

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

Desempenho agronômico de híbridos intraespecíficos de *Paspalum notatum* submetidos à adubação nitrogenada ou consórcio com leguminosas hibernais

SILVIO ANTONIO GAVIOLI ALPE
Engenheiro Agrônomo/ UFRGS

Dissertação apresentada como um dos requisitos à obtenção do grau de Mestre em Zootecnia, com ênfase em Melhoramento de Plantas Forrageiras.

Porto Alegre (RS), Brasil.
Março, 2019

CIP - Catalogação na Publicação

Alpe, Silvio Antonio Gavioli
Desempenho agrônômico de híbridos intraespecíficos
de *Paspalum notatum* submetidos à adubação nitrogenada
ou consórcio com leguminosas hibernais / Silvio
Antonio Gavioli Alpe. -- 2019.
52 f.
Orientador: Miguel Dall'Agnol.

Dissertação (Mestrado Profissional) -- Universidade
Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia,
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre,
BR-RS, 2019.

1. apomixia, hibridação, melhoramento genético,
ecótipos, germoplasma.. I. Dall'Agnol, Miguel, orient.
II. Título.

Silvio Antonio Gavioli Alpe
Engenheiro Agrônomo

DISSERTAÇÃO

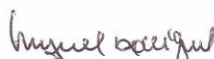
Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

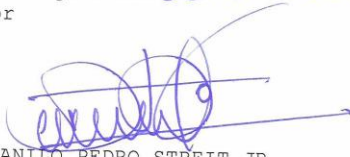
MESTRE EM ZOOTECNIA

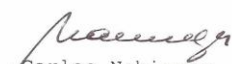
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovada em: 22/03/2019
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 22/05/2019
Por



MIGUEL DALL'AGNOL
PPG Zootecnia/UFRGS
Orientador


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


Carlos Nabinger
UFRGS


Roberto Luis Weiler
UFRGS


Carine Simioni
UFRGS


CARLOS ALBERTO BISSANI
Diretor da Faculdade de Agronomia

AGRADECIMENTOS

No final de mais uma etapa da minha vida, agradeço a Deus pelas oportunidades que recebi e pelas pessoas que passaram na minha vida, ao longo desses anos, e, que contribuíram para a minha formação acadêmica e como ser humano.

Quero agradecer aos meus familiares: minha esposa Elisangela Silva Dagostin por ter me apoiado e incentivado a continuar na pós-graduação no momento mais difícil de nossas vidas, graças à Deus, nossa batalha foi vencida e tem um nome, Agatha Dagostin Gavioli, nossa filha; a minha irmã Silvana Terezinha Gavioli Alpe, por me incentivar a estudar desde criança; e a minha mãe Iza Maria Gavioli Alpe, obrigado por ser essa mãe maravilhosa, guerreira e batalhadora, um exemplo de pessoa, e mesmo sendo analfabeta, nunca deixou de nos incentivar a estudar e mostrar o caminho certo da vida. Sei que vocês torceram pela minha conquista.

Muito obrigado ao orientador Miguel Dall'Agnol, co-orientadora Carine Simioni, co-orientador Roberto Weiler e André Brunet pelos ensinamentos, pela confiança, pelo suporte e pelo apoio para desenvolver o estudo que deu origem a minha dissertação de mestrado.

Muito obrigado ao grupo de Melhoramento de Plantas Forrageiras da UFRGS (professores, doutorandos, mestrados, bolsistas e voluntários) do qual recebi suporte e conhecimento para o desenvolvimento das minhas atividades. Em especial aos colegas de pós-graduação: Cleber Henrique de Souza, Eder Motta, Karine Krycki, Mariângela de Souza e Tamyres Nunes.

Muito obrigado a todos da “Estação Experimental Agrônômica” da UFRGS. Em especial aos funcionários Carlos, João e Luiz (Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia).

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE HÍBRIDOS INTRAESPECÍFICOS DE *Paspalum notatum* SUBMETIDOS À ADUBAÇÃO NITROGENADA E CONSÓRCIO COM LEGUMINOSAS HIBERNAIS

Autor: Silvio Antonio Gavioli Alpe

Orientador: Miguel Dall'Agnol

Abstract: A diversidade florística encontrada no bioma Pampa enseja a utilização de espécies nativas com potencial forrageiro em programas de melhoramento. o grupo de melhoramento genético de forrageiras da UFRGS vem desenvolvendo trabalhos com o gênero *Paspalum*. Dentro deste gênero, *Paspalum notatum* se destaca por apresentar resistência ao pisoteio e sobrepastejo, persistência e adequada qualidade de forragem. Genótipos com características agronômicas superiores à cultivar comercial Pensacola vêm sendo selecionados visando o lançamento de novas cultivares, porém, o existe pouca informação sobre o desempenho destes materiais em consórcio com leguminosas e/ou submetidos a doses de nitrogênio. O objetivo foi continuar as avaliações agronômicas de híbridos intraespecíficos de *P. notatum* submetido a diferentes níveis de fertilização nitrogenada ou consorciação com leguminosas. A produção de matéria seca dos genótipos avaliados respondeu de forma positiva ao incremento da fertilização nitrogenada até a dose de 480 kg de N.ha⁻¹. Os genótipos mais produtivos foram o B26, Bagual, B43 e C22, os quais produziram mais que a Pensacola. Os níveis de 120 e 240 de N.ha⁻¹ promoveram a maior eficiência de uso de nitrogênio, sendo que os híbridos e o ecótipo Bagual foram mais eficientes e superiores à Pensacola. Para tolerância ao frio, o híbrido B26 obteve o melhor desempenho. No tratamento de 480 kg de N ha⁻¹, as plantas expressaram uma maior tolerância ao frio. O consórcio com leguminosas permitiu uma produção de matéria seca de *P.notatum* superior a aplicação de 0 e 60 kg de N ha⁻¹ e inferior ou até 120 kg de N ha⁻¹, já na produção de matéria seca total de forragem, *P.notatum* mais leguminosa juntos, a produção foi igual a 240 kg de N ha⁻¹. Foi observada maior persistência no tratamento de 480 kg de N ha⁻¹, enquanto que os híbridos B26, C9, C22 e o ecótipo Bagual foram os mais persistentes estatisticamente e superiores à Pensacola. Após a análise agronômica é possível avaliar os melhores híbridos para novas etapas do programa de melhoramento de forrageiras.

Palavras-chaves: apomixia, hibridação, melhoramento genético, ecótipos, germoplasma.

AGRONOMIC PERFORMANCE OF INTRAESPECIFIC HYBRIDS OF PASPALUM notatum SUBMITTED TO NITROGEN FERTILIZATION AND CONSORTIUM WITH HIBERNAL LEGUMES

Author: Silvio Antonio Gavioli Alpe

Advisor: Miguel Dall'Agnol

Abstract: The floristic diversity in the Pampa biome allows the use of native species with high forage quality in breeding programs. The Forage Genetic Improvement Group at UFRGS has been developing studies with the genus, *Paspalum*. Among the species which belong to this genus, *Paspalum notatum* stands out because it can tolerate grazing and being stepped on, persistence, and quality of forage. Genotypes with agronomic characteristics superior to Pensacola have been selected in order to create new breeds, but there is still little information about the performance of such hybrids when submitted to different levels of nitrogen fertilization or in consortium with legumes. The objective of this study was to evaluate the agronomic characteristics of intraspecific hybrids of *P. notatum* when submitted to different levels of nitrogen fertilization or in consortium with legumes. The dry matter production of the *P. notatum* genotypes responded positively to nitrogen fertilization of levels up to 480 kg of N.ha⁻¹. The most productive genotypes were B26, Bagual, B43 and C22, which were superior to Pensacola. The fertilization levels 120, 240, 480 kg of N ha⁻¹ promoted the highest efficiency of nitrogen use, being B26, C22, B43, C9 and Bagual more efficient than Pensacola. When evaluating cold tolerance, the B26 hybrid was statistically superior. In the treatment of 480 kg of N ha⁻¹, plants expressed a higher tolerance to cold. The legume consortium resulted in higher production of *P. notatum* than the use of 0 and 60 kg of N ha⁻¹, but lower than 120 kg of N ha⁻¹. Higher persistence was observed in the 480 kg of N ha⁻¹ treatment. Hybrids B26, C9, C22 and the Bagual ecotype were the most statistically persistent and superior to Pensacola. After the agronomic analysis, it is possible to select the best hybrids for new stages of the forage breeding program.

Key words: apomixia, hybridization, genetic improvement, ecotypes, germplasm.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1. O campo nativo do Rio Grande do Sul.....	13
2.2. O gênero <i>Paspalum</i>	13
2.3. Características e importância de <i>Paspalum notatum</i>	13
2.4. Melhoramento genético de <i>P. notatum</i>	14
2.5. Adubação nitrogenada nos ecótipos elite.....	16
2.6. Persistência no ambiente dos genótipos de <i>P. notatum</i>	17
2.7. Eficiência de utilização de nitrogênio (EUN) pelos genótipos de <i>P. notatum</i>	18
2.8. Consorciação com leguminosas	18
3. HIPÓTESE.....	21
4. OBJETIVO.....	21
4.1. Objetivo Geral	21
4.2. Objetivo específico	21
5. MATERIAL E MÉTODOS	22
5.1. Análise estatística	26
5.2. Resultados e Discussão.....	26
5.2.1. Resposta à adubação – N.....	26
5.2.2. Consórcio com leguminosa	28
5.2.3. Produção de forragem por estação do ano	31
5.2.4. Tolerância ao frio	36
5.2.5. Plantas invasoras	37
5.2.6. Persistência de <i>P. notatum</i>	39
5.2.7. Eficiência na utilização do Nitrogênio (EUN).....	40
5.2.8. Análise de correlação.....	42
6. CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIA	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Data dos cortes de cada tratamento durante as coletas 2017/2018.	24
Tabela 2 - Análise de coeficientes correlações simples significativo entre variáveis produção de matéria seca total(PMST), persistência, tolerância ao frio (Tfrio), matéria seca(MS) invasoras e produção de matéria seca(PMS) por estação.....	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dados Meteorológicos de precipitação, de irrigação, de temperatura máxima, de temperatura mínima e de temperatura média.....	22
Figura 2 - Produção de matéria seca total (PMST), de <i>P. notatum</i> em kg ha ⁻¹ por genótipo em resposta às doses de N e em consorciação com leguminosas.	26
Figura 3 – Produção matéria seca total de forragem de <i>P. notatum</i> e Leguminosa juntos.	29
Figura 4 - Produção de matéria seca (MS) em kg ha ⁻¹ de trevo (a), cornichão (b) e trevo + cornichão (c), em consórcio com os genótipos de <i>P. notatum</i>	30
Figura 5 – Produção de matéria seca de forragem em kg ha ⁻¹ dos genótipos <i>P. notatum</i> no Inverno.	31
Figura 6 - Produção de matéria seca de forragem em kg ha ⁻¹ dos genótipos <i>P. notatum</i> na Primavera.	32
Figura 7 - Produção de matéria seca de forragem em kg ha ⁻¹ dos genótipos <i>P. notatum</i> no verão.	33
Figura 8 - Média de produção de matéria seca de forragem em kg ha ⁻¹ por tratamento (a) e média de produção de forragem dos genótipos <i>P. notatum</i> (b) no outono.	34
Figura 9 - Porcentagem de produção de matéria seca dos genótipos de <i>P. notatum</i> dentro das estações do ano da média de todos os tratamentos.	35
Figura 10 - Média de notas de tolerância ao frio por genótipo (a) e por tratamento (b).....	36
Figura 11 - Matéria seca de plantas invasoras em kg ha ⁻¹ de MS por genótipo de <i>P. notatum</i> dentro de cada tratamento.	38
Figura 12 - Média de nota visuais de persistência por tratamento (a) e por genótipo (b).	39
Figura 13 - Eficiência de utilização de nitrogênio (EUN) por tratamentos (a) e EUN por genótipo (b) em kg matéria seca por kg N.....	40

LISTA DE ABREVIATURAS

CQFS-RS/SC	Comissão de química e fertilidade do solo-RS/SC
cv.	Cultivar
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
MS	Matéria seca
MST	Matéria seca total
PMST	Produção matéria seca total
RS	Rio Grande do Sul
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
VR	Vigor de rebrote pós-inverno
PRNT	Poder relativo de neutralização total
PE	Estação do ano
ha	Hectare
kg	kilograma
N	Nitrogênio
P	Fósforo
K	Potássio

1. INTRODUÇÃO

A composição florística dos Campos Sulinos, no estado do Rio Grande do Sul é heterogênea devido aos diferentes tipos de solo, relevo e microclimas existentes em zonas subtropicais. O bioma Pampa, presente nos Campos Sulinos, representa uma fonte de germoplasma forrageiro ímpar em todo o mundo, por apresentar complexas comunidades campestres naturais. Esse germoplasma apresenta diferentes aptidões podendo ser utilizado como pastagens cultivadas ou para outros usos, exemplo: ervas medicinais (Nabinger et al., 2000).

As gramíneas do gênero *Paspalum* destacam-se por serem as forrageiras mais importantes que constituem as pastagens da América do Sul (Novo et al., 2016). Vários estudos destacam as espécies do gênero, que por serem nativas, apresentam vantagens, adaptação, produção e qualidade de forragem, resistência ao pisoteio, em relação às exóticas, além de grande variabilidade inter e intraespecífica em caracteres de interesse forrageiro (Reis et al. 2010; Pereira et al., 2011; Pereira et al., 2012).

Dentre as espécies de valor forrageiro, destaca-se *Paspalum notatum*, que possui boa qualidade e produção de forragem, resistência ao pisoteio e tolerância ao pastejo. Naturalmente, essa espécie é-tetraploide e de reprodução apomítica, na sua maioria. Acessos sexuais são diploides, o que inviabiliza cruzamentos intraespecíficos. O êxito na obtenção de novos genótipos para *P. notatum* somente foi possível através da utilização de plantas tetraploides sexuais induzidas artificialmente em cruzamentos com plantas apomíticas.

O cruzamento entre sexuais e apomíticos é realizado com o objetivo de gerar variabilidade genética e poder selecionar os melhores materiais. Através das hibridações, procura-se obter indivíduos com alto vigor híbrido e com características agrônomicas desejáveis fixadas pela apomixia, podendo ser lançados como novas cultivares (Acuña et al., 2009). Do mesmo modo, híbridos de reprodução sexual que apresentam características desejáveis poderão ser utilizados para futuros cruzamentos como forma de expor a variabilidade contida em genótipos apomíticos.

O Grupo de Melhoramento Genético de Forrageiras da UFRGS vem desenvolvendo trabalhos utilizando o Bioma Pampa como fonte de germoplasma, destacando-se os trabalhos com o gênero *Paspalum*, que vem ocorrendo melhoramento do gênero e selecionando materiais melhores para as características de interesse agrônomico.

Para as cultivares geradas a partir desta espécie, há grande possibilidade de serem adaptadas às condições de solo e clima do sul do Brasil. Podendo, inclusive, serem utilizadas na recuperação de áreas degradadas, como uma alternativa de forrageira perene de verão e com potencial de uso em áreas após a produção de grãos e reflorestamento, quando o objetivo for o restabelecimento de áreas pastoris.

A avaliação do desempenho agrônomico em diferentes níveis de fertilidade é fundamental para a definição de uso das cultivares a serem desenvolvidas. Geralmente, o nitrogênio (N) é o macro nutriente limitante para o crescimento das gramíneas e o fornecimento deste é fundamental no processo produtivo da pastagem, pois apenas o N proveniente da mineralização da matéria orgânica do solo pode não ser suficiente para atender a demanda das gramíneas de alto potencial produtivo (Costa et al., 2009).

