente. Esses resultados indicam que, ao selecionar genótipos superiores para produção de PMST, também serão selecionados genótipos com alta proporção de folhas, dessa forma, não sendo necessária a realização da separação morfológica, economizando tempo e mão de obra em um programa de melhoramento de forrageiras.

No ano 2015/2016, a PMST do sistema em que o híbrido B26 foi consorciado com as leguminosas foi semelhante a observada nos sistemas que este genótipo recebeu fertilização nitrogenada (Tabela 3). Já a PMST nos sistemas em que os híbridos B43 e C22 foram consorciados foi semelhante aos sistemas em que os mesmos receberam 120 e 240 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Tabela 3). Nos sistemas em que o híbrido C9 e o ecótipo Bagual foram consorciados a PMST foi semelhante aos sistemas que receberam 240 e 480 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Tabela 3). O sistema em que a cultivar Pensacola foi consorciada a PMST foi semelhante aos sistemas que receberam 120, 240 e 480 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Tabela 3).

No primeiro ano de avaliação, os sistemas consorciados com os genótipos B26, C9, Bagual e Pensacola tiveram PMST semelhante aos sistemas que receberam 480 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, com exceção dos sistemas com os genótipos B43 e C22 não tiveram esta característica. Os sistemas em que o genótipo B43 foi consorciado leguminosas e o sistema que recebeu 240 kg

N ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> tiveram produção de matéria seca 44% e 39% inferiores, respectivamente, ao sistema com 480 kg N ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>, o que reforça a ideia de que este genótipo não respondeu adequadamente à consorciação com leguminosas, pois a PMST tem a valores elevados somente com doses extremamente altas de fertilização nitrogenada, o que torna a utilização desse híbrido onerosa e pouco sustentável.

Tabela 3- Produção de matéria seca total (PMST) de sistemas com genótipos de *Paspalum notatum* consorciados com Trevo Branco (*Trifolium repens* cv. BRSURS Entreveiro) e Cornichão (*Lotus corniculatus* cv. URSBRS Posteiro) ou submetidos a níveis de fertilização nitrogenada nos anos 2015/2016, 2016/2017 e o somatório dos dois anos, Eldorado do Sul-RS

Genótipos	Trat.	2015/ 2016	2016/ 2017	∑anos	Trat.	2015/ 2016	2016/ 2017	∑anos
PMST <sup>2</sup>								
B26	Leg <sup>1</sup>	10558	10570	21128	C9	11540	10743	22283
	N0	6732*	4487*	11219		7219*	5394*	12613
	N60	7694	6044*	13738		8334*	6519*	14853
	N120	8793	9328	18121		9558*	8440	17998
	N240	11209	11941	23151		11328	11160	22488
	N480	13036	15371*	28407		13217	15813*	29030
B43	Leg	9317	11513	20830	Bagual	12595	11643	24238
	N0	5299*	4153*	9452		7339*	4897*	12236
	N60	6248*	6259*	12507		8788*	7032*	15820
	N120	7546	9131	16677		10130*	9492	19622
	N240	9620	12775	22394		13211	12745	25956
	N480	13411*	15330*	28741		14650	15141*	29791
C22	Leg	12046	9156	21202	Pens <sup>3</sup>	10045	9294	19339
	N0	7904*	5245*	13149		4649*	6197*	10846
	N60	9096*	6344	15440		6234*	6396	12630
	N120	11214	8307	19520		7927	8339	16266
	N240	14401	12648*	27049		7949	9928	17877
	N480	15481*	15436*	30917		11290	11837	23127

Médias seguidas por “\*” diferem significativamente do tratamento Leguminosas, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. <sup>1</sup>Sistemas que genótipos foram consorciados com Trevo Branco (*Trifolium repens* cv. BRSURS Entreveiro) e Cornichão (*Lotus corniculatus* cv. URSBRS Posteiro); <sup>2</sup>Produção de matéria seca total (kg de MS ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>); <sup>3</sup>Pensacola.

A superioridade numérica da PMST, no primeiro ano, nos sistemas com o híbrido C22 comparado aos sistemas com demais genótipos, indica que este híbrido foi o mais responsivo ao nitrogênio, sendo esta uma característica individual, uma vez que a variabilidade genética

das espécies vegetais normalmente proporciona diferenças na capacidade de absorção dos nutrientes (OLIVEIRA *et al.*, 2009). Portanto, por mais que a PMST tenha sido elevada quando o híbrido C22 foi consorciado com leguminosas a mesma não foi suficiente para igualar-se à produção do nível de fertilização  $480 \text{ kg N ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ .

Além disto, as distinções entre os sistemas consorciados frente aos sistemas fertilizados podem ter ocorrido devido às diferentes capacidades de associação dos genótipos de *Paspalum* às leguminosas, pois mesmo o consórcio promovendo melhor aproveitamento dos recursos do meio, devido as espécies apresentam diferentes arquiteturas de plantas e distintos padrões de crescimento do sistema radicular (COSTA *et al.*, 2010), os genótipos respondem de formas distintas aos efeitos de competição por água, luz e nutrientes entre espécies, e são essas condições que vão determinar a produtividade, persistência e contribuição em misturas de gramíneas e leguminosas em sistemas forrageiros.

No ano 2016/2017 a PMST foi superior nos sistemas em que o ecótipo Bagual e híbridos B43, C9 e B26 foram consorciados, sendo estes semelhantes entre si, com média de  $11117 \text{ kg de MS ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  (Tabela 2). A PMST dos sistemas com híbrido C22 e com a cultivar comercial Pensacola, foi semelhante, sendo 17% inferior a observada nos demais sistemas avaliados. Nesse ano as leguminosas representaram 32, 34, 41, 41, 44, 46% da PMST nos sistemas com os genótipos B43, Bagual, B26, C22, C9 e Pensacola, respectivamente.

No ano 2016/2017 houve redução de 25% na PMSLEG, ( $5440$  para  $4039 \text{ kg de MS ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ ; Tabela 2), considerando que a PMSTR se manteve estável durante os anos de avaliação (Tabela 2), tal alteração pode ter ocorrido, em parte, devido à redução de 83% (de  $1765$  para  $306 \text{ kg de MS ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ ) na participação do cornichão na composição da PMSLEG (Tabela 2), o que indica que mesmo com a ressemeadura do segundo ano, não foi possível que os sistemas mantivessem a proporção de cornichão do ano 2015/2016. Segundo Gierus *et al.* (2012) o cornichão costuma apresentar dificuldades de perenização, sendo a variação na proporção de

sua participação, quando consorciado, a principal dificuldade de manejo, refletindo em alterações na produção da mistura com gramíneas, especialmente para pastos não fertilizados com nitrogênio mineral.

No ano 2016/2017 a PMSF foi superior nos sistemas em que o ecótipo Bagual e os híbridos B26 e C9 foram consorciados com leguminosas, sendo estes semelhantes entre si, com média de 4808 kg de MS de folhas  $\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  (Tabela 2). Nos sistemas em que o híbrido C22 e com a cultivar Pensacola foram consorciados a PMSF foi inferior, sendo estes semelhantes entre si, com produção média de 3348 kg de MS de folhas  $\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  (Tabela 2). O sistema com o híbrido B43 consorciado apresentou PMSF semelhante as observadas nos sistemas com genótipos de maior e menor produção (Tabela 2).

Ainda em 2016/2017 a PMSC foi superior nos sistemas com os genótipos B43 e Bagual, que foram semelhantes entre si, com média de 1530 kg de MS de colmos  $\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  (Tabela 2). Os genótipos B26, C22 e C9 apresentaram a PMSC semelhante, sendo intermediária, com média de 404 kg de MS de colmo  $\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  (Tabela 2). A PMSC da cultivar Pensacola foi 88% inferior aos demais genótipos (Tabela 2). A PMSC representou 2, 5, 8, 9, 16, 23% da produção de matéria seca dos genótipos Pensacola, C9, C22, B26, Bagual e B43 respectivamente.

Os sistemas com os genótipos Bagual, C9 e B26 mantiveram-se entre os mais produtivos no segundo ano de avaliação, enquanto que o sistema com o híbrido C22 não manteve esta característica, o que pode ter ocorrido devido às reduções de 21, 38 e 40% nas PMSLEG, PMSF e PMSC, respectivamente, em relação ao ano anterior. Estas alterações podem ter ocorrido devido à baixa tolerância ao frio observada para este genótipo no ano 2016/2017. O híbrido C22 não manteve as características de tolerância ao frio observadas no ano anterior, apresentando uma nota 3,5, sendo esta superior apenas a observada para a cultivar Pensacola (3,1) e inferior às observadas para o ecótipo Bagual (4,7) e híbridos B26 (4,5), C9 (4,5) e B43 (4,4).

Assim, quando consorciado, o híbrido C22 não foi estável, uma vez que não manteve um comportamento previsível em função das condições ambientais e de competição nos anos de avaliação. Entretanto, este híbrido manteve as proporções de folhas e colmos próximas as observadas para os demais genótipos, o que o torna passível de ser utilizado em sistemas consorciados, mas que sejam menos intensamente explorados.

No ano 2016/2017 o sistema com o híbrido B43 destacou-se pela elevada PMST, apesar da diminuição na proporção de leguminosas em relação ao ano anterior (de 56% para 31%), possivelmente, devido a maior tolerância ao frio no segundo ano (4,4) que proporcionou rebrote mais eficiente após o inverno e com isso maior produção de forragem.

O híbrido B43 apresentou aumento na PMSF, sendo próxima a observada nos demais genótipos, mas manteve-se como o genótipo com a maior proporção de colmos em sua massa, sendo superior a observada no ecótipo Bagual, que não passou por nenhum processo de melhoramento. Assim, devido a sua PMST no primeiro ano e suas características de produção de lâminas foliares e colmos, o híbrido B43 não seria recomendado para ser utilizado em sistemas em consorciação com leguminosas de estação fria.

No ano 2016/2017 a PMST dos sistemas em que os genótipos B26, B43, C22, C9 e Bagual foram consorciados com leguminosas foi semelhante aos sistemas que receberam 120 e 240 kg N ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> (Tabela 3). A PMST da cultivar Pensacola quando consorciada foi semelhante a todos os níveis que receberam fertilização nitrogenada (Tabela 3).

Por ser o segundo ano de avaliação, as respostas semelhantes dos genótipos ao serem comparados aos níveis de N podem estar ligadas ao fato das plantas já estarem estabelecidas e também por todos os sistemas terem sido influenciados pela transferência indireta do nitrogênio ou seja, por mecanismos de reciclagem de nutrientes (senescência e decomposição de raízes, nódulos, folhas e ramos).

Os sistemas com os genótipos C9 e Bagual consorciados não mantiveram a PMST semelhante aos sistemas em que os mesmos receberam  $480 \text{ kg N ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ , como em 2015/2016, possivelmente devido aos sistemas consorciados, independentemente do genótipo, terem apresentado redução na PMSLEG como discutido anteriormente, mas também devido aos sistemas fertilizados com  $480 \text{ kg N ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  apresentarem aumento na PMST em relação ao primeiro ano, o que pode ter ocorrido devido ao efeito residual da fertilização nitrogenada, com utilização dos assimilados acumulados na estação de crescimento anterior.

Comparações das características produtivas de sistemas consorciados com sistemas que receberam fertilização mineral também foram realizadas por Ribeiro *et al.* (2011) que ao avaliarem o capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.) consorciado com *Stylosanthes macrocephala* cv. Campo Grande ou fertilizado, determinaram que a produção de forragem e o desempenho animal, proporcionado pela consorciação foram equivalentes aos observados até a dose  $75 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Martuscello *et al.* (2011) avaliaram as características produtivas e morfogênicas da *Brachiaria decumbens* em cultivo puro, sem e com fertilização, ou consorciada com *Stylosanthes guianensis* ou *Calopogonium muconoides* e verificaram que a produção do capim braquiária em consórcio com estilosantes é semelhante à produção do capim braquiária adubado com  $50$  e  $100 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Já Neres *et al.* (2012) observaram que a associação da cultivar Piatã (*Brachiaria decumbens*) e do Tifton 85 (*Cynodon sp.*) com a cultivar Super N de feijão-guandu (*Cajanus cajan*) proporcionou produção forrageira equivalente a fertilização nitrogenada com  $150 \text{ kg N ha}^{-1}$ , além de incrementos nos teores de proteína e redução nos teores de fibra em detergente neutro.

Na maioria das referências verificadas na literatura não foram observadas semelhanças da PMST de sistemas consorciados com sistemas adubados com níveis de fertilização nitrogenada elevados, como os testados no presente trabalho o que, juntamente com os dados botânicos e estruturais, levam a acreditar que a consorciação entre o *Paspalum notatum* e

leguminosas de clima temperado é viável, sendo uma técnica de manejo capaz contribuir para equilibrar a produção no decorrer do ano agrícola.

Assim, os sistemas de consorciação propostos podem contribuir para a formação de pastagens eficientes, atendendo vários níveis de intensidade de exploração, aumentando a qualidade e a diversificação da dieta consumida pelos animais, colaborando para reduzir os gastos diretos com fertilizantes e portanto, trazendo maior sustentabilidade aos sistemas forrageiros reduzindo os custos econômicos e ambientais.

### Conclusões

1. Em função da produção de matéria seca e dos componentes botânicos e estruturais é possível determinar que os genótipos B26, C22, C9 e Bagual são indicados para serem utilizados em sistemas de consórcio com leguminosas de clima temperado.

2. A produção de matéria seca de sistemas com genótipos de *Paspalum notatum* consorciados com trevo branco mais cornichão é semelhante a sistemas fertilizados com até 240 kg N ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>, evidenciando a viabilidade do consórcio entre essas espécies, permitindo assim, o equilíbrio da produção de forragem no decorrer do ano de forma econômica e sustentável.

3. As estimativas de correlações fenotípicas entre PMST e PMSF foram positivas e significativas, indicando que é desnecessária a realização de separação morfológica, economizando tempo e mão de obra em um programa de melhoramento de *P. notatum*.

4. A tolerância ao frio dos genótipos de *P. notatum* varia nos anos de avaliação.

### Referências Bibliográficas

ACUÑA, C. A. *et al.* Tetraploid bahiagrass hybrids: breeding technique, genetic variability and proportion of heterotic hybrids. **Euphytica**, v. 179, n. 2, p. 227-235, 2011.

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

BRATTI L. F. S. *et al.* Comportamento ingestivo de caprinos em pastagem de azevém e aveia-preta em cultivo puro e consorciado. **Ciência Animal Brasileira** v.10, n.2, p.397-405, 2009.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - CQFSRS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2004. 400p.

COSTA, D. S.; BARBOSA, R. M.; SÁ, M. E. Sistemas de produção e cultivares de feijoeiro em consórcio com milho. **Scientia Agrária**, v. 11, n. 6, p. 425-430, 2010.

GIERUS, M. *et al.* Forage legumes species determine the nutritional quality of binary mixtures with perennial ryegrass in the first production years. **Animal Feed Science and Technology**, v. 172, n.3, p. 150-161, 2012.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, C. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. **The ecology and management of grazing systems**. 1.ed. Wallingford : CAB International, 1996. cap. 1, p.3-36.

LÜSCHER, A. *et al.* Potential of legume-based grassland–livestock systems in Europe: a review. **Grass and Forage Science**, v.69, n.2, p.206-228, 2014.

MACHADO, J. M. *et al.* Agronomic evaluation of *Paspalum notatum* Flüge under the influence of photoperiod. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.46, n.1, p. 8-17, 2017.

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

MARTUSCELLO, J. A. *et al.* Produção de biomassa e morfogênese do capim-braquiária sob doses de nitrogênio ou consorciado com leguminosas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.4, p.923-934, 2011.

MOTTA, E. A. M. *et al.* Associações entre caracteres forrageiros de espécies do gênero *Paspalum*. **Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam**, v. 22, (Série supl. 2), p. 53-55, 2013.

NERES, M. A. *et al.* Características produtivas e estruturais e bromatológicas dos capins Tifton 85 e Piatã e do feijão- guandu cv. Super N, em cultivo singular ou em associação. **Ciência Rural**, v.42, n.5, p.862-869, 2012.