A adubação nitrogenada deve ser realizada de forma a potencializar a produção de forragem e evitar perdas para o meio ambiente, buscando maior eficiência de uso, redução de custo e aumento da produção (Farruggia et al., 2004). Por isso, o conhecimento sobre a interação dos genótipos com o ambiente e o manejo imposto é necessário para estabelecer as doses de N mais adequadas em relação custo benefício, bem como, orientar na seleção dos materiais mais responsivos.

O produtor possui alternativas para substituir a adubação química nitrogenada, como o consórcio com leguminosas. As espécies dessa família realizam simbiose com bactérias, nas quais ocorre a fixação biológica de nitrogênio da atmosfera. Este procedimento pode diminuir o custo, por dispensar a aplicação de fertilizante químico, e melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo. O consórcio de gramíneas e leguminosas também melhora a qualidade e a distribuição da forragem, oferece aos sistemas maior valor nutritivo, aumentando a eficiência da conversão de forragem em proteína animal e garante um processo de produção mais sustentável (Lüscher et al., 2014).

O objetivo deste trabalho foram avaliações agronômicas de híbridos intraespecíficos selecionados de *Paspalum notatum* submetidos a diferentes níveis de fertilização nitrogenada ou consorciados com leguminosas no terceiro e quarto ano de cultivo. Com base nessas avaliações, buscou selecionar os genótipos de maior produção forrageira anual, melhor produção em consórcio, maior persistência, maior tolerância ao frio.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. O campo nativo do Rio Grande do Sul

O campo nativo do Rio Grande do Sul está perdendo espaço para outras culturas, em que a principal delas é a soja (Carvalho et al., 2006). De acordo com o IBGE (2006), entre 1970 e 1996 ocorreu uma perda de 3,5 milhões de hectares na superfície das pastagens naturais. A perda de área pastoris ocorre devido à pressão de outras atividades agrícolas, e pelo manejo inadequado e pela falta de reposição de nutrientes do campo nativo ao longo de anos (Soares et al., 2005). Além disto, houve a infestação dessas áreas pastoris com plantas invasoras de diferentes espécies, sendo o maior problema a competição por espaço com a espécie *Eragrostis plana* (Capim-Annoni).

Os campos sulinos são as pastagens naturais que compõem integralmente o bioma Pampa e aqueles inseridos (enclaves) no bioma Mata Atlântica. Segundo dados da Embrapa (2017), atualmente, as pastagens nativas do estado ocupam 35,73% da área total. A produção animal a pasto e extensiva é uma das principais atividades econômicas nos campos sulinos, sendo possível obter bons índices produtivos e econômicos com essa atividade (Nabinger et al., 2013). Quanto à diversidade da pastagem natural no Bioma Pampa, Nabinger (2006) relatou que, além de ser um patrimônio genético fantástico e raramente encontrado em outros Ecossistemas pastoris do planeta, esta diversidade promove uma dieta diversificada para o animal, conferindo características particulares ao produto final obtido (Novo et al., 2016).

A existência de áreas agrícolas originalmente utilizadas como pastagens e áreas pastoris degradadas oferece uma oportunidade para o lançamento de cultivares de *Paspalum spp.* adaptados a esses ambientes, os quais são uma alternativa na recuperação das pastagens nativas, evitando a perda de biodiversidade e erosão genética (Strapasson et al., 2000).

2.2. O gênero *Paspalum*

O gênero *Paspalum* encontra-se entre os mais importantes da tribo *Panicaceae* (subfamília *Panicodeae*), família *Poaceae*, sendo que suas espécies se destacam entre as gramíneas brasileiras, por englobarem o maior número de espécies nativas e por reunirem o maior número de espécies com valor forrageiro (Valls, 1987).

Além disso, o gênero apresenta uma ótima diversidade de espécies, sendo considerada um suporte para a produção pecuária (Novo et al., 2016). Neste panorama, é possível destacar *P. notatum* como uma espécie de grande importância para a pecuária no estado do Rio Grande do Sul, por ser adaptada, com boa produção de sementes, alto potencial produtivo, boa qualidade de forragem e aptidão ao pastejo (Maraschin, 2001). Também conhecida com o nome comum de grama forquilha, é uma espécie perene, estival, com rizoma supraterrâneo, apresenta inflorescência com ramos conjugados (Boldrini, 2005).

2.3. Características e importância de *Paspalum notatum*

A espécie *P. notatum* merece atenção no manejo dos campos, no sentido de aumentar sua proporção e produtividade, pois tem uma adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, com características muito variadas quanto ao tamanho e à espessura do rizoma, ao comprimento das folhas e das inflorescências e à qualidade nutritiva (Dall'Agnol & Nabinger, 2008). Uma vez

estabelecida, toleram cortes baixos e frequentes, devido à posição ocupada pelos pontos de crescimento que se localizam logo abaixo da superfície do solo, tornando-o praticamente impossível de ser removido pelo pastejo (Dall'Agnol et al., 2006).

A maior parte da produção desta espécie ocorre nos meses mais quentes do ano, devido às maiores temperaturas (25 – 30°C) e aos dias mais longos (Newman et al., 2010). O fato negativo desta espécie é a baixa disponibilidade de forragem durante os meses de curta duração do dia e baixa temperatura, o que ocorre no inverno e outono, (Sinclair et al., 2001, 2003).

No Brasil, a cv. Pensacola (*Paspalum notatum* Flügge var. *saurae*) é uma das poucas alternativas de espécies de verão perenes deste gênero, que há sementes disponíveis no mercado para os produtores (Fachinetto, 2010). Trata-se de uma forrageira de origem sul-americana que foi introduzida na Flórida em 1935, onde foi estudada e difundida (Haddad et al., 1999). Nos Estados Unidos da América (EUA) é amplamente utilizada na alimentação criação de bovinos de corte e equinos, sendo a espécie mais difundida. Estima-se um milhão de hectares cultivados na Flórida (Newman et al., 2010).

Atualmente, em 2019, o Instituto Nacional de Investigação Agropecuária (INIA) do Uruguai lançou a cultivar de *Paspalum notatum* INIA SEPÉ. Essa cultivar é uma forrageira estival perene com produção elevada de forragem, com um grande colonizador através estolões e rizomas e bem adaptados à maioria dos solos (exceto solos superficiais e rochosos). Durante as secas, sua taxa de crescimento diminui sem comprometer sua persistência. Ele também tem uma tolerância marcada ao alagamento, uma forragem nativa com alta produtividade e persistência

Steiner et al. (2017) compararam os ecótipos nativos de *Paspalum guenoarum* (Azulão e Baio) e os de *Paspalum notatum* (André da Rocha e Bagual) com a cultivar Pensacola, durante o período de dois anos. Os dados demonstraram que a produção média de matéria seca (MS) total do *P. guenoarum* foi de 18 toneladas (t) de MS ha⁻¹ (hectare), 14 t de MS ha⁻¹ no caso do *P. notatum* e 8 t de MS ha⁻¹ de Pensacola. Os autores comprovaram a superioridade na produção de forragem do *P. guenoarum* em relação ao *P. notatum*, e este maior produção de forragem do que a cultivar Pensacola.

2.4. Melhoramento genético de *P. notatum*

Algumas espécies de *Paspalum* foram geneticamente melhoradas nos Estados Unidos e Argentina com o objetivo de gerar novas cultivares de forrageiras para regiões subtropicais, porém no Brasil ainda não foi melhorada e lançada nenhuma cultivar dessa espécie (Acuña et al., 2009; Aguilera et al., 2011; Weiler et al., 2018).

O germoplasma nativo de *Paspalum notatum* é predominante tetraploide e possui modo de reprodução apomítico, enquanto que os citótipos diploides possuem modo de reprodução sexual (Ortiz et al., 2013). A apomixia é um método geneticamente controlado de reprodução em plantas, em que o embrião se desenvolve a partir de divisões mitóticas de células do óvulo, ocorrendo a formação de sementes férteis, sem haver a união do gameta feminino com o masculino, dando origem a plantas que são clones da planta mãe (Carneiro & Dusi, 2002). Seguindo a tendência do gênero, os ecótipos nativos de *P. notatum* coletados no estado do Rio Grande do Sul são tetraploides e a produção de sementes ocorre através da reprodução apomítica.

O melhoramento de espécies apomíticas necessita de plantas com modo de reprodução sexual para que possam ser utilizadas em cruzamentos. Desta forma, maior será a incorporação das características desejáveis, assim estaria apto a entrar em testes de competição, caso seja apomítico (Cruz et al., 1998). Além disso, a utilização das progênies, que são clones da planta mãe, permite a seleção e liberação de híbridos F₁ como novas cultivares, apresentando assim uma homogeneidade (Acuña et al., 2009).

Os programas de duplicação artificial de cromossomos de acessos diploides de reprodução sexual de *P. notatum* com colchicina iniciou em 1960 (Burton & Forbes, 1960). Após, Quarín et al. (2001, 2003) e Weiler et al. (2015) tiveram sucesso na poliploidização de acessos diploides, permitindo que genótipos sexuais fossem compatíveis em cruzamentos com plantas apomíticas, ou seja, o mesmo número de cromossomos, possibilitando a obtenção de genótipos híbridos com as mais variadas características produtivas, gerando assim maior variabilidade genética, processo no qual as plantas apomíticas são as doadoras de pólen e as sexuais são as receptoras.

A hibridação é um dos métodos mais utilizados no gênero *Paspalum* para a seleção e criação de novas cultivares (Fernandes et al., 2014). A hibridação também é importante para cumprir uma exigência do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) que, para a proteção de cultivares, exige que o material vegetal tenha passado por um processo de melhoramento genético, e para isso é necessário viabilizar cruzamentos e gerar progênies híbridas.

Os genótipos resultantes dos trabalhos iniciados pelos autores supracitados são hoje a base do programa de melhoramento desta espécie no Programa de Melhoramento de Plantas Forrageiras da Faculdade de Agronomia do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Além do melhoramento de *P. notatum*, o Grupo também desenvolve trabalhos em busca de novos genótipos de *P. guenoarum*, através da viabilização de hibridações intra e interespecíficas com essas espécies. Os novos híbridos gerados são avaliados quanto às condições reprodutivas e desempenho no campo, selecionando materiais estáveis reprodutivamente e com características agrônômicas desejáveis para serem candidatos a novas cultivares ou continuam no programa, passando por novos ciclos de cruzamentos e retrocruzamentos..

Fachinetto et al. (2012), avaliando 52 ecótipos de *P. notatum* coletados na América do Sul pelo United States Department of Agriculture (USDA), observou grande variabilidade morfológica entre os ecótipos e alguns acessos apresentaram maiores produções de forragem e boa persistência ao inverno quando comparados com a cultivar Pensacola.

Weiler et al. (2018) avaliaram, durante dois anos, as características agrônômicas de uma progênie híbrida de *P. notatum* e observaram que os genótipos tiveram vigor híbrido, sendo mais produtivos que os genitores e que a cultivar Pensacola. Os dados evidenciaram que o vigor híbrido foi adquirido com o cruzamento dirigidos entre os genitores masculinos ecótipos nativos do Rio Grande do Sul: “André da Rocha” e “Bagual” (tetraploides e apomíticos) e como genitores femininos os genótipos tetraploides sexuais nominados C4-4X (Quarín et al., 2001), Q4205 e Q4188 (Quarín et al., 2003), realizado anteriormente (Weiler et al., 2018).

Machado et al. (2017) também realizaram hibridações artificiais utilizando como genitores femininos os C44X (Quarín et al., 2001), Q4188 e Q4205 (Quarín

et al., 2003) e os genitores masculinos utilizados foram oito genótipos, “437”, “336”, “122”, “132”, “332”, “137”, “127” e “221”, selecionados por Fachinetto et al. (2012) para a característica de produção de matéria seca. Esses cruzamentos geraram 30 híbridos, que tiveram suas características agrônômicas avaliadas juntamente com os respectivos genitores André da Rocha e Bagual e com testemunha Pensacola. Os autores selecionaram os híbridos “437”, “336”, “122”, “132”, “332”, “137”, “127” e “221” por apresentarem as maiores produções de matéria seca acumulada e sugeriram que estes deveriam ser direcionados para futuras avaliações dentro do programa de melhoramento.

Graminho et al. (2017) em estudo meta-analítico, avaliaram a variabilidade de características forrageiras de ecótipos e híbridos interespecíficos do gênero *Paspalum*, utilizados em ensaios do Departamento de Plantas Forrageiras da UFRGS e o resultado mostrou que os híbridos apresentaram elevada produção de matéria seca, sendo esta composta principalmente por lâminas foliares. Além disso, observaram que a produção de matéria seca total entre os materiais apresenta grande variação, podendo selecionar os melhores.

Foram realizados diversos estudos para as características de produção de forragem, de resistência ao frio e de persistência com híbridos intraespecíficos de *P. notatum* que foram comparados com a cultivar Pensacola. Esses estudos demonstram que os híbridos apresentam produções superiores a esta cultivar, e também expressam o vigor híbrido desses materiais com produções superiores aos seus genitores, como verificado nos trabalhos Weiler et al. (2018) e Machado et al. (2017), além de apresentarem boa persistência no inverno (Fachinetto, 2010), apontando a necessidade de explorar o potencial produtivo destes materiais superiores.

A seleção dos melhores híbridos é possível, pois o cruzamento e também o fator ambiental por estarem presentes em diferentes formações vegetais da América do Sul gera variabilidade genética nas espécies do gênero *Paspalum* que são de grande interesse para pesquisas.

2.5. Adubação nitrogenada nos ecótipos elite

As gramíneas possuem alta demanda de N, fazendo parte da estrutura das proteínas e da clorofila, interferindo no crescimento e desenvolvimento dos tecidos, no aparecimento, alongação foliar e na reprodução, melhorando a eficiência na interceptação e conversão da radiação e aumentando o tempo de vida da folha devido a não translocação do nutriente das folhas mais velhas para as folhas mais jovens (Bemhaja et al., 1998; Okumura et al., 2011).

Sua deficiência, em detrimento às reservas da parte aérea, faz com que a planta promova o alongamento do sistema radicular, como uma tentativa de “buscar” o nutriente, resultando em clorose gradual das folhas mais velhas e redução do seu crescimento porque ocorre translocação do N das folhas mais velhas para as folhas mais jovem (Souza & Fernandes, 2006).

A utilização de adubação nitrogenada pode representar elevado custo ao produtor e, em doses muito altas, pode contaminar o meio ambiente e favorecer a acidificação do solo (Kolchinski & Schuch, 2002), isso porque normalmente o nitrogênio é absorvido pelas plantas na forma de íons nitrato (NO_3^-) ou amônio (NH_4^+) sendo facilmente lixiviados e volatilizados (Lopes & Lima, 2015). Faz-se necessário a diminuição da dose de N e a utilização de leguminosas como agentes fixadores de N atmosférico, através de simbiose (Paris et al., 2008).

O fracionamento da dose é necessário para evitar perdas desses nutrientes, através de rotas indesejáveis como a volatilização e a lixiviação. O fracionamento da dose também representa uma maior produtividade de MS e maior aproveitamento da adubação, mas depende de outros fatores importantes, como, por exemplo, temperatura e umidade. No trabalho de Bemhaja et al. (1998) a dose de 120 kg de N por hectare no campo nativo (CN) representou um aumento de 83% na produção em relação à testemunha, CN sem aplicação de N e com a introdução de leguminosa no CN representou um aumento de 70% na produção comparado a testemunha CN sem leguminosa.

Segundo Townsend (2008), diferentes espécies de *Paspalum* sob doses de 0, 60, 180 e 360 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de nitrogênio tiveram resposta quadrática à aplicação deste nutriente para produção de fitomassa aérea, com ponto de inflexão próximo a 350 kg ha⁻¹ ano⁻¹ 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⁻¹ ano⁻¹ de nitrogênio, com a finalidade de expressar o potencial de resposta a este nutriente.