OLIVEIRA, A. R. *et al.* Absorção de nutrientes e resposta à adubação em linhagens de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v.27, n.4, p.498-504, 2009.

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.

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

QUARÍN, C. L. *et al.* Registration of Q4188 and Q4205, Sexual Tetraploid Germplasm Lines of Bahiagrass. **Crop Science**, v.43, n.2, p.745-746, 2003.

RIBEIRO, O. L. *et al.* Desempenho de bovinos em capim-tanzânia adubado com nitrogênio ou consorciado com Estilosantes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.1, p.275-285, 2011.

RODRIGUES R. C. *et al.* Produção de massa seca, relação folha/colmo e alguns índices de crescimento do *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés cultivado com a combinação de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.394-400, 2008.

SCHEFFER-BASSO, S. M. *et al.* Comportamento de leguminosas (*Adesmia*, *Lotus*, *Trifolium*) em mistura com Festuca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2197-2203, 2002.

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

SUTER, M. *et al.* Nitrogen yield advantage from grass–legume mixtures is robust over a wide range of legume proportions and environmental conditions. **Global Change Biology**, v.21, n.6, p. 2424–2438, 2015.

WEILER R. L. *et al.* Determination of the mode of reproduction of bahiagrass hybrids using cytoembryological analysis and molecular markers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.46, n.3, p. 185-191, 2017.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os genótipos de *Paspalum notatum* respondem de forma positiva a níveis crescentes de fertilização nitrogenada. Os genótipos avaliados apresentam variabilidade para os caracteres produção de matéria seca e densidade populacional de perfilhos, o que não foi observado para a eficiência de utilização do nitrogênio, que foi semelhante entre os genótipos, mas distinta entre os níveis de fertilização. Com o presente estudo foi possível determinar que os híbridos possuem características favoráveis à exploração produtiva, uma vez que são adaptados às condições climáticas locais e possuem caracteres produtivos superiores às cultivares melhoradas existentes no mercado nacional, além de elevada capacidade de resposta a fertilização nitrogenada, sendo indicada a sua utilização em sistemas de produção animal ou recuperação de pastagens naturais.

Por meio dos caracteres produção de matéria seca e produção dos componentes botânicos e estruturais foi possível determinar que nem todos os genótipos avaliados são recomendados para consorciação com trevo branco mais cornichão. Além disso, a produção de matéria seca dos sistemas consorciados pode ser equivalente a sistemas com elevados níveis de fertilização. Com as respostas do presente estudo é possível determinar que consorciação entre o *Paspalum notatum* e leguminosas de clima temperado é viável, sendo uma técnica de manejo capaz contribuir para equilibrar a produção no decorrer do ano agrícola e que os sistemas de consorciação propostos podem contribuir para a formação de pastagens eficientes, atendendo vários níveis de intensidade de exploração, aumentando a qualidade e a diversificação da dieta consumida pelos animais, colaborando para reduzir os gastos diretos com fertilizantes, e portanto, trazendo maior sustentabilidade aos sistemas forrageiros reduzindo os custos econômicos e ambientais.

Apartir dos resultados sugere-se que sejam realizados novos testes com os mesmos genótipos e tratamentos em ambientes distintos, com a finalidade de explorar a interação destes com o ambiente. Também são necessários estudos que explorem a caracterização morfogênica e a dinâmica de perfilhamento, com o objetivo de compreender as distintas respostas de crescimento e desenvolvimento dos genótipos quando expostos a fertilização nitrogenada e a consorciação com leguminosas. Seria fundamental avaliar as características do sistema radicular dos genótipos expostos aos tratamentos avaliados, para o melhor entendimento dos mecanismos de obtenção de nutrientes dos genótipos.

## 6. REFERÊNCIAS

- AGUIRRE, P. F. et al. Produtividade de pastagens de Coastcross-1 em consórcio com diferentes leguminosas de ciclo hibernal. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 12, p. 2265-2272, 2014.
- ALELO. **AleloRG**: Portal de Recursos Genéticos Vertente Vegetal. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Disponível em: <<http://alelo.cenargen.embrapa.br/>>. Acesso em: 17 nov. 2017.
- ARAÚJO, S. A. C.; DEMINICIS, B. B.; CAMPOS, P. R. S. S. Melhoramento genético de plantas forrageiras tropicais no Brasil. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 57, n. 2, p. 61-76, 2008.
- AROEIRA, L. J. M. et al. Disponibilidade, composição bromatológica e consumo de matéria seca em pastagem consorciada de *Brachiaria decumbens* com *Stylosanthes guianensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 4, p. 413-418, 2005.
- ASKER, S.; JERKING, L. **Apomixis in plants**. Boca Roton: CRC Press, 1992. 298 p.
- ASSMANN, T.S. et al. Nitrogen biological fixation by clover plants (*Trifolium* spp) on crop- pasture systems in southern Brazil. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1435-1442, 2007.
- AZEVEDO JÚNIOR, R. L. et al. Forage mass and the nutritive value of pastures mixed with forage peanut and read clover. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 4, p. 827-834, 2012.
- BARBERO, L. M. et al. Produção de forragem e componentes morfológicos em pastagem de coastcross consorciada com amendoim forrageiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 5, p. 788-795, 2009.
- BARCELLOS, A. O. et al. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, suplemento especial, p. 51-67, 2008.

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

BATISTA, L. A. R.; NETO, A. R. Melhoramento genético de gramíneas forrageiras. In: SEMANA DO ESTUDANTE, 13., 1999, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 1999.

BEHLING, H. et al. Dinâmica dos campos durante o Quaternário Tardio. In: PILLAR, V. P. et al. (Ed.). **Campos Sulinos, preservação e produtividade.** Brasília: MMA, 2009. cap. 01, p. 13-25.

BILENCA, D.; MIÑARRO, F. **Identificación de áreas valiosas de pastizal en las Pampas y Campos de Argentina, Uruguay y Sur de Brasil.** Buenos Aires: Fundación vida silvestre, 2004. 323 p.

BISSANI, C. A. et al. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas.** 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. 344 p.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 365-372, 2000.

CANCELLIER, L. L. et al. Eficiência do uso de nitrogênio e correlação fenotípica em populações tropicais de milho no Tocantins. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 139-148, 2011.

CANTARUTTI, R. B.; BODDEY, R. M. Transferência de nitrogênio das leguminosas para as gramíneas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1., 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p. 431-445.

CARVALHO, M. M. Fixação biológica como fonte de nitrogênio para pastagens. In: MATOS, H. B. et al. (Ed.). **Calagem e adubação de pastagens.** Piracicaba: Associação Brasileira de Pesquisa de Potássio e Fósforo, 1986. p. 125-144.

CARVALHO, P. C. F. et al. Produção Animal no Bioma Campos Sulinos. **Brazilian Journal of Animal Science**, João Pessoa, v. 35, n. Suplemento Especial, p. 156-202, 2006.

CASAGRANDE, D. R.; LARA, M. A. S.; VIEIRA, B. R. Leguminosas de clima tropical e subtropical. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. **Forragicultura**. Jaboticabal-SP: Maria de Lourdes Brandel –ME, 2013. cap. 10, p. 137-154.

CORSI, M.; NUSSIO, L.G. Manejo do capim-elefante: correção e adubação do solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 10., 1992, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1992. p. 87-116.

COSTA, K. A. P. et al. Produção de massa seca e nutrição nitrogenada de cultivares de *Brachiaria brizantha* (A. Rich) Stapf sob doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 6, p. 1578-1585, 2009.

COSTA, D. S.; BARBOSA, R. M.; SÁ, M. E. Sistemas de produção e cultivares de feijoeiro em consórcio com milho. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 11, n. 6, p. 425-430, 2010.

CRUZ, P.; BOVAL, M. Effect of nitrogen on some morphogenetic traits of temperate and tropical perennial forage grasses. In: LEMAIRE, G. et al. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI, 2000. cap. 4, p. 131-165.

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.

DEANE-DRUMMOND, C. E.; GLASS, A. D. M. Short-term studies of nitrate uptake into barley plants using ion-specific electrodes and  $^{36}\text{Cl}_3$ . II. Regulation of  $\text{NO}_3^-$  efflux by  $\text{NH}_4^+$ . **Plant Physiology**, Bethesda, v. 73, n. 1, p. 105-110, 1983.