Machado et al. (2017) submeteram os ecótipos de *P. notatum* selecionados por Fachinetto et al. (2012) para produção de matéria seca em diferentes doses de fertilização nitrogenada (0, 60, 180 e 360 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹) e verificaram 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 os dois últimos do Rio Grande do Sul, respectivamente.

2.6. Persistência no ambiente dos genótipos de *P. notatum*

A persistência no ambiente de uma pastagem é definida como a manutenção da população de plantas e sua produção de forragem ao longo do tempo, levando-se em consideração as interferências estacionais e de manejo (Matthew et al., 1999).

É possível destacar materiais de *P. notatum* com bom potencial forrageiro, que demonstraram elevados valores de produção de matéria seca (MS), além de apresentarem boa persistência ao inverno do sul do Brasil (Dall'Agnol & Nabinger, 2008).

Fachinetto et al., (2012) avaliando 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 acessos 48N, 95N, 30N e V4 que obtiveram as maiores produções de matéria seca e apresentaram persistência ao inverno.

A boa persistência no inverno dessa espécie faz da grama-forquilha uma fonte de alimentação confiável para produção de bovinos de corte, pois após o inverno vai ocorrer o rebrote e, também, por ser uma espécie com baixas exigências nutricionais para a produção de forragem.

Avaliando cinco ecótipos de *Paspalum dilatatum* e utilizando *P. notatum* como testemunha, Venuto et al. (2003) verificaram que este último apresentou produção de MS, valor nutritivo da forragem e persistência superiores aos demais ecótipos de *P. dilatatum* e ainda sugeriram que com melhorias na fertilidade do solo e de manejo.

2.7. Eficiência de utilização de nitrogênio (EUN) pelos genótipos de *P. notatum*

A eficiência de utilização do nitrogênio (EUN) é importante para tornar os sistemas de produção agrícolas mais eficientes, principalmente nas regiões com alto potencial produtivo. A aplicação de fertilizantes nitrogenados, atualmente, teve um aumento considerável e a tendência é que continue aumentando devido à necessidade de se produzir mais numa mesma área (Verhulst et al., 2015).

Segundo Townsend (2008), a EUN é determinada pela relação entre a quantidade de forragem acumulada e a de nitrogênio (N) aplicada, porém não se pode determinar se a origem do N é proveniente do fertilizante, da atmosfera ou da própria planta, assim deve-se pressupor que os processos de transformação do nutriente pela planta são iguais independente da sua origem. Esse cálculo indireto da eficiência do N, dado pela diferença de rendimento (% de N e/ou MS) entre tratamentos com e sem a fertilização, em função de sua praticidade e baixo custo, tem sido amplamente utilizado na estimativa da EUN.

Silveira et al. (2013) observaram que a produção de massa seca aumentou em 25 e 50% para a dose de 60 e 120 kg de N ha⁻¹, respectivamente, em relação ao nível zero da espécie de *P. notatum*.

Machado et al. (2017), em trabalho com ecótipos e genótipos híbridos de *P. notatum* nativos do Rio Grande do Sul também sob doses de 0, 60, 180 e 360 kg de N ha⁻¹, observaram que a produção de massa seca acumulada duplicou quando a fertilização nitrogenada passou de 60 para 180 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹. Além disso, foi observado que os ecótipos responderam positivamente à dose de 360 kg de N ha⁻¹, porém, o aumento na produção não foi tão efetivo quando comparado à dose de 180 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹.

Motta (2018) avaliando a EUN em ecótipos e genótipos híbridos de *P. guenoarum* sobre diferentes doses de N kg ha⁻¹ (0, 60, 120, 480) consorciados com leguminosas, concluiu que a maior eficiência foi com a dose de N entre 60 a 120 kg ha⁻¹. Essa mesma faixa de aplicação de N foi equivalente à produção de forragem obtida pela consorciação com leguminosas, ou seja, poderia ser substituída pela consorciação.

Graminho (2018) avaliando a EUN em ecótipos e genótipos híbridos de *P. notatum* sobre diferentes doses de N kg ha⁻¹ (0, 60, 120, 480) consorciadas com leguminosas, concluiu que a maior eficiência foi com a dose de 120 kg de N ha⁻¹. A produção de matéria seca dos genótipos de *Paspalum notatum* consorciados com trevo branco e cornichão é semelhante a sistemas fertilizados com até 240 kg de N ha⁻¹.

Portanto, em qualquer sistema de produção, a EUN é importante para verificar a resposta das plantas a adubação, economia com a adubação N e para evitar a contaminação ambiental (Fageria et al., 2007).

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). O genótipo com alta eficiência no uso de N é desejável na agricultura de baixos insumos e, também, na agricultura capitalizada (Cancellier et al., 2011).

2.8. Consorciação com leguminosas

Em ambientes subtropicais, as forrageiras de clima temperado são de grande relevância para os sistemas agropastoris, principalmente porque podem suprir o déficit de forragem para o rebanho durante o inverno e também podem

ser utilizadas sobressemeadas em pastagens naturais. No caso do Rio Grande do Sul, aproximadamente 76% da área pastoril utilizada na pecuária de corte era coberta por vegetação natural, sendo 8% desta área melhorada por adubação e sobressemeadura de espécies forrageiras de clima temperado (Nabinger, 2006).

As leguminosas mais utilizadas são o trevo-branco (*Trifolium repens* L.), seguido do cornichão (*Lotus corniculatus* L.), do trevo-vermelho (*Trifolium pratense* L.) e da cultivar El Rincón (*Lotus subbiflorus* L.). Apesar da reconhecida importância na fixação de nitrogênio (N) e alto valor forrageiro, a baixa persistência das leguminosas em sistemas de produção tem sido apontada como uma das principais causas de sua pequena representatividade – encontram-se em apenas 2% das áreas de pastagens no Brasil e algo semelhante no RS (Dall'Agnol et al., 2002).

Dentre os benefícios do uso de leguminosas estão a melhor disponibilidade de forragem de qualidade, o maior ganho de peso animal, a economia nos gastos com adubação nitrogenada, a recuperação de áreas degradadas, a maior cobertura e proteção do solo bem como a garantia de um processo não poluente e ambientalmente correto (Moreira, 2006). Além disso, também melhora a disponibilidade de forragem pelo aporte de nitrogênio ao sistema, por meio de sua reciclagem e transferência para a gramínea consorciada e pode-se citar ainda o fato de estender o período de utilização das pastagens (Assmann et al., 2007).

O melhor desempenho animal em pastagens consorciadas é explicado devido ao melhor valor alimentício da forragem composta em relação às gramíneas por conta de níveis de proteína bruta e de digestibilidade superiores (Pereira, 2002). Também há o efeito indireto do acréscimo do nitrogênio à pastagem, pela capacidade da leguminosa de fixar o nitrogênio atmosférico, em simbiose com bactérias específicas, contribuindo significativamente para o aumento da produção de forragem (Pereira, 2001). Segundo Thomas & Costa (2010), o consórcio de leguminosas com gramíneas ou a rotação dessas famílias ajuda a melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo.

A quantidade de N (kg ha^{-1}) fixado pelas leguminosas varia muito, pois há fatores que afetam a fixação biológica do nitrogênio, como: a acidez do solo, a salinidade, as deficiências ou os excessos de minerais, o estresse hídrico, as variações na temperatura, a quantidade de N inorgânico no solo, as pragas e as doenças (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).

Mesmo quando valores de nitrogênio fornecidos via adubação nitrogenada e consorciação são semelhantes às formas de absorção, a velocidade com que esse nutriente é disponibilizado para planta é totalmente diferente. 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).

A consorciação de pastagens de ciclo perene e estivais com leguminosas de inverno surge como uma opção para substituição do N mineral. Pereira et al.

(2002), ao avaliarem o rendimento de espécies estivais nativas do Rio Grande do Sul sob níveis de nitrogênio e consorciadas com leguminosas, verificaram que a produção de matéria seca total no tratamento com introdução de leguminosas foi semelhante ao emprego de 360 kg ha^{-1} de N. Os dados indicaram que há potencial no consórcio de ecótipos nativos de *Paspalum* com espécies de leguminosas.

Em sistemas forrageiros constituídos de Coastcross (*Cynodon sp.*) e $100 \text{ kg de N ha}^{-1}$ consorciado com ervilhaca (*Vicia sativa*) ou trevo vesiculoso (*Trifolium vesiculosum*) e Coastcross com $200 \text{ kg de N ha}^{-1}$, Aguirre et al. (2014) verificaram que a introdução da ervilhaca nessas pastagens causa atraso no desenvolvimento inicial da gramínea consorciada, porém o consórcio desta com a ervilhaca, recebendo $100 \text{ kg de N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e a pastagem de Coastcross com adubação nitrogenada de $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, apresentaram produtividade semelhante.

Neres et al. (2012) observaram que a associação entre a cultivar Piatã (*Brachiaria decumbens*) e de Tifton 85 (*Cynodon sp.*) com a cultivar Super N de feijão-guandu (*Cajanus cajan*) proporcionou produção forrageira equivalente a fertilização nitrogenada de 150 kg N ha^{-1} , além de incremento nos teores de proteína e redução nos teores de fibra em detergente neutro.

As leguminosas forrageiras têm potencial de transferência de N fixada para gramíneas e contribuem para aumentar a produção de biomassa e o valor nutritivo da pastagem (Lüscher et al., 2014; Cox et al., 2017). O uso de leguminosas para a fixação do N da atmosfera, que substitui o N comercial consorciadas com pastagens naturais ou em pastagens implantadas com cultivares exóticas, foi descrito no trabalho de Interrante et al. (2012) com a utilização de ervilhaca (*Vicia villosa*), ervilha de campo (*Pisum sativum*) e trevo vesiculoso (*Trifolium vesiculosum*), e por Biermacher et al. (2012) com trevo branco (*Trifolium repens*), ervilhaca peluda (*Vicia villosa*) e alfafa (*Medicago sativa*).

Além disso, a produção industrial de fertilizantes Nitrogenados utiliza reservas não renováveis de combustíveis fósseis, ou seja, são reservas limitadas. As perdas de N podem ter impactos negativos no meio ambiente, uma vez que estão associadas aos efeitos do aquecimento global e à contaminação das águas subterrâneas e superficiais devido à infiltração e lixiviação desse nutriente (Schröder, 2014).

Considerando-se os altos custos de N, é desejável uma abordagem alternativa para aumentar a produção sem entradas adicionais de N e atendendo as regulamentações ambientais. O consórcio de gramíneas e leguminosas pode ser considerado uma alternativa viável à aplicação de fertilizantes N sintéticos a monoculturas de gramíneas (Cox et al., 2017).

3. HIPÓTESE

Existe variabilidade entre os híbridos intraespecíficos de *Paspalum notatum* quanto a sua persistência no ambiente e produção forrageira no decorrer dos anos em resposta a adubação nitrogenada ou consórcio com leguminosas. Devido a maior variabilidade genética dos híbridos de *P. notatum* em relação ao ecótipo nativo da espécie, espera-se que esses materiais tenham um melhor desempenho nas características a serem analisadas e de interesse agrônomo.

4. OBJETIVO

4.1. Objetivo Geral

Avaliar os melhores materiais a partir da variabilidade genética existente entre os híbridos intraespecíficos de *Paspalum notatum* quanto a sua persistência, tolerância ao frio, produção forrageira e produção de forragem dentro das estações do ano, no decorrer dos anos em resposta a adubação nitrogenada ou consórcio com leguminosas.

Analisar como os genótipos de *Paspalum notatum* já selecionados em trabalhos anteriores, respondem a adubação nitrogenada e ao consórcio de leguminosa em sobressemeadura.

Avaliar qual os genótipos de *Paspalum notatum* são mais eficientes em utilizar a adubação nitrogenada em resposta a produção de forragem.

4.2. Objetivo específico

Avaliar os genótipos de *Paspalum notatum* produção de massa seca total (PMST):

- Dos híbridos
- Das leguminosas
- Das invasoras

Avaliar a produção de forragem por estação do ano;

Avaliar os genótipos mais tolerância ao frio;

Avaliar o vigor de rebrote após o inverno em produção de forragem;

Analisar a eficiência de uso do nitrogênio;

Analisar qual genótipo são mais persistentes no ambiente.

5. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Experimental Agronômica (EEA) que pertence a Faculdade de Agronomia da UFRGS, localizada no município de Eldorado do Sul, Região da Depressão Central do Rio Grande do Sul. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido, com verão quente (Bergamaschi et al., 2013). A precipitação média mensal em mm, irrigação mensal em mm, temperatura máxima, mínima e média em °C, foram conforme a Figura 1. O solo está classificado como sendo argiloso vermelho distrófico típico (Embrapa, 2013), apresentando características de boa drenagem, de baixa fertilidade natural e de alta suscetibilidade à erosão, necessitando, assim, de cuidados quanto ao uso e manejo (Streck et al., 2004).

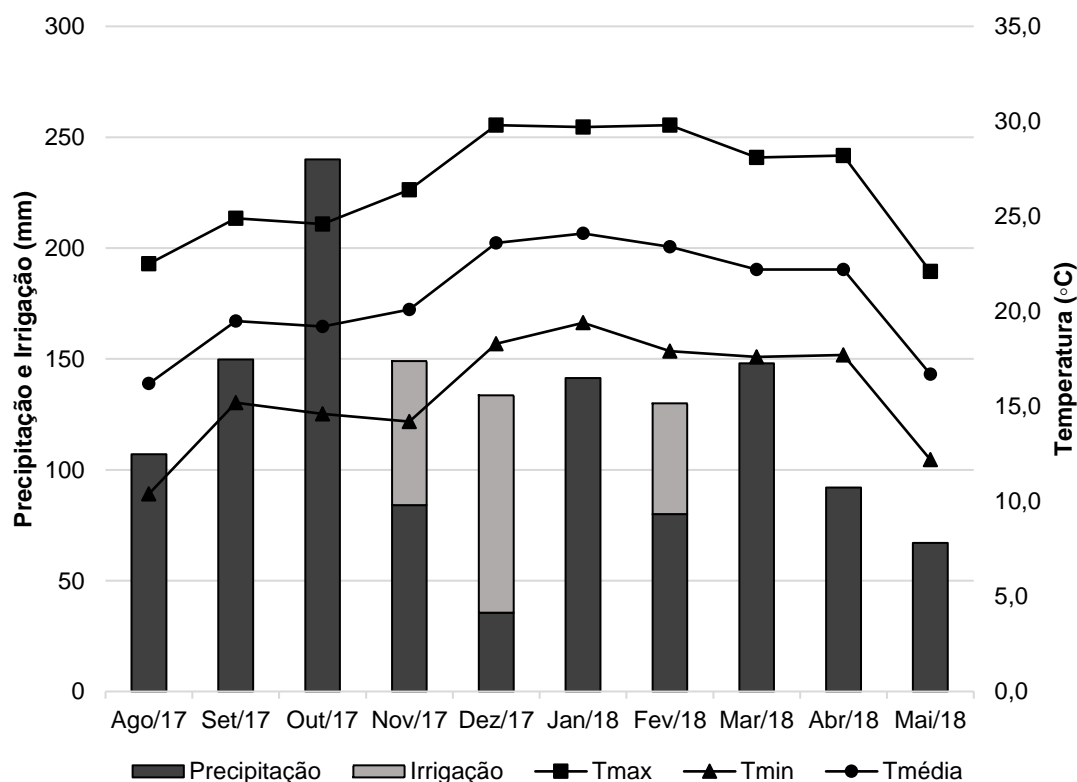


Figura 1 – Dados Meteorológicos de precipitação, de irrigação, de temperatura máxima, de temperatura mínima e de temperatura média.

O material experimental utilizado no presente trabalho é proveniente de cruzamentos intraespecíficos realizados por Weiler et al. (2017; 2018). Inicialmente, os autores utilizaram como genitores masculinos ecótipos nativos do Rio Grande do Sul: “André da Rocha” e “Bagual” (tetraploides e apomíticos) e como genitores femininos os genótipos tetraploides sexuais nominados C4-4X

(Quarín et al., 2001), Q4205 e Q4188 (Quarín et al., 2003) provenientes da Argentina, através de colaboração IBONE (Instituto de Botânica del Nordeste, da cidade de Corrientes). A progênie híbrida composta de 198 plantas foi estabelecida à campo e avaliadas agronomicamente em plantas individuais. Destas, destacaram-se 28 híbridos mais produtivos (produção de massa seca total e de folhas) e vigorosos que tiveram seu modo de reprodução analisado. Barbosa (2014) estabeleceu as 28 plantas híbridas selecionadas em repetições em linhas e avaliou-as em duas regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul: Depressão Central e Campanha, comprovando o potencial produtivo de alguns desses genótipos nas duas regiões em que foram avaliados. A partir deste trabalho, foram selecionados quatro híbridos nominados B43 e C9 (hábito de crescimento semiprostrado), B26 e C22 (hábito de crescimento mais ereto); todos de reprodução apomítica (Weiler et al., 2017). Foram utilizados o ecótipo “Bagual” e a cultivar Pensacola como testemunhas; esta última, devido ao conhecimento de suas características agrônômicas e ao fato de ser uma cultivar presente no mercado.

Estes materiais estão presentes no campo desde o final do ano de 2014 e foram avaliados por dois anos (Graminho, 2018), onde os genótipos foram analisados quanto a produção de forragem, eficiência de uso do N, perfilhamento, porcentagem de lâmina foliar, consorcio com leguminosa.

As adubações foram realizadas seguindo as recomendações para gramíneas perenes de estação quente, com expectativa de produção de 16 toneladas, para pastagens destinadas a cortes, conforme a Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC (2004). A adubação foi feita a lanço na área total do experimento, sendo uma área de 555,5 m². De Potássio (K₂O) foi aplicada a quantidade de 310 kg ha⁻¹, utilizando como fonte o cloreto de potássio, de Fósforo (P₂O₅) foi aplicada a quantidade de 293 kg ha⁻¹, utilizando como fonte o superfosfato simples. A quantidade de Calcário necessária para elevar o pH 6,0 foi de 1280 kg ha⁻¹ de Calcário Dolomítico (PRNT 75%) na área total.

O sulfato de amônio foi utilizado como fonte de N porque a liberação do elemento ocorre de forma mais gradual evitando a infiltração e lixiviação. O nitrogênio (N) foi aplicado em quatro aplicações após as avaliações, sendo 03/10/2017, 05/12/2017, 15/01/2018 e 21/02/2018. Foram testados cinco níveis de N (0, 60, 120, 240 e 480 kg ha⁻¹ de N) e introduzidas duas espécies de

leguminosas em consórcio, sendo uma o trevo branco (*T. repens*) com densidade de sementeira de 8 kg ha⁻¹, e a outra, o cornichão (*Lotus corniculatus*), com densidade de sementeira de 20 kg ha⁻¹, compondo os seis tratamentos que serão testados. Na área foi feita a correção de acidez para pH 6,0 devido ao consórcio de *Paspalum* x leguminosa, seguindo a recomendação da Comissão.

As unidades experimentais foram parcelas que medem 2,4 m² (2,0 m x 1,2 m). O experimento foi realizado em delineamento com parcelas subdivididas com três repetições (blocos), blocos completamente casualizados, no qual o tratamento foi imposto a parcela principal e o genótipo à subparcela.

As avaliações foram realizadas do mês de junho de 2017 ao mês de junho de 2018, e assim foi possível obter a Matéria Seca Total (MST) anual, sendo que os cortes começaram dia 05/09/2017 e terminaram 19/06/2018, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Data dos cortes de cada tratamento durante as coletas 2017/2018.

Datas	N0	N60	N120	N240	N480	Leguminosa
05/09/2017	X	X	X	X	X	X
10/10/2017					X	X
18/10/2017				X		
31/10/2017					X	
07/11/2017						X
14/11/2017	X	X	X			
30/11/2017				X		X
05/12/2017					X	
04/01/2018	X	X	X	X	X	X
30/01/2018			X	X	X	
07/02/2018	X	X				X
28/02/2018					X	
15/03/2018			X	X		
27/03/2018		X				X
10/04/2018	X				X	
22/05/2018				X		X
19/06/2018			X			

A unidade amostral utilizada foi a massa de forragem colhida aleatoriamente no interior da parcela de duas áreas de 0,25 m² (50 cm x 50 cm). A avaliação foi realizada por meio de cortes, toda vez que as folhas do dossel atingissem 95% de interceptação luminosa, o que representou uma estrutura de dossel de aproximadamente 25 cm de altura média. Após as avaliações, as bordaduras foram roçadas e manteve-se um resíduo de 5 cm para todos tratamentos e genótipos.

As amostras obtidas a campo foram separadas botanicamente e condicionadas em estufa a 65°C até que o peso das amostras fosse constante, para estimar a produção de matéria seca. A matéria seca dos genótipos (MST), a matéria seca das leguminosas e a matéria seca dos inços foram expressas em kg ha⁻¹. As análises para as variáveis recém-mencionadas foram realizadas com a soma dos cortes durante o período de um ano e com o somatório dos cortes em cada estação do ano.

A produção por estação foi a soma da produção de MST dos genótipos dentro das quatro estações do ano no hemisfério sul, uma vez que houve corte em todas as estações, os cortes começaram em 05/09/2017. Os cortes foram alocados dentro da estação do ano, quando a maior parte dos dias de crescimento ocorreu naquela estação. Inverno de 21/06 a 22/09, primavera 22/09 a 21/12, verão 21/12 a 20/03 e outono de 20/03 a 21/06.

A eficiência de uso de nitrogênio (EUN) foi calculada através da diferença entre a produção de massa seca total produzida em cada tratamento, nos níveis de N de 60, 120, 240 e 480 kg ha⁻¹, e na massa seca total do tratamento com nível zero (0) de N, dividindo pela quantidade de fertilizante nitrogenado de cada tratamento. Exemplo: $EUN = (MST_{N60} - MST_{N0}) / 60$, ou seja, quantos quilogramas de MS produziu a cada kg de N aplicado.

Outras variáveis foram obtidas através de avaliações visuais:

a) Vigor de rebrote pós-inverno (VR): foi feita pela comparação da produção de MST de cada genótipo no final do inverno, isso porque todos os genótipos entraram com o mesmo resíduo no início do inverno.

b) Persistência (P): foi dada nota de 1 a 5, nas parcelas para cada genótipo conforme a densidade, cobertura do solo ou ocupação do solo, número de plantas de *P. notatum* e percentagem de invasoras. Sendo 1 baixa persistência e 5 alta persistência.

c) Tolerância ao frio (TFrio): durante o inverno, após a ocorrência de geadas, foram dadas notas visuais de 1 a 5, sendo 1, menos tolerante ao frio, e 5, mais tolerante ao frio (Weiler et al., 2018). Foram atribuídas notas visuais dia 26/07/2017 para cada genótipo dentro de cada tratamento, as geadas ocorreram dia 17, 18, 20 e 21/07/2017 e no ano de 2018 foi dada a nota dia 23/07/2018 e as geadas ocorreram dia 12,13, 14,17 e 18/07/2018.

5.1. Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas com o software R (R Core Team, 2015). A análise de variância (ANOVA) foi realizada para testar a significância dos fatores: nível de N e genótipo, bem como, suas interações. Quando significativo, o teste de Tukey foi utilizado ao nível de 5% ($P < 0,05$) para diferenciar as médias dos tratamentos (pacote “lsmeans”; Lenth, 2016). Os dados foram analisados para verificar sua normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. E os gráficos apresentados foram criados com o pacote ggplot2 (Vu, 2011).

5.2. Resultados e Discussão

5.2.1. Resposta à adubação – N

Na análise dos dados, é possível observar que houve interação genótipo x nível de fertilização nitrogenada ($P < 0,001$), mostrando que os genótipos possuem diferentes respostas à aplicação de N, e que a PMS por genótipo não é constante ao incremento de N (Figura 2).

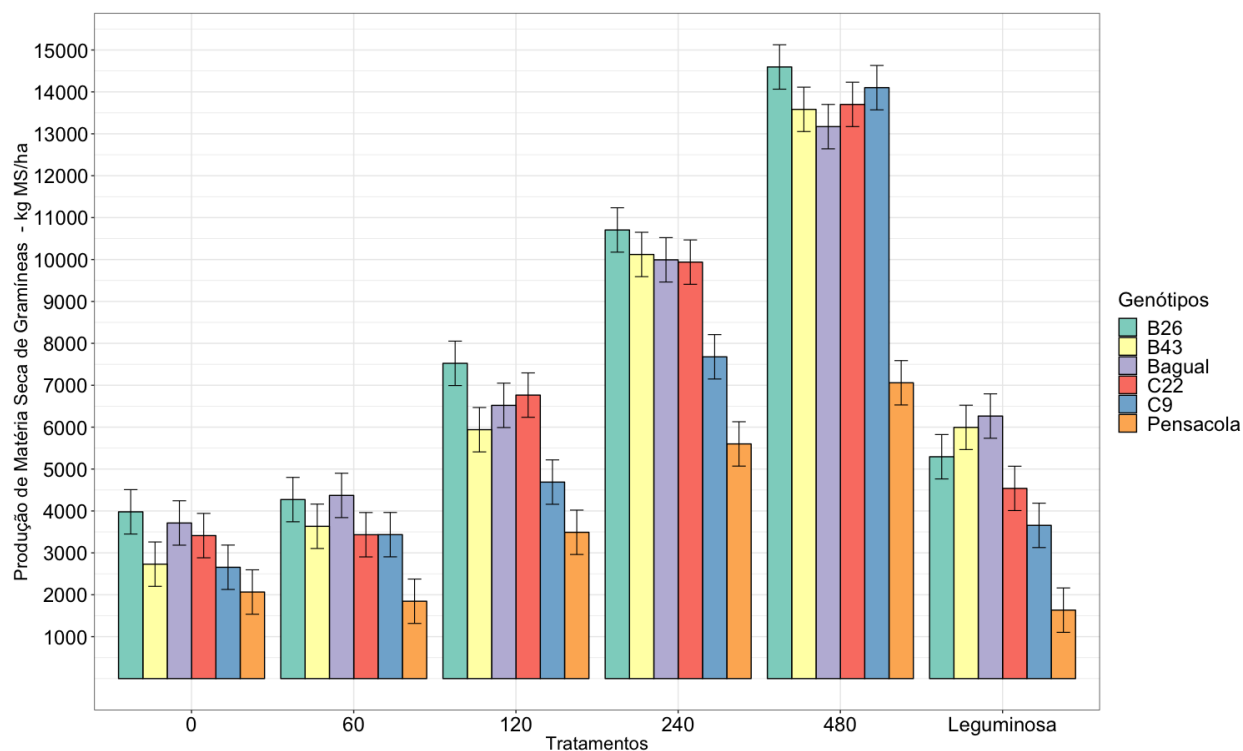


Figura 2 - Produção de matéria seca total (PMST), de *P. notatum* em kg ha⁻¹ por genótipo em resposta às doses de N e em consorciação com leguminosas.

Na figura 2 é possível ver que quanto maior a adubação de N, maior é a produção de MST, o que vai ao encontro de outros trabalhos realizados com a mesma espécie (Machado et al., 2017; Townsend, 2008). Mota (2018) que

observaram resposta linear à adubação nitrogenada até 480 kg de N ha⁻¹ para híbridos de *P. guenoarum*. Esse nutriente favorece o crescimento e desenvolvimento das plantas, porque atua em diversas atividades vitais para a planta como síntese de proteínas, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (Okumura et al., 2011).

Doses elevadas de N, podem ter efeitos maléficos às condições biológicas do solo e, também, ao meio ambiente, uma vez que é um nutriente facilmente lixiviado e volatilizado (Lopes & Lima, 2015). Os efeitos maléficos ao meio ambiente podem estar relacionados com a qualidade da água superficial e subterrânea, a qualidade do ar e o aumento do efeito estufa ao associar com outros elementos (Schröder, 2014).

No tratamento em que não houve a aplicação de N (N0), destacando-se o genótipo B26, que obteve maior produção, 3979 kg ha⁻¹, seguido pelo Bagual, por C22, não apresentando diferença estatística si e a Pensacola, com 2066 kg ha⁻¹ teve a menor produção.

No tratamento 60N, os genótipos de maior produção foram o Bagual, com 4371 kg ha⁻¹ e o B26, com 4272 kg ha⁻¹, não diferindo estatisticamente entre si, seguidos de um grupo intermediário: B43, C22 e C9, enquanto a Pensacola demonstrou menor produção.

No tratamento 120N, o genótipo de maior produção foi o B26, 7523 kg ha⁻¹, seguido de um grupo intermediário, formado pelos genótipos C22, Bagual e B43 e sem diferença estatística entre si. O C9 não diferiu estatisticamente dos genótipos C22, Bagual, B43 e Pensacola, que obteve a menor produção entre os materiais testados.

No tratamento 240N, os genótipos de maior produção foram o B26, o B43, o Bagual e o C22, não havendo diferença estatística entre si. O genótipo C9 e a Pensacola tiveram a produção menor não diferindo entre si, porém diferiram dos demais genótipos.

No tratamento 480N, os genótipos de maior produção foram B26, C9, C22, B43 e Bagual, não havendo diferença estatística entre si, só houve diferença da Pensacola, que apresentou menor produção.

No consórcio com leguminosa, o Bagual obteve a maior produção, 6265 kg ha⁻¹, seguido por B43, B26 e C22, que não diferiram estatisticamente entre si. Os genótipos B26 e C22 formaram um grupo intermediário, no qual foram iguais

ao Bagual, B43 e C9. A Pensacola obteve a menor produção e não diferenciou do genótipo C9 (Figura 2).

O genitor masculino do genótipo B26 é o ecótipo Bagual e apresentou uma produção de forragem superior ao seu genitor. Também apresentou outras características agrônômicas de interesse: tolerância ao frio e produção de forragem no inverno e outono, que será discutida posteriormente. Essa planta demonstra um maior vigor híbrido adquirido com o cruzamento entre seus genitores, podendo favorecer esse vigor híbrido, quando se realiza o cruzamento entre genitores com elevada distância genética (Zilli et al., 2015).

Nos tratamentos N240 e N480, o genótipo B43, também obtido através do cruzamento com o ecótipo Bagual, apresentou produção numericamente superior ao seu genitor e à testemunha Pensacola (Figura 2). O vigor híbrido é uma característica desejável e já observada na seleção de híbridos intraespecíficos de *P. notatum* (Weiler et al., 2018; Machado et al., 2017).

Os genótipos de *P. notatum* em todos dos níveis de adubação com N foram superiores a cultivar Pensacola, mostrando a superioridade em produção de MST dos genótipos, como exposto em trabalhos anteriores de Weiler et al. (2018), Graminho (2018), Barbosa (2014), Fachinetto (2010) e Machado 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, servindo de referência quando o objetivo é o lançamento de novas cultivares de *Paspalum*. Nesse trabalho ficou provada a superioridade de alguns dos híbridos de *P. notatum*.