ELYAS, A. C. W. et al. Nitrogênio e saturação por bases no desempenho do Capim-Pojuca (*Paspalum atratum* Swalen. cv Pojuca) cultivado em vasos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 554-561, 2006.

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

FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B.; CUTRIM, V. A. Produtividade de arroz irrigado e eficiência do uso do nitrogênio influenciadas pela fertilização nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 7, p. 1029-1034, 2007.

FARRUGGIA, A.; GASTAL, F.; SCHOLEFIELD, D. Assessment of the nitrogen status of grassland. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 59, n. 2, p. 113-120, 2004.

FORBES, I.; BURTON, G. W. Induction of tetraploid and rapid field method of detecting induced tetraploidy in Pensacola Bahiagrass. **Crop Science**, Madison, v. 1, p. 383-384, 1961.

GRAMINHO, L. A. et al. Forage characters of different *Paspalum* species in Rio Grande do Sul: a meta-analysis. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, n. 7, p. e20161049, 2017.

HANISH, A. L. et al. Produção, composição botânica e composição química de missioneira gigante consorciado com leguminosas perenes. **Agrária- Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.11, n.1, p. 60-66, 2016.

HASENACK, H. et al. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 2., 2007, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2007. p. 15-21.

HUBER, K. G. C. et al. Variabilidade agronômica e seleção de progênies F1 de *Paspalum*. **Agrária- Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Pernambuco, v. 11, n. 4, p. 374-380, 2016.

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.

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.

LEMAIRE, G.; JEUFFROY, M.; GASTAL, F. Diagnosis tool for plant and crop N status in vegetative stage. Theory and practices for crop N management. **European Journal Agronomy**, Amsterdam, v. 28, n. 4, p. 614–624, 2008.

LOPES, N. F.; LIMA, M. G. S. **Fisiologia da produção**. Viçosa: UFV, 2015. 492 p.

LÜSCHER, A. et al. Potential of legume-based grassland–livestock systems in Europe: a review. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 69, n. 2, p. 206-228, 2014.

MACHADO, J. M. **Caracterização agronômica de ecótipos de *Paspalum notatum* Flügge em resposta ao fotoperíodo e a fertilização nitrogenada e seleção de híbridos intraespecíficos**. 2014. 115 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

MAJEROWICZ, N. et al. Eficiência do uso do nitrogênio e variedades locais melhoradas de milho. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 129-136, 2002.

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.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; BARCELLOS, A. O. A planta forrageira e o agroecossistema. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 23., 2006, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2006. p. 87-137.

MARTUSCELLO, J. A. et al. Produção de biomassa e morfogênese do capim-braquiária sob doses de nitrogênio ou consorciado com leguminosas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 12, n. 4, p. 923-934, 2011.

MOTTA, E. A. M. et al. Forage performance of *Paspalum* hybrids from an interspecific cross. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 6, p. 1025-1031, 2016.

MOTTA, E. A. M. et al. Valor forrageiro de híbridos intraespecíficos superiores de *Paspalum*. **Revista Ciência Agronômica**, v.48, n.1, p. 191-198, 2017.

- MONTEIRO, F. A. Uso de corretivos agrícolas e fertilizantes. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. **Forragicultura**: Jaboticabal, Maria de Lourdes Brandel –ME, 2013. cap. 18, p. 275-286.
- NABINGER, C.; MORAES, A.; MARASCHIN, G. Campos in southern Brasil. In: LEMAIRE et al. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI Publishing, 2000. cap. 4, p.131-165.
- NABINGER, C. Manejo e Produtividade das Pastagens Nativas do Subtrópico Brasileiro. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 1., 2006, Canoas. **Anais...** Canoas: ULBRA, 2006. p. 25-75.
- 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.
- NABINGER, C. et al. Os Campos Sulinos. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. **Forragicultura**: Jaboticabal, Maria de Lourdes Brandel –ME, 2013. cap. 11, p. 157-172.
- NERES, M. A. et al. Características produtivas e estruturais e bromatológicas dos capins Tifton 85 e Piatã e do feijão- guandu cv. Super N, em cultivo singular ou em associação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 5, p. 862-869, 2012.
- NOVO, P. E. et al. Interspecific hybrids between *Paspalum plicatulum* and *P. oteroi*: a key tool for forage breeding. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 73, n. 4, p. 356-362, 2015.
- OBEID, J. A.; PEREIRA, D.H. Gênero *Paspalum*. In: FONSECA da, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. **Plantas forrageiras**. Viçosa: UFV, 2011. cap. 4, p. 131-165.
- OKUMURA, R. S.; MARIANO, D. C.; ZACCHE, P. V. C. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 4, n. 2, p. 226-244, 2011.
- PAKIDING, W.; HIRATA, M. Tillering in a bahiagrass (*Paspalum notatum*)

pasture under cattle grazing: results from the first two years. **Tropical Grassland**, Brisbane, v. 33, n. 3, p. 171-176, 1999.

PAKIDING, W.; HIRATA, M. Tiller dynamics in a bahiagrass (*Paspalum notatum*) pasture under cattle grazing. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 35, n. 3, p. 151-160, 2001.

PAKIDING, W.; HIRATA, M. Canopy dynamics in a bahiagrass (*Paspalum notatum* Flüggé) pasture under cattle grazing: structural components responsible for variations in herbage mass. **Journal of Japanese Society of Grassland Science**, Tochigi, v. 48, n. 4, p. 311-316, 2002a.

PAKIDING, W.; HIRATA, M. Dynamics in tiller weight and its association with herbage mass and tiller density in a bahiagrass (*Paspalum notatum*) pasture under cattle grazing. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 36, n. 1, p. 24-32, 2002b.

PAKIDING, W.; HIRATA, M. Effects of nitrogen fertilizer rate and cutting height on tiller and leaf dynamics in bahiagrass (*Paspalum notatum* Flüggé) swards: tiller appearance and death. **Journal of Japanese Society of Grassland Science**, Tochigi, v. 49, n. 3, p. 193-202, 2003.

PEREIRA, A. V. et al. Melhoramento de forrageiras tropicais. In: NASS, L. L. et al. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento: plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. cap. 18, p. 549-601.

PEREIRA, E. A. et al. Produção agrônômica de uma coleção de acessos de *Paspalum lepton* 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. et al. Adaptabilidade e estabilidade em genótipos apomíticos do gênero *Paspalum*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 8, p. 1361-1367, 2015a.

- PEREIRA, E. A. et al. Agronomic performance and interspecific hybrids selection of genus *Paspalum*. **Científica**, Jaboticabal, v. 43, n. 4, p. 388-395, 2015b.
- PEYRAUD, J. L.; STIGARRAGA, L. Review of the effect of nitrogen fertilization on the chemical composition, intake, digestion and nutritive value of fresh herbage: consequences on animal nutrition and N balance. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 72, n. 3, p. 235-259, 1998.
- PILLAR V. D.; QUADROS F. L. F. Grassland-forest boundaries in southern Brazil. **Coenoses**, Gorizia, v. 12, n. 2-3, p. 119-126, 1997.
- PITMAN W.D. Bahiagrass (*Paspalum notatum* Flüggé) management combining nitrogen fertilizer rate and defoliation frequency to enhance forage production efficiency. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 68, n. 3, p. 479–484, 2012.
- PRATES, E. R. Efeito do nitrogênio e de intervalos entre cortes sobre a produção e composição de dois ecótipos de *Paspalum notatum* Flüggé e da cultivar pensacola *Paspalum notatum* var. *saurae* parodi. **Anuário Técnico do instituto de Pesquisas Zootécnicas “Francisco Osório”**, Porto Alegre, v. 4, p. 267-307, 1977.
- PRIMAVESI, O. et al. Adubação e produção de *Paspalum* em dois níveis de fertilidade de latossolo vermelho-amarelo: Estabelecimento e manutenção. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 242-250, 2008.
- 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. et al. A rise of ploidy level induces the expression of apomixis in *Paspalum notatum*. **Sexual Plant Reproduction**, Berlin, v. 13, n. 5, 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.
- QUARÍN, C. L.; NORRMANN, G. A. Interspecific hybrids between five *Paspalum* species. **Botanical Gazette**, Chicago, v. 151, n. 3, p. 366-369, 1990

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

RIBEIRO, O. L. et al. Desempenho de bovinos em capim-tanzânia adubado com nitrogênio ou consorciado com Estilosantes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 12, n. 1, p. 275-285, 2011.

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.

SANTOS, P. M. et al. Caracterização de pastagens de capins tanzânia e mombaça consorciados com estilosantes em ecótono de transição Cerrado: Floresta Amazônica. **Agrária- Revista Brasileira de Ciência Agrárias**, Recife, v. 6, n. 1, p. 163-173, 2011.

SARTOR, M. E.; QUARÍN, C. L.; ESPINOZA, F. 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.

SILVEIRA, M. L. et al. Bahiagrass response and N loss from selected N fertilizer sources. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 70, n. 1, p. 154-160, 2013.

STEINER, M. G. et al. Forage potential of native ecotypes of *Paspalum notatum* and *Paspalum guenoarum*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 89, n. 3, 1753-1760, 2017.

STEINWANDTER, E. et al. Produção de forragem em pastagens consorciadas com diferentes leguminosas sob pastejo rotacionado. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 131-137, 2009.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. **Soil fertility and fertilizers**. 4. ed. New York: Macmillan, 1985. 754 p.

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.; SIMEÃO, R. M.; BARRIOS, S. C. L. Seleção e melhoramento de plantas forrageiras. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. **Forragicultura**. Jaboticabal-SP: Maria de Lourdes Brandel –ME, 2013. cap. 23, p. 349-362.

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

VENUTO, B. C. et al. Forage yield, nutritive value, and grazing tolerance of Dallisgrass biotypes. **Crop Science**, Madison, v. 43, n. 1, p. 295-301, 2003.

WEILER, R. L. et al. Chromosome doubling in *Paspalum notatum* var. *saure* (cultivar Pensacola). **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 15, n. 2, p. 106-111, 2015.

WEILER R. L. et al. Determination of the mode of reproduction of bahiagrass hybrids using cytoembryological analysis and molecular markers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 46, n. 3, p. 185-191, 2017.

WEILER R. L. et al. Intraspecific tetraploid hybrids of *Paspalum notatum*: agronomic evaluation of segregating progeny. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 75, n. 1, p. 36-42, 2018.

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.

## 7. Apêndices

**Apêndice 1. Normas para submissão de manuscritos de acordo com a revista científica 'Ciência e Agrotecnologia', utilizada para escrever o Capítulo II desta tese.**

### INSTRUCTIONS TO THE AUTHORS

#### Scope and politics

The publication of scientific authors will depend upon the reports of Editorial Guidelines, the evaluations from the Editorial Committee and *ad hoc* Committee. All the reports have sigilous and impartial character, and the authors as well as the members of Editorial Committee and/or *ad hoc* Committee do not get personal information by itself.

#### Manuscripts form and preparation

1. The concepts and conclusions included in papers are of the entire responsibility of the authors.

2. *Ciência e Agrotecnologia* is a scientific journal edited once every two months by the Federal University of Lavras Publishing House (Editora UFLA). It publishes scientific papers in the areas of Agricultural Science, Animal Science and Veterinary, Food Science and Technology, Agrobusiness Economy and Administration, Rural Engineering, elaborated by researchers of national and international scientific communities. Submission of a manuscript to this journal requires that it has neither been published nor is under consideration for publication elsewhere. Upon acceptance for publication, authors assign to the journal full copyright of the manuscript in all languages and countries.

3. **Publication process:** Submitted manuscripts will be forwarded to the editorial board to be initially evaluated in terms of comparative relevance to other papers of the same area that were submitted for publication. If it is considered as relevant, the paper will be submitted to blind peer reviewers. If approved and if necessary, the manuscript may return to the correspondent author for corrections. If the corrections are not returned within the required deadline, the publication process will be automatically cancelled. Requested corrections not attended without justification may also lead to cancellation. After these revisions, the manuscript will receive corrections of scientific nomenclature, english, references and portuguese (resumo). Following these corrections, the manuscript will be edited and published.

4. **Cost of publication:** The cost for publication is US\$15.00 (fifteen dollars) per edited page (printed page in the final format) up to six pages and US\$30.00 (thirty dollars) for every additional page. **A non-refundable**, US\$ 40.00 (forty dollars) fee must be paid at submission which will be discounted from the final edited manuscript cost (final format). At submission, the receipt of the bank deposit or money transfer (payable to FUNDECC/Livraria, Banco do Brasil, Agency 0364-6; Account number 75.353-X) must be sent attached in the field "**File Upload**".

5. Manuscripts must be submitted electronically ([www.editora.ufla.br](http://www.editora.ufla.br)), written in English, and use only conventional abbreviations and nomenclature with no abbreviations in the title. Manuscripts must be edited using the program **Microsoft Word for Windows** on paper size A4 (21 cm x 29.7cm), double spaced using Times New Roman font, size 12, with a 2.5 cm margin on both left and right hand side, and on upper and lower margins, heading and footnote. The manuscript must not exceed a **maximum of 25 pages** and a letter must be sent to the Editor requesting its

publication. All authors must sign the submission letter, containing author's full name with no abbreviations, title degree and work address (street, number, zip code, city, state, country and e-mail). At submission, this document must be attached in the field "Cover Letter". Any further insertion, exclusion or alteration in the authors order must be informed by a document signed by all authors (including the excluded author, if the case).

6. Each manuscript must be organized in the following format: a) **TITLE** (capital letters) sufficiently clear; conspicuous and complete, without abbreviations and superfluous words, **written in English and Portuguese**. It is recommended to begin with the term that represents the most important aspect, with other terms in decreasing of importance; b) **FULL NAME(S) OF THE AUTHOR(S) (without abbreviations)** on the right side with one name beneath the former. The manuscript must have a maximum of 6 (six) authors; c) **ABSTRACT** must be written continuously in one paragraph and it must not exceed 250 words. **At least, it must contain a brief introduction, objective(s) and main results**, d) **INDEX TERMS** with 3 to 5 keywords that express the content of the paper and different from those used in the title and separated by commas; e) **RESUMO** (abstract translated to Portuguese); f) **TERMOS PARA INDEXAÇÃO** (index terms translated to Portuguese); g) **INTRODUCTION** (including literature review and objectives); h) **MATERIAL AND METHODS**; i) **RESULTS AND DISCUSSION** (it may include tables and figures); j) **CONCLUSION(S)**; k) **ACKNOWLEDGMENT(S)** (optional) with serious and clear written style, indicating the reason(s) for the recognition(s); l) **REFERENCES** (without citations of thesis, dissertation and/or abstracts).

7. **FOOTNOTE:** It must contain title degree (MS, PhD, Dr, etc), institution of work with the complete address (street, number, zip code, P. O. Box, city, state, country) and e-mail of the corresponding author.

8. **TABLES:** Must contain a clear and concise title, being explanatory. Tables should not contain vertical lines. Horizontal lines must separate title from the presented data and at the bottom of the table. Tables should be made on Microsoft Word (Table – Insert Table), with each value inserted in a single cell, centrally located.

#### **9. PHOTOGRAPHS, GRAPHS, FIGURES, SYMBOLS OR FORMULAS CONTAINED IN THE PAPER SHOULD FOLLOW THE RULES BELOW:**

The figures listed above must be both inserted after their citation in the text and also sent in separate files attached to the MANUSCRIPT FILES field.

9.1. **Photographs** may be in **color or black and white**, clear and with contrast, inserted in the text after their citation and also in a separate file, **saved in extension "TIFF" or "JPEG" with resolution of 300 dpi**. Press copies will only publish photographs in **black and white**.

9.2. **Figures** may be in **color or black and white**, clear and with contrast, inserted in the text after their citation and also in a separate file, **saved in extension "TIFF" or "JPEG" with resolution of 300 dpi**. They must be described using **Times New Roman font, size 10, without bold, without a text box and arranged in order**. Press copies will only publish figures in **black and white**.