5.2.2. Consórcio com leguminosa

Houve interação entre tratamento x genótipo, com significância ($P < 0,001$). A produção de MS de *P. notatum* em consórcio com leguminosa foi superior ao tratamento N0 e N60, e inferior ao tratamento N120 (Figura 2). Porém, quando se compara a PMST de *P. notatum* mais leguminosas a produção de forragem foi semelhante e em alguns genótipos superior a 240 kg ha⁻¹ de N (Figura 3)

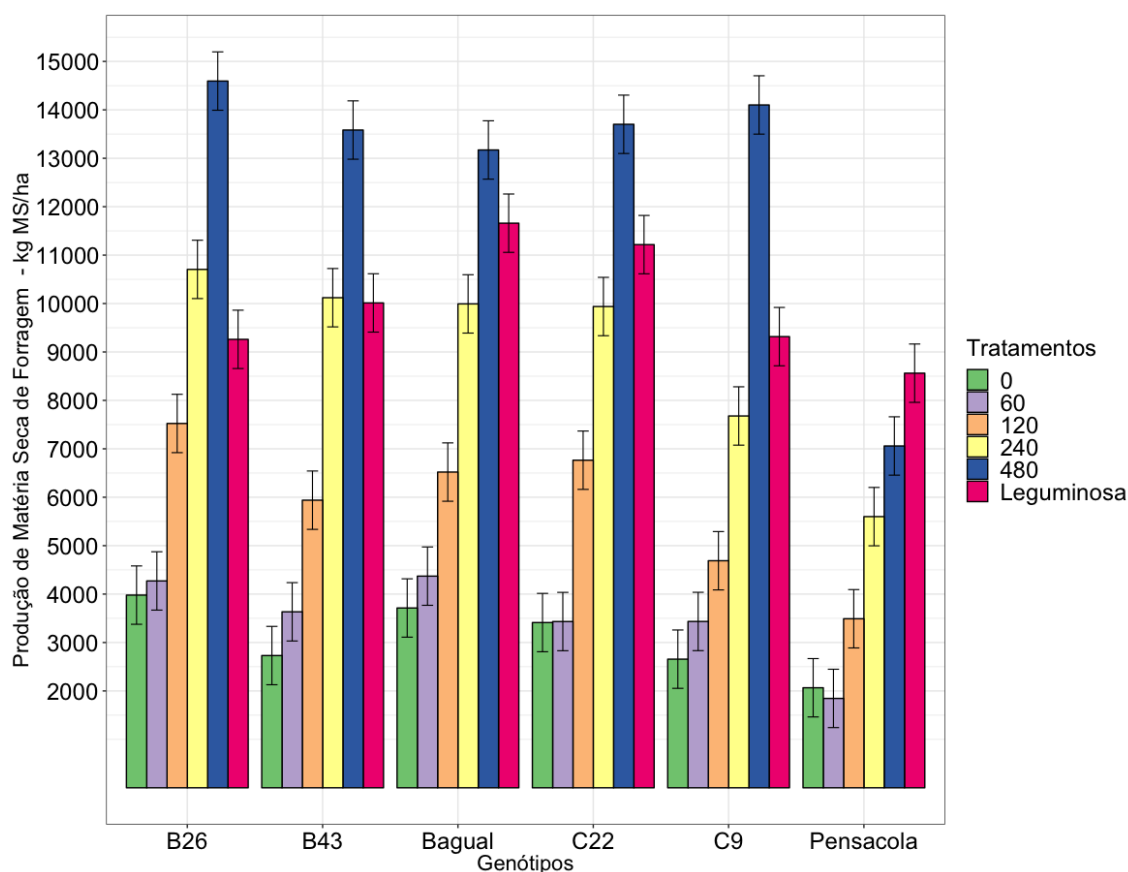


Figura 3 – Produção matéria seca total de forragem de *P. notatum* e Leguminosa juntos.

Tendência semelhante foi observada por Motta (2018) no qual o consórcio de *P. guenoarum* com leguminosas (trevo + cornichão) foi equivalente a doses de 60 e 120 kg ha⁻¹ de N no cultivo solteiro.

Bemhaja et al. (1998) realizaram a sobressemeadura de leguminosas em campo nativo e compararam a produção de MS com os tratamentos com diferentes doses de N no qual constataram que a produção de MS de *Paspalum* com leguminosa correspondeu a 120 kg de N ha⁻¹. Por outro lado, Graminho (2018) observou o consórcio de *P. notatum* com leguminosa equivalente a 240 kg de N ha⁻¹. Esse resultado diferente pode estar relacionado às condições ambientais muito variadas tanto dentro do ano, quanto entre anos e, além disso, também depende da densidade de plantas de leguminosa dentro da parcela.

Foi feita a análise de produção de MS das leguminosa consorciadas, trevo e cornichão, dentro de cada consórcio com os genótipos de *P. notatum*, no qual existe diferença de produção de MS de leguminosa entre os genótipos (Figura 4).

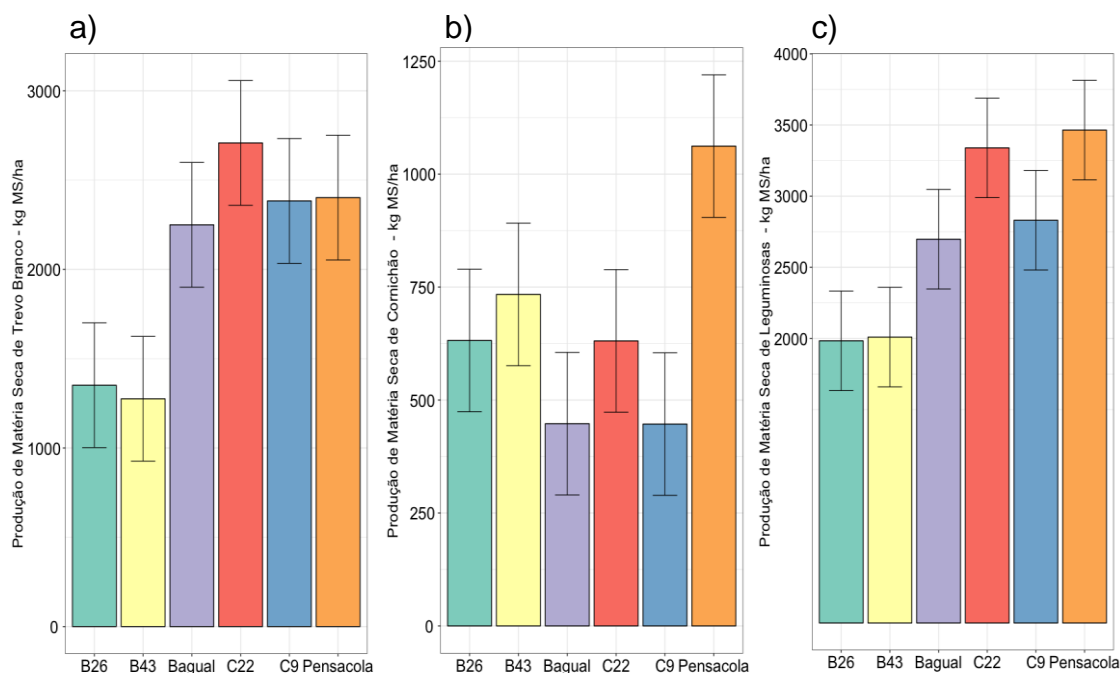


Figura 4 - Produção de matéria seca (MS) em kg ha⁻¹ de trevo (a), cornichão (b) e trevo + cornichão (c), em consórcio com os genótipos de *P. notatum*.

A PMS de trevo foi maior em consórcio com o genótipo C22 seguidos de um grupo intermediário genótipo C9, Bagual e a Pensacola, não havendo diferença estatística entre si e a menor resposta em produção foi com o genótipo B43 e B26 não apresentando diferença estatística entre si.

A PMS de cornichão foi maior em consórcio com a Pensacola, não se diferenciando do B43.

A produção em consórcio inclui efeitos de competição por água, luz e nutrientes entre espécies na comunidade, de ciclos vegetativos (normalmente distintos), da arquitetura das espécies e da densidade de plantas (Costa et al., 2010).

Assim poderia explicar a menor produção de forragem da leguminosa com os genótipos de maior produção de MS, os genótipos de maior persistência Fachinetti et al., (2012) e os genótipos de maior número de perfilhos, Graminho (2018).

Observasse que a maior produção de forragem de leguminosa ocorreu com a Pensacola, pois tem menor produção de MS, de menor persistência e de menor número de perfilhos.

Os genótipos respondem de formas distintas aos efeitos de competição descrito acima. E são esses fatores que vão determinar a produtividade, a

persistência e a contribuição em misturas de gramíneas e leguminosas em sistemas forrageiros.

5.2.3. Produção de forragem por estação do ano

Foi analisada a produção dos genótipos para cada tratamento dentro das estações (inverno, primavera, verão e outono), na qual houve interação genótipo tratamento com significância ($P < 0,01$) para o inverno, ($P < 0,05$) para a primavera, ($P < 0,001$) para o verão e não houve interação ($P > 0,05$) para o outono.

Observa-se que quanto maior a dose de N, maior é a produção de MST dentro das estações, por ser o nutriente mais importante para o desenvolvimento e processos fisiológicos das plantas segundo Okumura et al. (2011) e Bemhaja et al. (1998). Entre as estações ocorreram diferenças em termos de produção devido a fatores como: temperatura, fotoperíodo, chuvas, capacidade de buscar nutrientes e número de cortes e variabilidade genética.

Devido aos fatores acima, os dados de produção dos genótipos dentro das estações mostram que eles respondem de forma diferente, em termos de PMST (Figura 5, 6, 7 e 8)

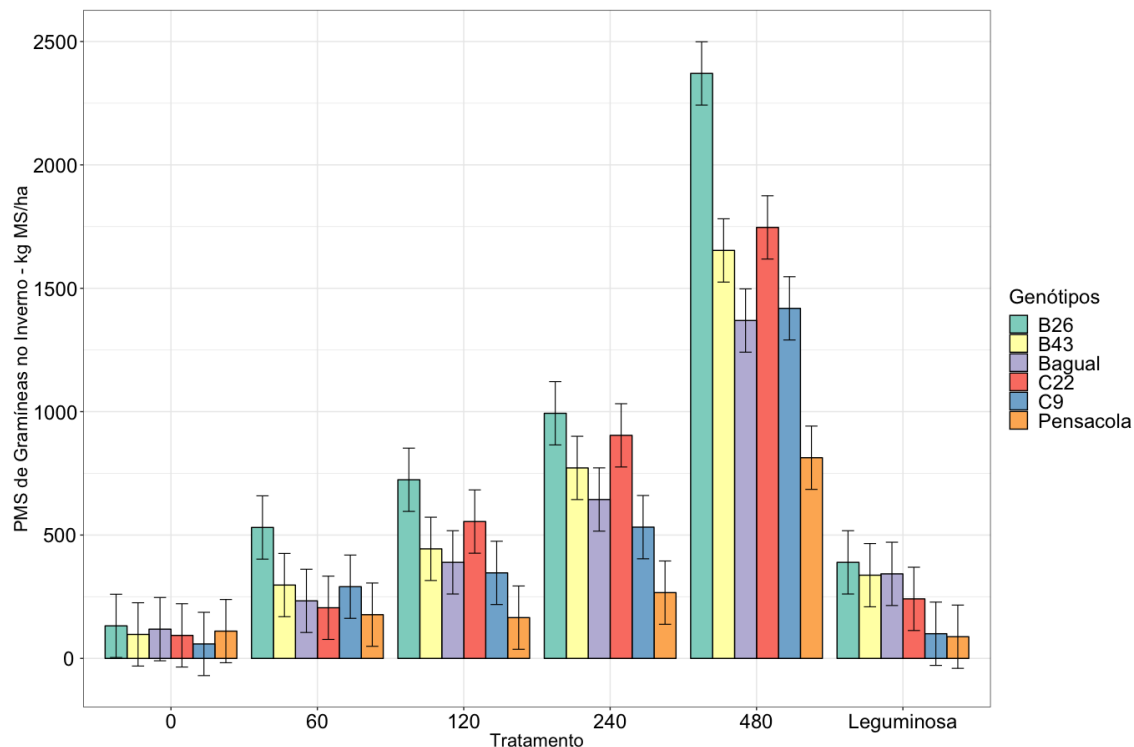


Figura 5 – Produção de matéria seca de forragem em kg ha^{-1} dos genótipos *P. notatum* no Inverno.

No inverno (Figura 5) o genótipo B26 foi superior numericamente no N0, N60, N120, mas não diferiu estatisticamente dos demais. No N240, o genótipo B26 e C22 foram os melhores em produção não diferindo estatisticamente do grupo intermediário formado pelo Bagual, B43 e C9. No nível N480, o B26 foi o melhor e superou os demais estatisticamente. No consórcio com leguminosa, o B26 foi o melhor numericamente não diferindo estatisticamente dos demais.

Nesta estação houve um aumento em PMST com o aumento da dose de N, na qual todos os genótipos, mesmo em condições que desfavoreceram seu desenvolvimento, responderam de forma positiva a esse nutriente. O N pode estar auxiliando as plantas a serem mais tolerantes ao frio e mais persistentes. Há a hipótese das plantas estarem acumulando mais reservas com o aumento da disponibilidade desse nutriente.

Na primavera (Figura 6) não houve diferença estatística PMST dos genótipos nos tratamentos N0, N60, N120, apenas se observa que, numericamente, o C22 e B26 produzem mais.

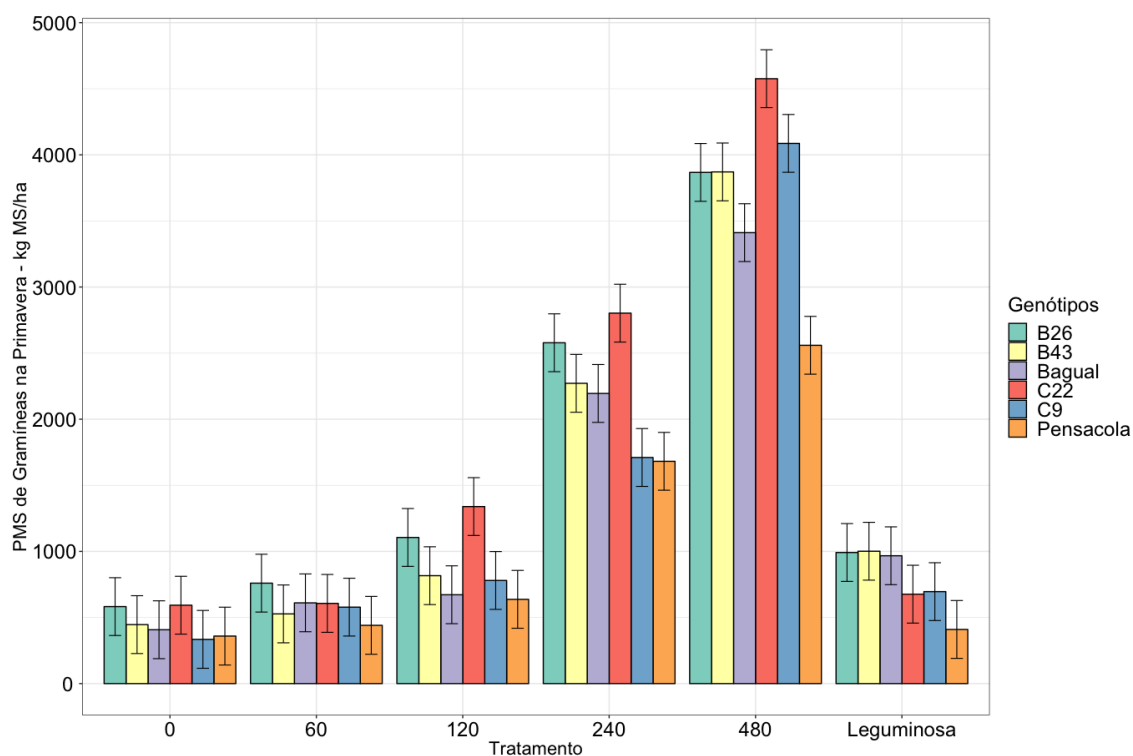


Figura 6 - Produção de matéria seca de forragem em kg ha⁻¹ dos genótipos *P. notatum* na Primavera.