9.3. **Graphs** must be inserted in the text after their citation. Graphs must be described preferentially in Excel, using Times New Roman font, size 10, **without bold, saved in XLS extension and transformed into TIFF or JPG** files with a resolution of 300 dpi.

#### **10. CITATION IN THE TEXT BY THE ALPHABETIC SYSTEM (AUTHOR-DATE)**

Two authors: Davis and Jones (2014).

Three authors: Silva, Pazeto and Vieira (2013).

More than three authors: Ribeiro et al. (2014).

Note: When two authors of the same work are cited they must be separated by "and", if not included in the sentence, must be separated by ";". Other cites in the same text, must present the authors in an alphabetic order of their last names, followed by date and separated by ";": Araújo (2010); Nunes Junior (2011); Pereira (2012) and Souza (2013).

11. **REFERENCES:** All references and their correct citation in the text are the responsibility of the author(s).

#### **General information:**

- Journal name must be completely written (no abbreviations) in bold .
- All the references must list the journal volume, issue (in parenthesis), initial and final pages and year of publication.
- References must be set in alphabetic order, aligned left and simple spaced in a reference and double spaced between references.

#### **EXAMPLES (MOST COMMON TYPES).**

##### JOURNAL PAPER:

- Up to three authors:

PINHEIRO, A. C. M.; NUNES, C. A.; VIETORIS, V. Sensomaker: a tool for sensorial characterization of food products. **Ciência e Agrotecnologia**, 37(3):199-201, 2013.

-More than three authors:

MENEZES, M. D. de et al. Digital soil mapping approach based on fuzzy logic and field expert knowledge. **Ciência e Agrotecnologia**, 37(4):287-298, 2013.

##### BOOK

a) Complete book:

FERREIRA, D.F. **Estatística multivariada**. Lavras: Editora UFLA, 2008. 672p.

b) Book chapter with specific authors:

BERGEN, W.G.; MERKEL, R.A. Protein accretion. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R. **Growth regulation in farm animals**: advances in meat research. London: Elsevier Science, 1991. v.7, p.169-202.

c) Book chapter without specific authors:

JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. Tecido muscular. In: \_\_\_\_\_. **Histologia básica**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 524p.

##### DISSERTATION AND THESIS:

**Must not be cited.**

##### ABSTRACTS PUBLISHED IN CONGRESSES OR OTHER EVENTS:

**Must not be cited.**

##### ELECTRONIC DOCUMENTS:

Studies only published online are referenced according to the specific rules for each type of document **with the addition of the electronic address information presented in (<>) preceded by the expression "Available at" and the date the document was accessed, preceded by the expression: "Accessed on:"**. Note: It is not recommended to reference electronic material of short duration on the web. According to international standards, the division of electronic address at the end of the line should be always after the slash (/).

a) COMPLETE BOOK:

TAKAHASHI, T. (Coord.). **Tecnologia em foco**. Brasília, DF: Socinfo/MCT, 2000. Available at: <<http://www.socinfo.org.br>>. Accessed on: August, 22, 2000.

## b) PART OF A BOOK

TAKAHASHI, T. Mercado, trabalho e oportunidades. In: \_\_\_\_\_. **Sociedade da informação no Brasil**: livro verde. Brasília, DF: Socinfo/MCT, 2000. cap.2. Available at: <<http://www.socinfo.gov.br>>. Accessed on: August, 22, 2000.

## c) JOURNAL PAPER (ONLINE ACCESS):

AVELAR, A.E.de; REZENDE, D.C.de. Hábitos alimentares fora do lar: um estudo de caso em Lavras MG. **Organizações Rurais & Agroindustriais**. 15(1):137-152, 2013. Available at: <<http://revista.dae.ufla.br/index.php/ora/article/view/652>> Accessed on: August, 18, 2014.

## Apêndice 2. Normas para submissão de manuscritos de acordo com a revista científica 'Revista Ciência Agronômica', utilizada para escrever o Capítulo III desta tese.

### INSTRUÇÕES AOS AUTORES

**Atenção:** As normas da Revista Ciência Agronômica podem sofrer alterações, portanto não deixe de consultá-las antes de fazer a submissão de um artigo. Elas são válidas para todos os trabalhos submetidos neste periódico. Um modelo de artigo pode ser visto em "MODELO ARTIGO" no endereço <http://www.ccarevista.ufc.br>.

#### 1. Política Editorial

A Revista Ciência Agronômica destina-se à publicação de **artigos científicos e artigos técnicos que sejam originais e que não foram publicados ou submetidos a outro periódico, inerentes às áreas de Ciências Agrárias e Recursos Naturais**. Os artigos poderão ser submetidos na Revista Ciência Agronômica nos idiomas português, inglês ou espanhol. **Se aprovado o artigo deverá ser traduzido e publicado em inglês**. A RCA exige que a tradução seja feita por alguma empresa especializada. Abaixo sugerimos preferencialmente algumas:

- Academic-Editing-Services.com (<http://www.academic-editing-services.com/>)
- American Journal Express (<http://www.journalexperts.com/>)
- American Manuscript Editors (<http://americanmanuscripteditors.com/>)
- Bioedit Scientific Editing (<http://www.bioedit.co.uk/>)
- BioMed Proofreading (<http://www.biomedproofreading.com>)
- Edanz (<http://www.edanzediting.com>)
- Editage (<http://www.editage.com.br/>)
- Elsevier (<http://webshop.elsevier.com/languageservices/>)
- Enago (<http://www.enago.com.br/forjournal/>)
- GlobalEdico (<http://www.globaledico.com/>)
- JournalPrep (<http://www.journalprep.com>)
- Paulo Boschov ([paulo@bridgetextos.com.br](mailto:paulo@bridgetextos.com.br), [bridge.textecn@gmail.com](mailto:bridge.textecn@gmail.com))
- Proof-Reading-Service.com (<http://www.proof-reading-service.com/pt/>)
- Publicase (<http://www.publicase.com.br/formulario.asp>)
- Queen's English (<http://www.queensenglishediting.com/>)
- STTA - Serviços Técnicos de Tradução e Análises (<http://stta.com.br/servicos.php>)

A tradução para o inglês é custeada pelos autores e o comprovante enviado para a sede da RCA no ato da submissão através da nossa página no campo "Transferir Documentos Suplementares".

Os trabalhos submetidos à RCA serão **avaliados preliminarmente pelo Comitê Editorial** e só então serão enviados para pelo menos dois (2) revisores da área e publicados, somente, se aprovados por eles e pelo Comitê Editorial. A publicação dos artigos será baseada na originalidade, qualidade e mérito científico, **cabendo ao Comitê Editorial a decisão final do aceite**. O sigilo de identidade dos autores e revisores será mantido durante todo o processo. A administração da revista tomará o cuidado para que os revisores de cada artigo sejam, obrigatoriamente, de instituições distintas daquela de origem dos autores. **O artigo que apresentar mais de cinco autores não terá a sua submissão aceita pela Revista Ciência Agronômica, salvo algumas condições especiais (ver Autores)**. Não serão permitidas mudanças nos nomes de autores *a posteriori*.

#### 2. Custo de publicação

O custo é de **R\$ 45,00 (quarenta e cinco reais) por página editorada** no formato final. No ato da submissão é **requerido um depósito de R\$ 100,00 (cem reais) não**

**reembolsáveis.** Se o trabalho for rejeitado na avaliação prévia do Comitê Editorial, a taxa paga não poderá ser reutilizada para outras submissões dos autores. O comprovante de depósito ou transferência deve ser enviado ao e-mail da RCA ([ccarev@ufc.br](mailto:ccarev@ufc.br)). Os depósitos ou transferências deverão ser efetuados em nome de:

### **CETREDE CIENCIA AGRONOMIC**

Banco do Brasil: Agência bancária: 1702-7 - Conta corrente: 46.375-2

As opiniões emitidas nos trabalhos são de exclusiva responsabilidade de seus autores. A Revista Ciência Agronômica reserva-se o direito de adaptar os originais visando manter a uniformidade da publicação. A RCA não mais fornece separatas ou exemplares aos autores. A distribuição na forma impressa da RCA é de responsabilidade da Biblioteca de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Ceará sendo realizada por meio de permuta com bibliotecas brasileiras e do exterior. Na submissão online é requerido:

1. A concordância com a declaração de responsabilidade de direitos autorais;
2. Que o autor que fizer a submissão do trabalho **cadastre todos os autores no sistema**;
3. Identificação do autor de correspondência com endereço completo.