No N240, o C22 foi o melhor, não se diferenciando estatisticamente de um grupo intermediário formado pelos genótipos B26, B43 e Bagual. No N480, o C22 foi o melhor em produção, não se diferenciando estatisticamente de um

grupo intermediário, formado pelo B26, B43 e C9. No consórcio com leguminosa, não houve diferença estatística, apenas numericamente o B43 foi o melhor.

Na primavera, a produção foi superior ao do inverno, devido à melhoria das condições ambientais, principalmente temperatura e fotoperíodo maior, o que, conseqüentemente, foi mais favorável para o desenvolvimento dos genótipos (Newman et al., 2010).

No verão (Figura 7) os genótipos respondem de forma positiva aos níveis crescentes de fertilização nitrogenada, uma vez que as plantas são irrigadas quando ocorre baixa precipitação. Nas condições de umidade, temperatura e fotoperíodo as plantas se desenvolvem mais rapidamente.

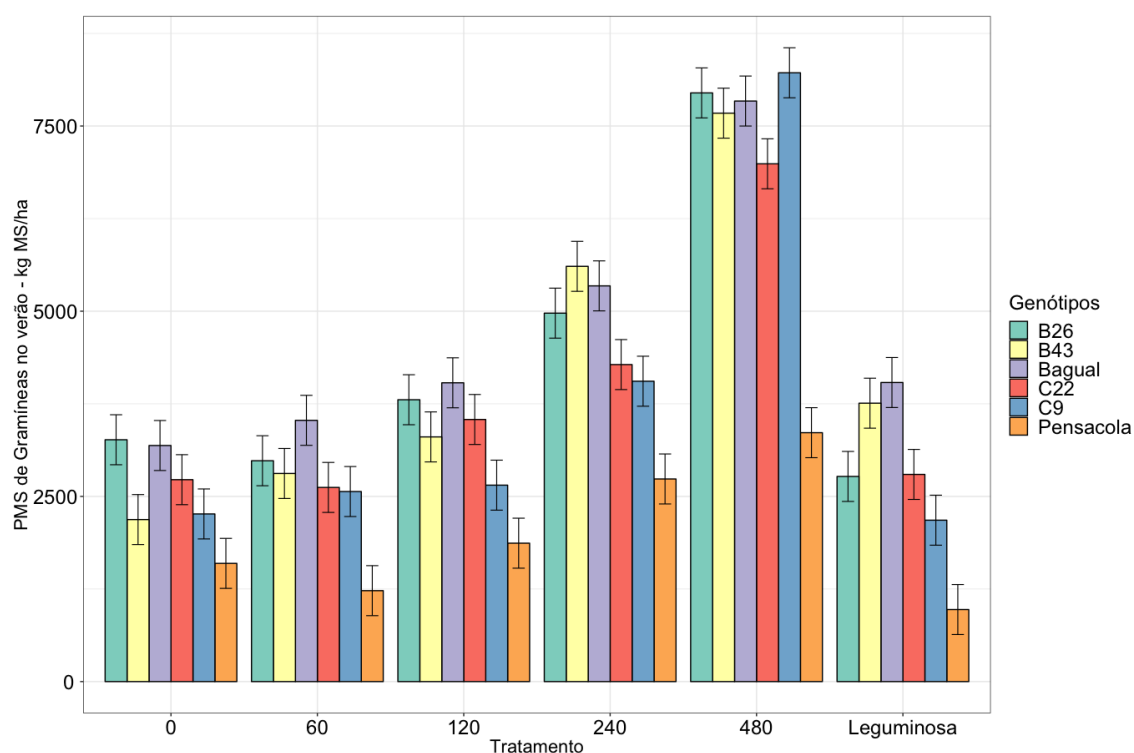


Figura 7 - Produção de matéria seca de forragem em kg ha^{-1} dos genótipos *P. notatum* no verão.

No N0, os genótipos B26 e Bagual foram os melhores em produção, não se diferenciando estatisticamente de um grupo intermediário formado pelos genótipos B43, C22 e C9. No N60, os genótipos Bagual, B26 e B43 foram os melhores em produção, não se diferenciando estatisticamente de um grupo intermediário formado pelos genótipos C22 e C9. No N120, os genótipos Bagual, B26, B43, C22 foram os melhores em produção, não se diferenciando estatisticamente entre si, e nem do C9 que teve uma produção intermediária.

No N240, o melhor genótipo é o B43, que não se diferencia estatisticamente de um grupo intermediário formado pelos genótipos Bagual,

B26 e C22. No N480, os melhores genótipos foram C9, Bagual, B26, B43 e C22, não havendo diferença estatística entre si. No consórcio com as leguminosas, os melhores genótipos foram o Bagual e o B43, seguido de um grupo intermediário B26 e C22 não havendo diferença estatística entre si.

No outono (Figura 8), não houve produção dos tratamentos N0 e N60, isso porque os materiais cresceram na sua maior parte do tempo no verão, assim a produção desses tratamentos foi alocados na estação anterior.

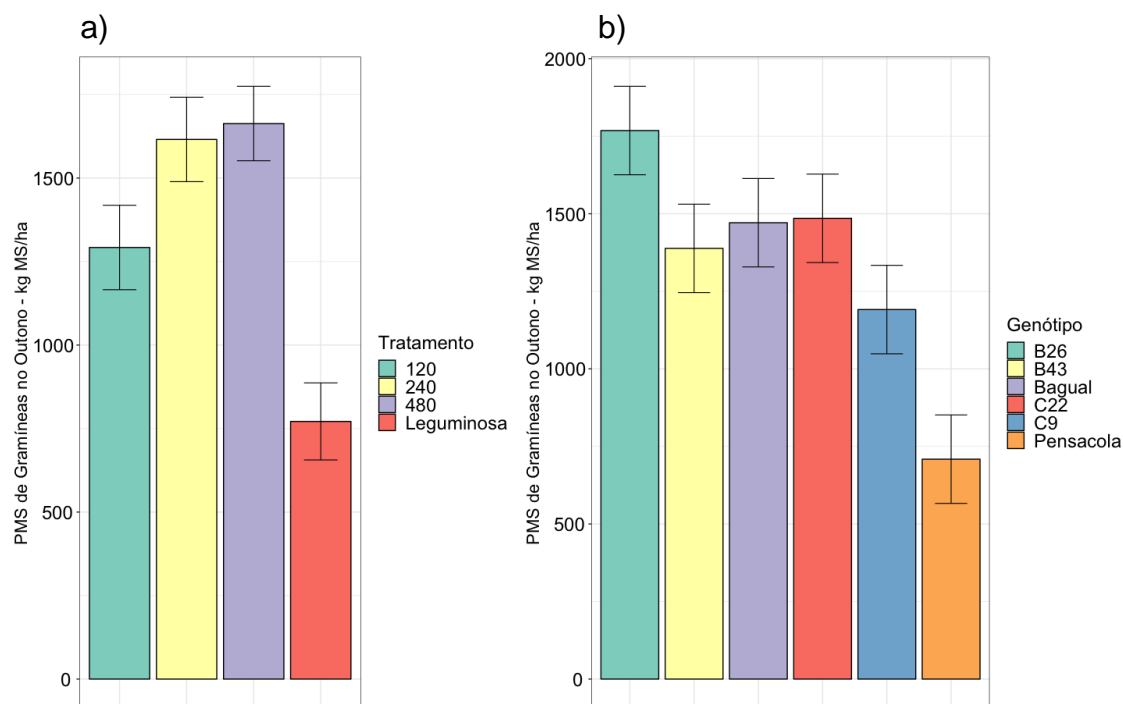


Figura 8 - Média de produção de matéria seca de forragem em kg ha⁻¹ por tratamento (a) e média de produção de forragem dos genótipos *P. notatum* (b) no outono.

No N120, o melhor genótipo é o B26 que não se diferenciou estatisticamente do grupo intermediário, com o Bagual, B43 e C22. No N240, o melhor genótipo é o B26, não se diferenciando estatisticamente do grupo intermediário, composto por C22 e Bagual. No N480, os genótipos B26, Bagual, B43, C22 e C9 foram os melhores, não tendo diferença estatística entre si e sendo superiores à Pensacola. No consórcio com leguminosas, os melhores genótipos foram o B26, o Bagual, o C22 e o B43 não havendo diferença estatística entre si, e nem do C9 que teve uma produção intermediária.

Ocorreu baixa produção e, conseqüentemente, baixa oferta de forragem nas estações de inverno e outono (Figura 9), como é o caso dos campos nativos do RS. Seria importante se houvesse materiais que pudessem suprir esse vazio forrageiro, sendo mais precoce no rebrote pós-inverno e prolongando sua

produção até o outono, que são as duas estações mais críticas em termos de oferta de forragem nos campos sulinos.

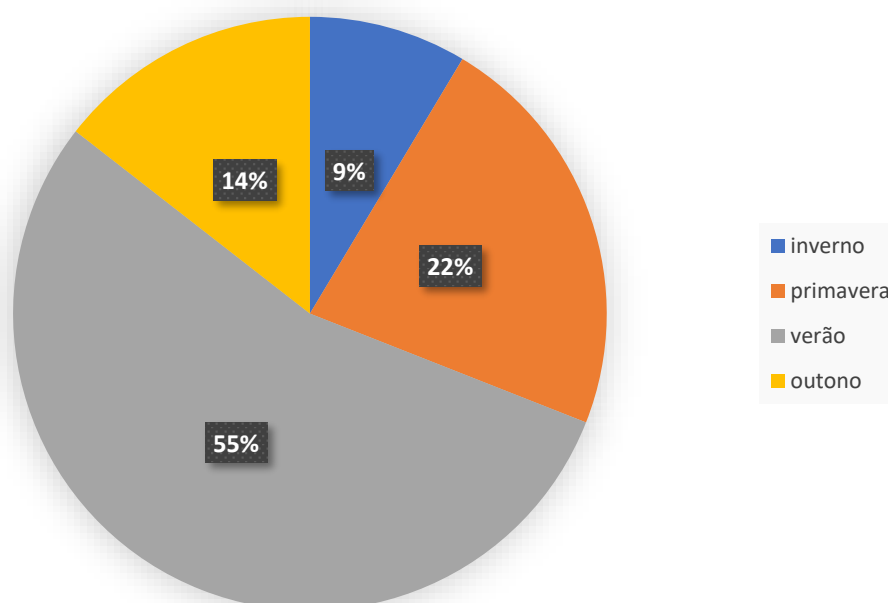


Figura 9 - Porcentagem de produção de matéria seca dos genótipos de *P. notatum* dentro das estações do ano da média de todos os tratamentos.

Pode ser destacado o genótipo B26, no qual se observa uma produção de forragem, no inverno e outono, numericamente melhor em relação aos demais materiais em estudo. Essa característica pode estar relacionada ao cruzamento que deu origem a esse híbrido, sendo genitor feminino Q4188 e o genitor masculino Bagual, proporcionando um maior vigor híbrido, que é favorecido quando a distância genética entre os genitores é elevada ou devido à variabilidade genética gerada com o cruzamento (Paterniani & Campos, 2005).

A variabilidade genética gerada com o cruzamento foi observada no trabalho de Machado et al. (2017), hibridações artificiais utilizando como genitores femininos C44X, Q4188 e Q4205 (Quarín et al., 2003) e os genitores masculinos utilizados foram oito genótipos “437”, “336”, “122”, “132”, “332”, “137”, “127” e “221”, selecionados por Fachinetti et al. (2012), concluindo que existe variabilidade para o caráter de produção de massa seca total, sendo que essa característica apresentou alta herdabilidade, o que possibilita ganhos na seleção dos melhores materiais.

Além da baixa produção de forragem nessas estações, também ocorre a transição das forragens hibernais para as estivais na saída do inverno e a

transição das forragens estivais para as hibernais no outono, chamado de vazio outonal (Fontaneli et al., 2009). Os genótipos perenes que produzem mais no outono e/ou na primavera poderiam atenuar esse vazio devido a sua produção de forragem mais distribuída durante o ano todo.

5.2.4. Tolerância ao frio

Não houve interação entre genótipo x tratamento com significância ($P > 0,05$).

Os genótipos com menos danos foram classificados como de maior tolerância ao frio, nota 5, enquanto genótipos com maiores danos foram classificados como de menor tolerância ao frio, nota 1.

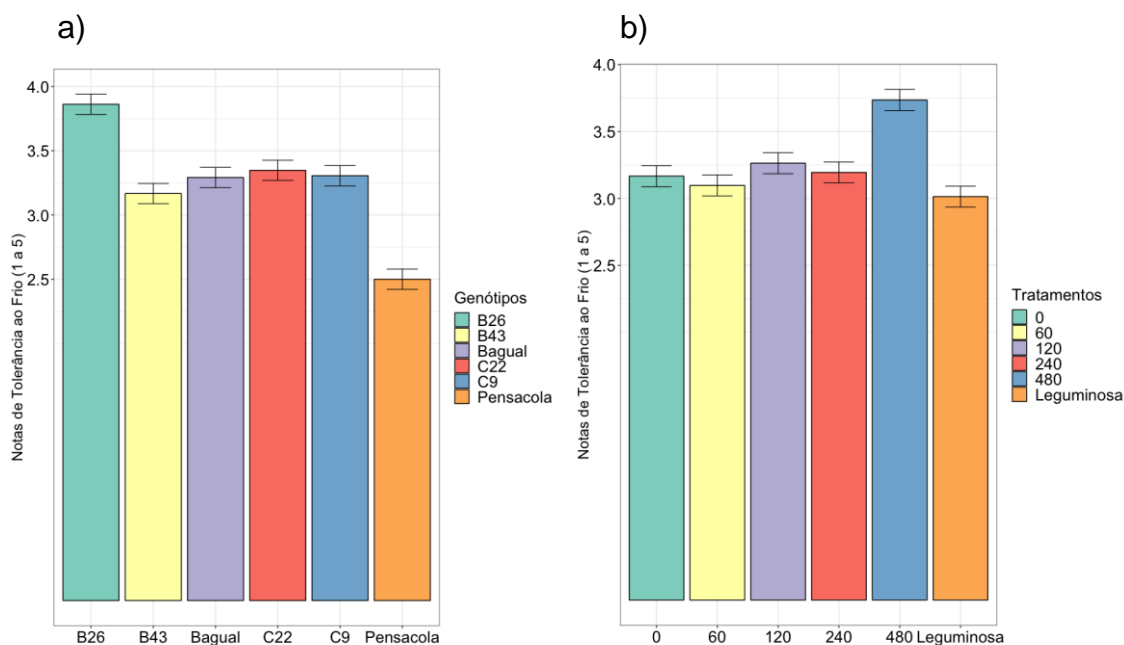


Figura 10 - Média de notas de tolerância ao frio por genótipo (a) e por tratamento (b).

Os danos nas folhas ocorrem devido à desidratação intracelular e aos danos físicos por cristais de gelo, que dependendo da duração e da temperatura podem ser letais para os organismos (Jacobsen et al., 2005).

O genótipo B26 teve a média de nota 3,86 e se mostrou superior aos demais genótipos, diferindo estatisticamente dos demais. Os genótipos Bagual, C22, B43 e C9 ficaram com a segunda maior nota e não diferiram estatisticamente entre si. Por outro lado, a Pensacola demonstrou a nota mais baixa e diferiu de todos os outros genótipos (Figura 10a).

O híbrido B26 foi mais tolerante ao frio e, também, se destacou por produzir forragem mais precoce após o inverno. Este genótipo constitui-se em uma alternativa para suprir o déficit de forragem nos períodos mais críticos do RS, nas estações inverno e outono.

A hibridação intraespecífica apresenta variabilidade para as características agrônômicas de interesse do *P. notatum* (Machado et al., 2017), podendo gerar um vigor híbrido para essa característica e, também, por ser um material adaptado às condições climáticas da região sul do Brasil.