### **3. Formatação do Artigo**

**DIGITAÇÃO:** no máximo 20 páginas digitadas em espaço duplo (exceto Tabelas), fonte Times New Roman, normal, tamanho 12, recuo do parágrafo por 1 cm. Todas as margens deverão ter 2,5 cm. As linhas devem ser numeradas de forma contínua.

**ESTRUTURA:** o trabalho deverá obedecer à seguinte ordem: título, título em inglês, resumo, palavras-chave, abstract, key words, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusões, agradecimentos (opcional) e referências.

**TÍTULO:** deve ser escrito com apenas a inicial maiúscula, em negrito e centralizado na página com no **máximo 15 palavras**. Como chamada de rodapé numérica, extraída do título, devem constar informações sobre a **natureza do trabalho** (se extraído de tese/dissertação, se pesquisa financiada,...) e referências às instituições colaboradoras. Os subtítulos: Introdução, Material e métodos, Resultados e discussão, Conclusões, Agradecimentos e Referências devem ser escritos em caixa alta, em negrito e centralizados.

**AUTORES:** na primeira versão do artigo submetido, os nomes dos autores e a nota de rodapé deverão ser omitidos. Somente na versão final o artigo deverá conter o nome de todos os autores com identificação em nota de rodapé, inclusive a do título. Os nomes completos (sem abreviaturas) deverão vir abaixo do título, somente com a primeira letra maiúscula, um após outro, separados por vírgula e centralizados na linha. Como nota de rodapé na primeira página, deve-se indicar, de cada autor, afiliação completa (departamento, centro, instituição, cidade, estado e país), endereço eletrônico e endereço completo do autor correspondente. O autor de correspondência deve ser identificado por um "\*". **Só serão aceitos artigos com mais de cinco autores, quando, comprovadamente, a pesquisa tenha sido desenvolvida em regiões distintas (diferentes).**

**RESUMO e ABSTRACT:** devem começar com estas palavras, na margem esquerda, em caixa alta e em negrito, contendo no máximo **250 palavras**.

**PALAVRAS-CHAVE e KEY WORDS:** devem conter entre três e cinco termos para indexação. Os termos usados não devem constar no título. Cada **palavra-chave e key word** deve iniciar com letra maiúscula e ser seguida de ponto.

**INTRODUÇÃO:** deve ser compacta e objetiva contendo citações atuais que apresentem relação com o assunto abordado na pesquisa. As citações presentes na introdução devem ser empregadas para fundamentar a discussão dos resultados, criando, assim, uma contextualização entre o estudo da arte e a discussão dos resultados. Não deve conter mais de **550 palavras**.

**CITAÇÃO DE AUTORES NO TEXTO:** a NBR 10520/2002 estabelece as condições exigidas para a apresentação de citações em documentos técnico-científicos e acadêmicos. Nas citações, quando o sobrenome do autor, a instituição responsável ou título estiver incluído na sentença, este se apresenta em letras maiúsculas/minúsculas, e quando estiverem entre parênteses, em letras maiúsculas.

**Ex:** Santos (2002) ou (SANTOS, 2002); com dois autores ou três autores, usar Pereira e Freitas (2002) ou (PEREIRA; FREITAS, 2002) e Cruz, Perota e Mendes (2000) ou (CRUZ; PEROTA; MENDES, 2000); com mais de três autores, usar Xavier *et al.* (1997) ou (XAVIER *et al.*, 1997).

**VÁRIOS AUTORES CITADOS SIMULTANEAMENTE:** havendo citações indiretas de diversos documentos de vários autores mencionados simultaneamente e que expressam a mesma idéia, separam-se os autores por ponto e vírgula, **em ordem alfabética**, independente do ano de publicação.

**Ex:** (FONSECA, 2007; PAIVA, 2005; SILVA, 2006).

**SIGLAS:** quando aparecem pela primeira vez no texto, deve-se colocar o nome por extenso, seguido da sigla entre parênteses.

**Ex:** De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) [...].

**TABELAS:** devem ser numeradas consecutivamente com algarismos arábicos na parte superior. Não usar linhas verticais. As linhas horizontais devem ser usadas para separar o título do cabeçalho e este do conteúdo, além de uma no final da tabela. Cada dado deve ocupar uma célula distinta. Usar espaço simples. Não usar negrito ou letra maiúscula no cabeçalho.

**FIGURAS:** gráficos, fotografias ou desenhos levarão a denominação geral de **Figura** sucedida de numeração arábica crescente e legenda na parte superior. Para a preparação dos gráficos deve-se utilizar “softwares” compatíveis com “Microsoft Windows”. As figuras devem apresentar 8,2 cm de largura, não sendo superior a 17 cm. A fonte Times New Roman, corpo 10 e não usar negrito na identificação dos eixos. A Revista Ciência Agronômica reserva-se ao direito de não aceitar tabelas e/ou figuras com o papel na forma “paisagem” ou que apresentem mais de 17 cm de largura. **Tabelas e Figuras devem ser inseridas logo após a sua primeira citação.**

**Obs.:** As figuras devem ser também enviadas em arquivos separados e com RESOLUÇÃO de no mínimo 500 dpi através do campo “Transferir Documentos Suplementares”.

**EQUAÇÕES:** devem ser digitadas usando o editor de equações do Word, com a fonte Times New Roman. As equações devem receber uma numeração arábica crescente. O padrão de tamanho deverá ser:

Inteiro = 12 pt  
 Subscrito/sobrescrito = 8 pt  
 Sub-subscrito/sobrescrito = 5 pt  
 Símbolo = 18 pt  
 Subsímbolo = 14 pt

### **ESTATÍSTICA:**

1. Caso tenha realizado análise de variância, apresentar o "F" e a sua significância;
2. Dados quantitativos devem ser tratados pela técnica de análise de regressão;
3. Apresentar a significância dos parâmetros da equação de regressão;
4. Dependendo do estudo (ex: função de produção), analisar os sinais associados aos parâmetros.
5. É requerido, no mínimo, quatro pontos para se efetuar o ajuste das equações de regressão.
6. Os coeficientes do modelo de regressão devem apresentar o seguinte formato:  
 $y = a + bx + cx^2 + \dots$ ;
7. O Grau de Liberdade do resíduo deve ser superior a 12.

**CONCLUSÕES:** quando escritas em mais de um parágrafo devem ser numeradas.

**AGRADECIMENTOS:** logo após as conclusões poderão vir os agradecimentos direcionados a pessoas ou instituições, em estilo sóbrio e claro, indicando as razões pelas quais os faz.

**REFERÊNCIAS:** são elaboradas conforme a ABNT NBR 6023/2002. Inicia-se com a palavra REFERÊNCIAS (escrita em caixa alta, em negrito e centralizada). Devem ser digitadas em fonte tamanho 12, espaço duplo e justificadas. **UM PERCENTUAL DE 60% DO TOTAL DAS REFERÊNCIAS DEVERÁ SER ORIUNDO DE PERIÓDICOS CIENTÍFICOS INDEXADOS COM DATA DE PUBLICAÇÃO INFERIOR A 10 ANOS.** Não são contabilizadas neste percentual de 60% referências de livros. Não serão aceitas nas referências citações de Resumos, Anais, Comunicados Técnicos, Monografias, Dissertações e Teses. Com relação aos periódicos, é dispensada a informação do local de publicação, porém os títulos não devem ser abreviados. Recomenda-se um total de 20 a 30 referências.

### **Alguns exemplos:**

#### **- Livro**

NEWMANN, A. L.; SNAPP, R. R. **Beef cattle**. 7. ed. New York: John Willey, 1977. 883 p.

#### **- Capítulo de livro**

MALAVOLTA, E.; DANTAS, J. P. Nutrição e adubação do milho. *In*: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. **Melhoramento e produção do milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargil, 1987. cap. 13, p. 539-593.