Motta et al. (2016, 2017) e Motta (2018) observaram que a hibridação gerou variabilidade para característica de tolerância ao frio, sendo possível selecionar os melhores híbridos de *P. guenoarum* para essa característica, quando comparada a testemunha *Megathyrsus maximus* cv Aruana.

Na comparação de tolerância ao frio entre tratamentos (Figura 10b), o N480 teve a média de nota visual de 3,73, sendo superior estatisticamente aos demais tratamentos N0, N60, N120, N240 e leguminosa, e estes não tiveram diferença estatística entre si. O N com dose alta auxilia a planta a se tornar mais resistente ao frio, resultado que foi mostrado no trabalho de Motta (2018) com genótipos de *P. guenoarum*, no qual o tratamento com 480 kg de N ha⁻¹ foi o que apresentou maior nota visual. Outra possibilidade é de que as plantas com maior disponibilidade de N podem acumular maiores reservas e com isso suportar melhor as baixas temperaturas.

5.2.5. Plantas invasoras

Houve interação entre tratamento x genótipo com significância ($P < 0,01$). Foi realizada uma análise em relação à infestação de plantas daninhas, tendo efeito dos genótipos e, também, efeito do tratamento, a um nível de significância de 1% ($P < 0,001$).

A Pensacola apresentou maior infestação de plantas daninhas, diferindo-se estatisticamente das demais, seguida do híbrido C9 que diferiu estatisticamente do demais; os genótipos B43, C22, Bagual e B26 tiveram a menor infestação de plantas invasoras, não diferindo estatisticamente entre si, (Figura 11).

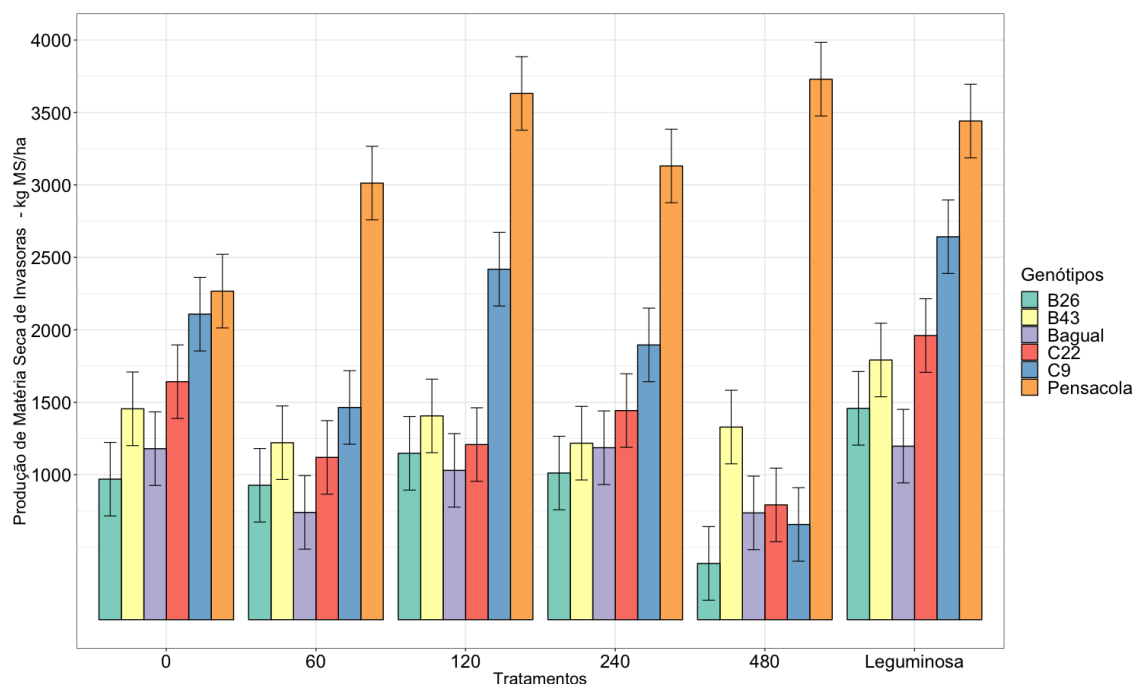


Figura 11 - Matéria seca de plantas invasoras em kg ha⁻¹ de MS por genótipo de *P. notatum* dentro de cada tratamento.

As plantas invasoras competem pela luz solar, pela água e pelos nutrientes do meio, interferindo negativamente no potencial de produção da espécie desejada (Vidal, 2010).

Os genótipos de maior produção são os que tiveram menor infestação de invasoras, podendo estar associados à capacidade de competição dos genótipos por espaço, à estrutura do dossel, à capacidade de perfilhamento e à colonização da área. Conforme trabalho da Graminho (2018), o C22 e o B26 têm uma maior densidade de perfilhos em relação aos demais genótipos.

O tratamento N480 foi o que proporcionou menor infestação de plantas invasoras, possivelmente por ser o tratamento de maior produção, dando mais capacidade para os genótipos competirem com as plantas invasoras e favorecendo-os a fecharem o dossel mais rapidamente.

O tratamento com as leguminosas foi o que apresentou maior infestação de planta invasoras, isso pode estar relacionado à estrutura de dossel diferenciada dos genótipos nesse tratamento, uma vez que a leguminosa entra em senescência e deixa um espaço em aberto para a planta invasora colonizar essa área, e com isso competir com os genótipos por espaço.

5.2.6. Persistência de *P. notatum*

Não houve interação significativa entre genótipo x tratamento ($p > 0,05$) em relação à persistência o tratamento N480 que foi superior estatisticamente aos demais, enquanto os demais tratamentos não se diferenciaram entre si e a pior nota foi o N0 com 3,74 (Figura 12).

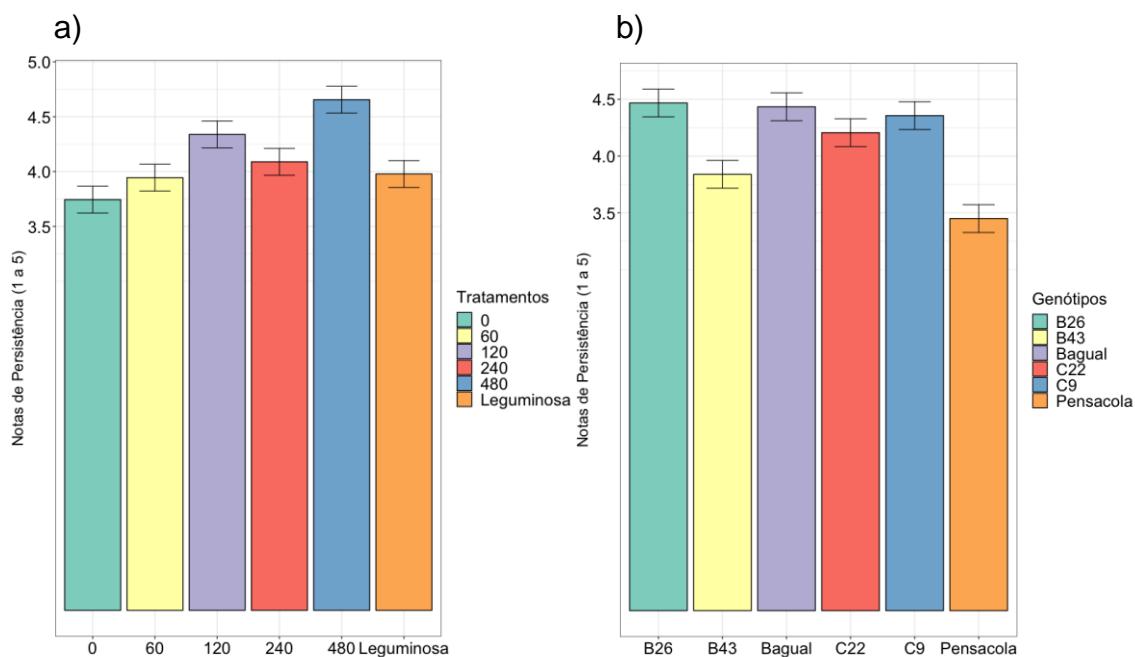


Figura 12 - Média de nota visual de persistência por tratamento (a) e por genótipo (b).

Assim, pode-se dizer que uma dose de 480 kg ha⁻¹ de N contribui para maior persistência dos genótipos testados e que doses moderadas de N não são suficientes para manter a persistência desses genótipos, uma vez que ocorre uma grande exportação de nutrientes, pois o manejo dos materiais era como se fosse para feno. Também foi observado que nesse tratamento é o que se tem menor infestação de plantas invasoras e é o tratamento que favorece as plantas a serem mais tolerante ao frio.

Esse aumento, na persistência, pode ser influenciado por uma combinação de fatores, como, por exemplo, o manejo da pastagem, a intensidade de pastoreio, os efeitos climáticos, infestação de invasoras e os efeitos genéticos.

Houve diferença significativa entre genótipos, com significância de ($P < 0,001$). O resultado mostra híbrido B26, ecótipo Bagual, híbrido C9 com as melhores notas, sendo: 4,47; 4,43; 4,36; respectivamente, não havendo diferença estatisticamente entre si. B43 teve nota 3,84 não diferindo do híbrido

C22 e do controle, conforme Tabela 8. A Pensacola por sua vez apresentou menor persistência que os híbridos B26, C9 C22 e Bagual.

Avaliando cinco ecótipos de *Paspalum dilatatum* e utilizando *P. notatum* como testemunha, Venuto et al. (2003), observaram que *P. notatum* apresentou produção de MS, valor nutritivo da forragem e persistência superiores aos demais ecótipos de *P.dilatatum*.

Os resultados aqui apresentados demonstram que os genótipos avaliados são persistentes no ambiente e possuem boa produção de forragem com o passar dos anos, como já destacado em trabalhos anterior com *P. notatum*, desenvolvido por Fachinetto et al. (2012), destacando os híbridos superiores nesses caracteres, como fontes confiáveis para o sistema de produção pecuária a pasto.

5.2.7. Eficiência na utilização do Nitrogênio (EUN)

Não houve interação entre genótipos x doses de N, com um nível de significância de 5% ($p > 0,05$), mas sim diferença dentro dos genótipos com significância ($P < 0,001$). O tratamento de melhor resposta ao N é o 240, seguido por 120, não tendo diferença estatística entre si. Cabe ressaltar que todos foram superiores estatisticamente ao tratamento 60N (Figura 13a).

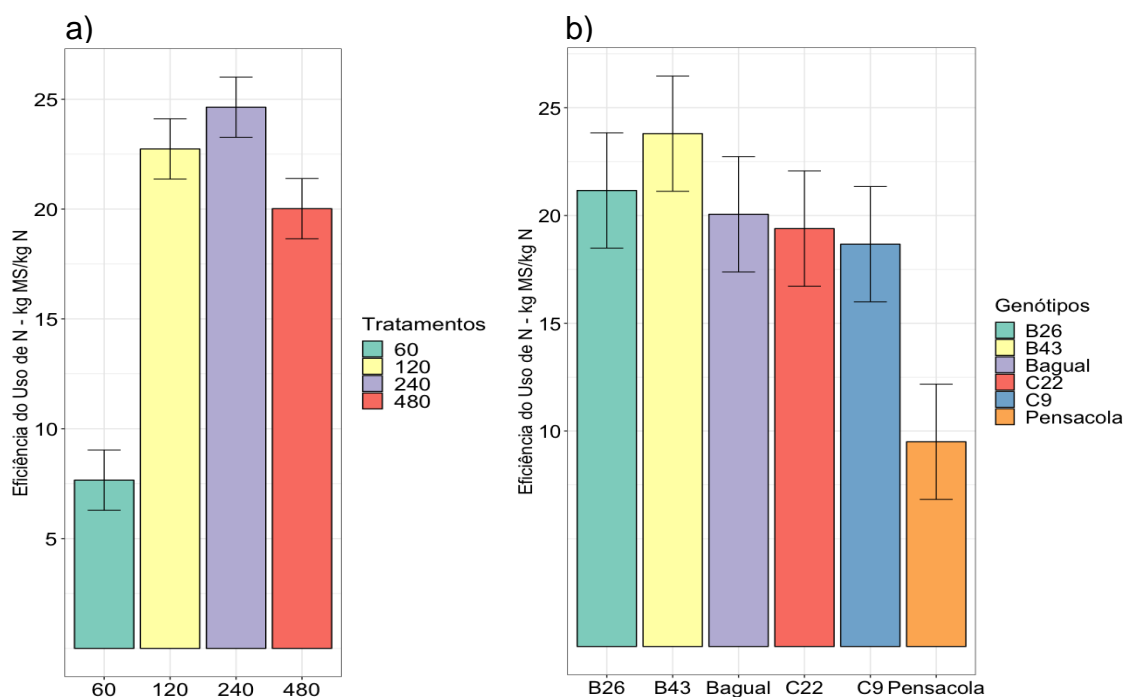


Figura 13 - Eficiência de utilização de nitrogênio (EUN) por tratamentos (a) e EUN por genótipo (b) em kg matéria seca por kg N.

A diminuição da eficiência no tratamento 480N deve-se ao fato de que uma dose de nitrogênio alta pode ter ultrapassado a capacidade da planta em absorver o nutriente para produção de MST e esse nitrogênio pode ser lixiviado ou acumular-se nos tecidos, reduzindo sua eficiência de aproveitamento, de acordo com Primavesi et al. (2004).

Os híbridos B43, B26, C22, C9 e o ecótipo Bagual foram os melhores, com uma média de eficiência 23,80; 21,13; 19,39; 18,67 e 20,06 kg de MS kg⁻¹ N⁻¹ respectivamente, não diferindo entre si, e todos foram superiores à Pensacola, que apresentou a pior eficiência, 9,5 kg de MS kg⁻¹ N⁻¹ (Figura 13b), diferindo dos demais. Essa baixa eficiência pode estar relacionada às características genéticas, uma vez que a variabilidade das espécies vegetais normalmente proporciona diferenças na capacidade de absorção dos nutrientes (Oliveira et al., 2009), e devido à área superficial das raízes, associação com microrganismo que interfere na rizosfera, área de absorção de nutriente pelas raízes das plantas (Samal et al., 2010).

O resultado obtido em relação à EUN de *Paspalum notatum* está de acordo com Martha Júnior et al. (2006) em que os estudos demonstram que as pastagens tropicais possuem uma média de 26 kg de MS kg⁻¹ de N.

Segundo Graminho (2018), avaliando a EUN de *Paspalum notatum* sobre diferentes doses de N kg ha⁻¹ (60, 120, 240, 480) obteve-se as seguintes EUN 22,8; 31,5; 24,5; 20,6, respectivamente, e concluiu-se que após seu estabelecimento as maiores EUN são obtidas com 120 kg N ha⁻¹ ano⁻¹.

Castagnara et al. (2011) ao avaliar as características produtivas do *Panicum maximum* cv. Mombaça e cv. Tanzânia, e, *Brachiaria* sp. cv. Mulato, verificaram que a máxima EUN ocorreu quando utilizada a dose de adubação nitrogenada 106 kg de N ha⁻¹.

Já Silva et al. (2011) ao avaliar o aproveitamento do nitrogênio pela *Brachiaria brizantha* cv. Marandu verificou que a melhor EUN foi ao nível de fertilização 100 kg de N ha⁻¹, durante os três anos de avaliação.

Segundo Motta (2018) avaliando a EUN de *Paspalum guenoarum*, de 5 genótipos e da cultivar Aruana, sobre diferentes doses de N kg ha⁻¹ (60, 120, 240, 480), verificou que a maior EUN foi obtida com aplicação do N entre 60 e 120 kg N ha⁻¹, que teve uma variação entre genótipos de EUN de 8 a 27 kg de MS kg⁻¹ de N e de 18 a 35 kg de MS kg⁻¹ de N para o respectivos tratamentos.

5.2.8. Análise de correlação

Na Tabela 2, existe uma correlação média e positiva entre a persistência e produção de MST de 0,46, indicando que em boa parte das vezes, quanto maior a produção de MS, maior é a persistência, como observado para o híbrido mais produtivo. Matthew et al. (1999) afirmam que a persistência se avalia pela manutenção da população de plantas e sua produção de forragem ao longo do tempo.

Tabela 2 - Análise de coeficientes correlações simples significativo entre variáveis produção de matéria seca total (PMST), persistência, tolerância ao frio (Tfrio), matéria seca (MS) invasoras e produção de matéria seca (PMS) por estação.

Correlações	PMST	Persistência	T frio	MS invasoras
PMST		0,46***	0,66***	-0,44***
Persistência			0,53***	-0,44***
PMS inverno	0,89***	0,39***	0,58***	
PMS primavera	0,93***			
PMS verão	0,96***			
PMS outono	0,75***			

Significância *** ($p < 0,001$)

Existe uma correlação média e negativa de 0,44 entre persistência e invasoras, indicando que quanto maior a quantidade de invasoras, menor é a persistência das plantas. A mesma correlação ocorre entre a PMST de *P. notatum* e plantas invasoras. Possivelmente isso ocorre devido à competição entre as plantas por nutriente, água e luz (Vidal, 2010).

Existe correlação positiva e alta entre a PMST de *P. notatum* e a tolerância ao frio de 0,66, mostrando que quanto mais tolerante ao frio, em grande parte das vezes, maior é a produção de forragem.

Existe correlação média e positiva entre PMS de inverno com a persistência de 0,39, mostrando que na maioria das vezes a planta mais persistente produz mais no inverno. E uma correlação positiva e média entre a PMS de inverno e tolerância ao frio de 0,58 evidenciando que na grande parte das vezes, um material mais tolerante ao frio vai produzir mais forragem em condições de baixa temperatura.

Existe uma correlação positiva e muito alta entre a PMST e a PMS por estação, mostrando que os materiais que produzem mais MST no ano também produzem mais dentro das estações do ano, ou seja, se selecionar um híbrido

de maior produção no inverno, por exemplo, esse mesmo material tende a produzir mais no verão também.

6. CONCLUSÃO

Os híbridos B26, B43, C22 e o ecótipo Bagual são os melhores em produção de forragem e superiores à Pensacola. Para tolerância ao frio, o híbrido B26 foi superior aos demais e a Pensacola obteve o pior desempenho. O tratamento 480 kg de N ha⁻¹ foi o que mais ofereceu tolerância ao frio, com exceção da Pensacola. O consórcio com leguminosa forneceu N as plantas, para uma produção de forragem de *P. notatum* foi similar a 120 kg de N ha⁻¹. Na produção total de gramínea mais leguminosa foi igual a 240 kg de N ha⁻¹. A eficiência de utilização de N, o tratamento de 120, 240 kg ha⁻¹ foram os melhores e os híbridos e o ecótipo foram superiores a Pensacola. Os híbridos B26, C9, C22 e o ecótipo Bagual são os mais persistentes. O tratamento 480 kg de N ha⁻¹ proporcionou a melhor persistência. A cultivar Pensacola e o híbrido C9 permitem maior infestação de plantas indesejáveis e, também, a pior em produção de forragem.

REFERÊNCIA

- ACUÑA, C. A. *et al.* Germoplasma tetraploide de bahiagrass: caracterização reprodutiva e agrônômica de progênia segregante. **Ciência da cultura**, Campinas, v. 49, n. 2, p. 581-588, 2009.
- ACUÑA, C. A. *et al.* Tetraploid bahiagrass hybrids: breeding technique, genetic variability and proportion of heterotic hybrids. **Euphytica**, Wageningen, v. 179, n. 2, p. 227-235, 2011.
- AGUILERA, P. M. *et al.* Interspecific tetraploid hybrids between two forage grass species: sexual *Paspalum plicatulum* and apomictic *P. guenoarum*. **Crop Science**, Madison, v. 51, p. 1544-1550, 2011.
- 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.
- ASSMANN, T. S. *et al.* Fixação biológica de nitrogênio por plantas de trevo (*Trifolium* spp) em sistema de integração lavoura-pecuária no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1435-1442, 2007.
- BARBOSA, R. M. **Caracterização e avaliação da produção de forragem de híbridos intraespecíficos selecionados de *Paspalum notatum* Flugge**. 2014. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.
- 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.
- BEMHAJA, M.; BERRETA, E.J.; BRITO, G. Respuesta a la fertilización nitrogenada de campo natural en basalto profundo. In: REUNIÓN DEL GRUPO TÉCNICO REGIONAL DEL CONE SUR EN MEJORAMIENTO Y UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS FORRAJEROS DEL ÁREA TROPICAL Y SUBTROPICAL: GRUPO CAMPOS, 14., 1994, Termas de Arapey. **Anais...** Montevideo: INIA, 1998. p.119-122. (Série Técnica, 94).
- BOLETIM AGROMETEOROLÓGICO DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL AGRÔNOMICA DA UFRGS - Série histórica 1970 - 2012. Porto Alegre: UFRGS/Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da Faculdade de Agronomia, 2013.
- BIERMACHER, J. T. *et al.* Potencial econômico esperado de substituição de leguminosas para nitrogênio em pastagens de bermudas. **Ciência das culturas**, Madison, v. 52, n. 1, p.1923-1930, 2012.

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

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.

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

CARVALHO, P. C. F. *et al.* Produção Animal no Bioma Campos Sulinos. **Brazilian Journal of Animal Science**, João Pessoa, v. 35, 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. (ed.). **Forragicultura**. Jaboticabal-SP: Maria de Lourdes Brandel –ME, 2013. cap. 10, p. 137-154.

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**, v. 32, n. 4, p. 1637-1648, 2011.

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, 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**, Belo Horizonte, v. 62, n. 1, p. 192-199, 2010.

COX, S. *et al.* Forage production of grass-legume binary mixtures on Intermountain Western USA irrigated pastures. **Crop Science**, Madison, v. 57, n. 3, p. 1742–1753. DOI: 10.2135/cropsci2016.04.0235.

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

DALL'AGNOL, M.; NABINGER, C.; MONTARDO, D. P. *et al.* Estado atual e futuro da produção e utilização de leguminosas forrageiras na Zona Campos. *In*: REUNIÓN DE GRUPO TÉCNICO EN FORRAJERAS DEL CONO SUR ZONA CAMPOS, 19., 2002, Mercedes, Argentina. **Anais [...]**. Mercedes : INTA, 2002. p. 83-90.

DALL'AGNOL, M. *et al.* Perspectivas de lançamento de cultivares de espécies forrageiras nativas: O gênero *Paspalum*. *In*: SIMPÓSIO DE FORRAJEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL. 1., 2006, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: UFRGS. 2006. p. 149-162. Ênfase: Importância e potencial produtivo das pastagens nativas.

DALL'AGNOL, M.; NABINGER, C. 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.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3 ed. rev. ampl. Brasília: EMBRAPA, 2013. 353 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA PECUÁRIA Sul. **Uso da terra no Rio Grande do Sul**. Bagé: EMBRAPA, 2017. 16 p.

FACHINETTO, J. M. **Caracterização agronômica, molecular, morfológica e determinação do nível de ploidia em uma coleção de acessos de *Paspalum notatum* FLÜGGE**. 2010. 134 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

FACHINETTO, J. M. *et al.* Avaliação agronômica e análise da persistência em uma coleção de acessos de *Paspalum notatum* Flüggé (Poaceae) **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Viçosa, 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.

FERNANDES, F. D. *et al.* Forage yield and nutritive value of *Panicum maximum* genotypes in the Brazilian savannah. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 71, p. 23–29, 2014. DOI: 10.1590/S0103-90162014000100003.

FONTANELI, R. S. *et al.* Gramíneas anuais de verão. *In: FONTANELI, R. S.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R. S. Forrageiras para integração lavoura-pecuária floresta na região sul-brasileira*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. cap.10, p.185-198.

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, [art.] e20161049, 2017.

GRAMINHO, L. A., **Resposta de híbridos de *Paspalum notatum* a fertilização nitrogenada e a consorciação com leguminosas**. 2018. 97 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

- HADDAD, C. M. *et al.* Características de produção e valor nutritivo do capim Pensacola (*Paspalum notatum*), **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 3, p. 753-761, 1999.
- INTERRANTE, S. M. *et al.* Production and economy of fescue grazing steers with annual legumes or fertilized with nitrogen. **Culture Science**, Madison, v. 52, n. 1, p. 1940-1948, 2012.
- JACOBSEN, S. E. *et al.* Plant responses of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to frost at various phenological stages. **European Journal of Agronomy**, local, Haia, v. 22, n. 2, p. 131–139. DOI:10.1016/j.eja.2004.01.003.
- KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B. Produtividade e utilização de nitrogênio em aveia em função de épocas de aplicação do nitrogênio. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 8, n. 2, p. 117-121, 2002.
- 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. *et al.* Agronomic evaluation of *Paspalum notatum* Flügge under the influence of photoperiod. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 46, n. 1, p. 8-12, 2017.
- 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. F. Grama batatais, forquilha e Bahiagrass. *In*: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 18., 2001, Piracicaba. **Anais [...]**. Piracicaba: FEAQ, 2001. Tema: planta forrageira no sistema de produção. 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.
- MATTHEW, C. *et al.* **Tiller dynamics of grazed swards**. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 1999, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: UFPR, 1999. p. 109-133.
- MOREIRA, A. L. Melhoramento de pastagens através da técnica da sobressemeadura de forrageiras de inverno. **Pesquisa & Tecnologia**, São Paulo, v. 3, n. 1, jan./jun., 2006.

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**, Ceará, v. 48, n. 1, p. 191-198, 2017.

MOTTA, E. A. M. **Agronomic performance in *Paspalum* interspecific hybrids subjected to nitrogen application rates or in mixture with temperate legumes**. 2018. 103 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

NABINGER, C.; MARASCHIN, G. E.; MORAES, A. Pasture related problems in beef cattle production in southern Brazil. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 1999, Curitiba. **Anais** [...]. Curitiba: UFPR, 1999. p. 23-48.

NABINGER, C.; MORAES, A.; MARASCHIN, G. Campos in southern Brasil. *In*: LEMAIRE, G. *et al.* (ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI Publishing, 2000. cap. 4, p.131-165, 2000.

NABINGER, C. Manejo e produtividade das pastagens nativas do subtropical brasileiro. *In*: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 1., 2006, Porto Alegre. **Anais** [...]. Porto Alegre: UFRGS, 2006. p. 25-76.

NABINGER, C. *et al.* Os Campos Sulinos. *In*: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. (ed.). **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. 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.

NEWMAN, Y. C.; VENDRAMINI, J.; BLOUNT, A. **Bahiagrass (*Paspalum notatum*): overview and management**. Gainesville, FL: University of Florida, 2010. Disponível em: <http://edis.ifas.ufl.edu>. Acesso em: 26 abr. 2019.

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, 2016.

OLIVEIRA, A. R. *et al.* Absorção de nutrientes e resposta à adubação em linhagens de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, 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.

- 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.
- PARIS, W. *et al.* Produção e qualidade de massa de forragem nos estratos da cultivar coastcross-1 consorciada com *Arachis pinto* com e sem adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Colombo, v. 30, n. 2, p. 135-143, 2008.
- PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. Melhoramento do Milho. *In*: BORÉN, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 2005. p. 491-533.
- PEREIRA, A. V. Melhoramento de forrageiras tropicais. *In*: NASS, L.L. (ed.) **Recursos genéticos & melhoramento: plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 549-602.
- PEREIRA, J. M. Leguminosas forrageiras em sistemas de produção de ruminantes: onde estamos? Para onde vamos? *In*: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO PASTAGENS, 1., 2002. Viçosa, MG. **Anais [...]**. Viçosa, MG: Simfor, 2002. p. 109-147.
- 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.* Agronomic performance and interspecific hybrids selection of genus *Paspalum*. **Científica**, Jaboticabal, v. 43, n. 4, p. 388-395, 2015b.
- PRIMAVESI, A. C. *et al.* Adubação nitrogenada em Capim-Coastcross: efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 6878, 2004.
- QUARÍN, C. L.; BURTON, B. L.; BURTON, G. W. Cytology of intra and interspecific hybrids between two cytotypes of *Paspalum notatum* and *Paspalum comyorrhizon*. **Botanical Gazette**, Chicago, v.145, n.3, p.420-426, 1984.
- QUARIN, C.L. *et al.* A rise of ploidy level induces the expression of apomixis in *Paspalum notatum*. **Sexual Plant Reproduction**, Berlin, v. 13, p. 243-249, 2001.
- QUARÍN, C.L. *et al.* Registration of Q4188 and Q4205, sexual tetraploid germoplasma of bahiagrass. **Crop Science**, Madison, v.43, p.745-746, 2003.
- REIS, C. A. O. *et al.* Morphological variation in *Paspalum lepton* Parodi accessions, a promising forage. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 67, n. 2, p. 143-150, 2010.

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**, Haia, v. 332, n. 1, p. 105-121, 2010.

SCHRODER, J. J. The position of mineral nitrogen fertilizer in efficient use of nitrogen and land: a review. **Natural Resources**, v. 5, n. 15, p. 936–948, 2014. DOI: 10.4236/nr.2014.515080.

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**, v. 35, n. 2, p. 242-249, 2011.

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

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

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

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

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre, SBCS- Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2004. 400 p.

SOUZA, R. S.; FERNANDES, M. S. **Nitrogênio**. In: FERNANDES, M. S. (org.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 432 p.

STEINER, M. G. *et al.* Forage potencial of native ecotypes of *Paspalum notatum* and *P. guenoarum*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 83, n. 3, p. 1753-1760, 2017.

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

STRECK, C. A. *et al.* Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 755-760, 2004.

THOMAS, A. L.; COSTA, J. A. (ed.). **Soja, manejo para alta produtividade de grão**. Porto Alegre: Evangraf, 2010. 248 p.

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

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

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.

VERHULST, N. *et al.* **Eficiencia del uso de nitrógeno y optimización de la fertilización nitrogenada en la agricultura de conservación**. Mexico: CIMMYT, 2015. 12 p.

VU, V. Q. **Ggbiplot.r**. Version 2. Boston, c2011. Disponível em: <https://github.com/vqv/ggbiplot/blob/master/R/ggbiplot.r>. Acesso em: 26 abr. 2019.

VIDAL, R.A. **Interação negativa entre plantas: inicialismo, alelopatia e competição**. Evangraf. Porto Alegre, 2010. 130 p.

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.

ZILLI, A. L. *et al.* Heterosis and expressivity of apospory in tetraploid bahiagrass hybrids. **Crop Science**, Madison v. 55, n. 3, p. 1189-1201, 2015.

VITA

Silvio Antonio Gavioli Alpe é filho de Iza Maria Gavioli Alpe e Anibal Antonio Alpe. Nasceu em 05 de março de 1980 no município Santiago, Rio Grande do Sul. Coursou o ensino fundamental na Escola Estadual Moises Viana de Vila Florida, 3º distrito de Santiago e o ensino médio na Escola Agrotécnica Federal de São Vicente do Sul, onde realizou o curso de técnico em agropecuária. Em 1999 trabalhou na Aviação Agrícola Gabrielense no município de São Gabriel, RS. Em 2000 ingressou no exército Brasileiro, no município de Santiago, RS. Em 2004 ingressou nas fileiras da Brigada Militar do RS, como soldado. Em 2011 ingressou no curso de agronomia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), no município de Porto Alegre, Rio grande do Sul. Em março de 2017 ingressou no curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), na área de concentração Melhoramento Genético de Plantas Forrageiras, sem bolsa, sob orientação do Professor Doutor Miguel Dall’Agnol.