#### **- Artigo de revista**

XAVIER, D. F.; CARVALHO, M. M.; BOTREL, M. A. Resposta de *Cratylia argentea* à aplicação em um solo ácido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 1, p. 14-18, 1997.

ANDRADE, E. M. *et al.* Mapa de vulnerabilidade da bacia do Acaraú, Ceará, à qualidade das águas de irrigação, pelo emprego do GIS. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 3, p. 280-287, 2006.

**UNIDADES e SÍMBOLOS:** As unidades e símbolos do Sistema Internacional adotados pela Revista Ciência Agronômica.

Grandezas básicas	Unidades	Símbolos	Exemplos
Comprimento	metro	m	
Massa	quilograma	kg	
Tempo	segundo	s	
Corrente elétrica	amper	A	
Temperatura termodinâmica	Kelvin	K	
Quantidade de substância	mol	mol	
Unidades derivadas			
Velocidade	---	m s <sup>-1</sup>	343 m s <sup>-1</sup>
Aceleração	---	m s <sup>-2</sup>	9,8 m s <sup>-2</sup>
Volume	metro cúbico, litro	m <sup>3</sup> , L*	1 m <sup>3</sup> , 1 000 L*
Frequência	Hertz	Hz	10 Hz
Massa específica	---	kg m <sup>-3</sup>	1.000 kg m <sup>-3</sup>
Força	newton	N	15 N
Pressão	pascal	Pa	1,013.10 <sup>5</sup> Pa
Energia	joule	J	4 J
Potência	watt	W	500 W
Calor específico	---	J (kg °C) <sup>-1</sup>	4186 J (kg °C) <sup>-1</sup>
Calor latente	---	J kg <sup>-1</sup>	2,26. 10 <sup>6</sup> J kg <sup>-1</sup>
Carga elétrica	coulomb	C	1 C
Potencial elétrico	volt	V	25 V
Resistência elétrica	ohm	Ω	29 Ω
Intensidade de energia	Watts/metros quadrado	W m <sup>-2</sup>	1.372 W m <sup>-2</sup>
Concentração	mol/metro cúbico	mol m <sup>-3</sup>	500 mol m <sup>-3</sup>
Condutância elétrica	siemens	S	300 S
Condutividade elétrica	desiemens/metro	dS m <sup>-1</sup>	5 dS m <sup>-1</sup>
Temperatura	grau Celsius	°C	25 °C
Ângulo	grau	°	30°
Porcentagem	---	%	45%

Números mencionados em seqüência devem ser separados por ponto e vírgula (;). Ex: 2,5; 4,8; 25,3.

#### 4. Lista de verificação - Revista Ciência Agronômica

Visando a maior agilidade no processo de submissão de seu artigo, o Comitê Editorial da Revista Ciência Agronômica, elaborou uma lista de verificação para que o autor possa conferir toda a formatação do manuscrito de sua autoria, ANTES de submetê-lo para publicação. A lista foi elaborada de acordo com as normas da Revista Ciência Agronômica. Respostas **NEGATIVAS** significam que seu artigo ainda deve ser adaptado às normas da revista e a submissão de tais artigos implicará na sua devolução e retardo na tramitação. Respostas **POSITIVAS** significam que seu artigo está em concordância com as normas, implicando em maior rapidez na tramitação.

**A. Referente ao trabalho**

1. O trabalho é original?
2. O trabalho representa uma contribuição científica para a área de Ciências Agrárias?
3. O trabalho está sendo enviado com exclusividade para a Revista Ciência Agronômica?

**B. Referente à formatação**

4. O trabalho pronto para ser submetido online está omitindo os nomes dos autores na versão Word?
5. O trabalho contém no máximo 20 páginas, está no formato A4, digitado em espaço duplo, incluindo as referências; fonte Times New Roman tamanho 12, incluindo títulos e subtítulos?
6. As margens foram colocadas a 2,5 cm, a numeração de páginas foi colocada na margem superior, à direita e as linhas foram numeradas de forma contínua?
7. O recuo do parágrafo de 1 cm foi definido na formatação do parágrafo? Lembre-se que a revista não aceita recuo de parágrafo usando a tecla "TAB" ou a "barra de espaço".
8. A estrutura do trabalho está de acordo com as normas, ou seja, segue a seguinte ordem: título, título em inglês, autores, resumo, palavras-chave, abstract, key words, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusões, agradecimentos (opcional) e referências?
9. O título contém no máximo 15 palavras?
10. O resumo e o abstract apresentam no máximo 250 palavras?
11. As palavras-chave (key words) contém entre três e cinco termos, iniciam com letra maiúscula e são seguidas de ponto?
12. A introdução contém citações atuais que apresentam relação com o assunto abordado na pesquisa e apresenta no máximo 550 palavras?
13. As citações apresentadas na introdução foram empregadas para fundamentar a discussão dos resultados?
14. As citações estão de acordo com as normas da revista?
15. As tabelas e figuras estão formatadas de acordo com as normas da revista e estão inseridas logo em seguida à sua primeira citação? Lembre-se, não é permitido usar "enter" nas células que compõem a(s) tabela(s).
16. As tabelas estão no formato retrato?
17. As figuras apresentam boa qualidade visual?
18. As unidades e símbolos utilizados no seu trabalho se encontram dentro das normas do Sistema Internacional adotado pela Revista Ciência Agronômica?
19. Os números estão separados por ponto e vírgula? As unidades estão separadas do número por um espaço? Lembre-se, não existe espaço entre o número e o símbolo de %.
20. O seu trabalho apresenta entre 20 e 30 referências sendo 60% destas publicadas com menos de 10 anos em periódicos indexados?
21. Todas as referências estão citadas ao longo do texto?
22. Todas as referências citadas ao longo do texto estão corretamente descritas, conforme as normas da revista, e aparecem listadas?

**C. Observações:**

1. Lembre-se que **SE** as normas da revista não forem seguidas rigorosamente, seu trabalho não irá tramitar. Portanto, é melhor retardar o envio por mais alguns dias e conferir todas as normas. A consulta de um trabalho já publicado na sua área pode lhe ajudar a sanar algumas dúvidas e pode servir como um modelo (acesse aos periódicos no site <http://www.ccarevista.ufc.br/busca>).

2. Caso suas respostas sejam todas **AFIRMATIVAS** seu trabalho será enviado com maior segurança. Caso tenha ainda respostas **NEGATIVAS**, seu trabalho irá retornar retardando o processo de tramitação.

**Lembre-se:** A partir da segunda devolução, por irregularidade normativa, principalmente em se tratando das referências, o mesmo terá a submissão cancelada e **não haverá devolução da taxa de submissão**. Portanto é muito importante que os autores verifiquem cuidadosamente as normas requeridas pela Revista Ciência Agronômica.

3. Procure **SEMPRE** acompanhar a situação de seu trabalho pela página da revista (<http://ccarevista.ufc.br>) no sistema online de gerenciamento de artigos.
4. Esta lista de verificação não substitui a revisão técnica da revista, a qual todos os artigos enviados serão submetidos.

## 8. VITA

Larissa Arnhold Graminho é filha de Maria de Fátima Arnhold Graminho e João Batista Graminho. Nasceu em 27 de maio de 1985 no município de Ronda Alta, Rio Grande do Sul. cursou o ensino fundamental na Escola Estadual de Educação Básica Herculino Baldissarella e o ensino médio na Escola Estadual de Educação Básica Professor Alfredo Gavioli, em Ronda Alta. Em 2007 ingressou na graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, no município de Santa Maria Rio Grande do Sul, onde desenvolveu durante toda graduação estágios em laboratórios de pesquisa, sendo bolsista CNPq na área de nutrição animal. Concluiu a graduação em Zootecnia em 05 de janeiro de 2012. Em março de 2012 ingressou no curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, com bolsa Capes, sob orientação da Professora Doutora Marta Gomes da Rocha. Em fevereiro de 2014 defendeu a dissertação intitulada “Caracterização do processo de desfolhação e da dinâmica de perfilhamento em azevém sob diferentes ofertas de forragem”. Em abril de 2014 ingressou no curso de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre, Rio grande do Sul, na área de concentração Melhoramento Genético de Plantas Forrageiras, com bolsa Capes, sendo orientada pelo Professor Doutor Miguel Dall’Agnol.