

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

**FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE ZOOTECNIA**

NATÁLIA TREVISAN DA SILVA

CONSERVAÇÃO E MANUTENÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS DO GÊNERO
PASPALUM NO BIOMA PAMPA

Porto Alegre

2023

NATÁLIA TREVISAN DA SILVA

**CONSERVAÇÃO E MANUTENÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS DO GÊNERO
PASPALUM NO BIOMA PAMPA**

Trabalho de Conclusão de Curso como
requisito parcial à obtenção do título de
Zootecnista, Faculdade de Agronomia,
Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Dr. Roberto Luis Weiler

Coorientador: Dr. Marcelo Porto Nicola

Porto Alegre

2023

NATÁLIA TREVISAN DA SILVA

**CONSERVAÇÃO E MANUTENÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS DO GÊNERO
PASPALUM NO BIOMA PAMPA**

Trabalho de conclusão de curso como
requisito parcial à obtenção do título de
Zootecnista, Faculdade de Agronomia,
Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
Orientador: Roberto Luis Weiler
Coorientador: Marcelo Porto Nicola

Data da aprovação: 04 / 09 / 2023

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Roberto Luis Weiler
Membro da banca

Prof^a. Dr^a. Carine Simioni
Membro da banca

Me. Diógenes Cecchin Silveira
Membro da banca

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, expresso minha gratidão a minha família pelo apoio incondicional que me proporcionaram ao longo desta jornada acadêmica. Seu amor, encorajamento, compreensão e cada palavra de carinho foram fundamentais e me impulsionaram para tornar este sonho realidade. Sou verdadeiramente abençoada e privilegiada por ter vocês ao meu lado, em todos os momentos.

As minhas amigas Fernanda Couce, Jéssica Rossi e Rafaela Castro que sempre se fizeram presente durante os longos anos de faculdade, tornando os momentos difíceis mais leves, sempre dispostas a ajudar e claro compartilhando momentos de muita alegria e descontração. Vocês fizeram toda a diferença nessa jornada.

A minha amiga de vida, e companheira de casa, Bárbara Andriotti, por ter sido compreensiva nas horas de exaustão e também por sempre trazer um momento de descontração e alegria quando necessário, teus mates deixavam a rotina mais leve. A sua família por permitir que o seu lar também fosse o meu, serei eternamente grata.

A todos os colegas de faculdade, gratidão pelos momentos de estudo e troca de conhecimento, tenho certeza que muitos serão grandes amigos que levarei para a vida.

Ao meu orientador de bolsa e coorientador deste trabalho, Marcelo Nicola, por todos os anos de conhecimento transmitido e por todas as oportunidades que me deste enquanto bolsista do seu projeto, com certeza agregou muito em minha formação profissional e pessoal.

Ao meu orientador, Roberto Weiler, pela orientação e ajuda perante minhas dificuldades durante este trabalho, pelas excelentes aulas de forrageiras, e pelas boas risadas nos momentos de descontração com os alunos.

Ao professor Lobato, pela disposição em ensinar e ajudar sempre que solicitado. O seu entusiasmo pela pecuária e paixão pela profissão é energizante e com certeza fez diferença na vida de cada um dos seus alunos. Gratidão por ensinar a fazer a pecuária dos próximos 50 anos.

Aos colaboradores da EEA, por sempre me receberem tão bem e pela disposição em ensinar os afazeres do dia a dia no campo.

E por fim, à UFRGS, em especial a Faculdade de Agronomia, pela oportunidade e privilégio de ser formada nesta instituição.

RESUMO

O bioma Pampa é um ecossistema único, caracterizado por extensos campos, marcado por uma diversidade de formações vegetais e pela rica biodiversidade adaptada a condições climáticas variadas, com invernos rigorosos e verões quentes. Além de servir como base para a produção pecuária, o bioma contribui com uma série de serviços ecossistêmicos como regulação hídrica, polinização e captura de carbono, e tem um papel importante na identidade regional e prática cultural. No entanto, enfrenta desafios como a fragmentação do habitat e a perda da vegetação natural com a conversão das áreas de pastagem para agricultura, silvicultura ou até mesmo má utilização no manejo da pecuária. As gramíneas nativas do gênero *Paspalum* se destacam no bioma pela quantidade e por apresentarem bom valor forrageiro. Assim, o objetivo deste trabalho foi abordar aspectos da conservação das espécies do gênero *Paspalum*, conservação do germoplasma, o melhoramento genético, a utilização da hibridação artificial no melhoramento genético de *Paspalum* spp. e o lançamento de novas cultivares de *Paspalum notatum*. Os recentes estudos que analisaram características de importância para o melhoramento das plantas, bem como as características agronômicas das espécies do gênero, têm demonstrado um potencial promissor, apresentando bons valores de herdabilidade e variabilidade genética e produções de forragem que ultrapassam cultivares já existentes, conclusões estas que encorajam os melhoristas a darem continuidade nos programas de melhoramento genético do gênero.

Palavras-chave: Bioma Pampa, *Paspalum*, hibridação

ABSTRACT

The Pampa biome is a unique ecosystem characterized by extensive grasslands, marked by a diversity of vegetation formations and rich biodiversity adapted to varying climatic conditions, with harsh winters and hot summers. Besides serving as the basis for livestock production, the biome provides a range of ecosystem services such as water regulation, pollination, and carbon sequestration, and plays an important role in regional identity and cultural practices. However, it faces challenges such as habitat fragmentation and the loss of natural vegetation due to the conversion of pasture areas for agriculture, forestry, or improper livestock management. Native grasses of the genus *Paspalum* stand out in the biome due to their abundance and good forage value. Therefore, the objective of this work was to address aspects of *Paspalum* species conservation, germplasm conservation, genetic improvement, the use of artificial hybridization in *Paspalum* spp. genetic improvement, and the release of new cultivars of *Paspalum notatum*. Recent studies that have analyzed characteristics important for plant improvement, as well as the agronomic traits of species within the genus, have shown promising potential, with good values of heritability and genetic variability, and forage yields surpassing existing cultivars. These conclusions encourage breeders to continue with genetic improvement programs for the genus.

Keywords: Pampa biome, *Paspalum*, hybridization

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	11
3 METODOLOGIA	12
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
4.1 Bioma Pampa	13
4.2 O gênero Paspalum	16
4.3 Melhoramento genético de plantas forrageiras	20
4.4 Produção de híbridos	23
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
6 REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

O bioma Pampa compreende 63% do território do Rio Grande do Sul, distribuído em quatro regiões geográficas, Planalto da Campanha, Depressão Central, Planalto Sul-Rio-Grandense e Planície Costeira (IBGE, 2004). Com vegetação predominantemente campestre, os campos nativos do bioma apresentam grande diversidade florística e abrigam cerca de 2.150 espécies, onde existe a presença de mais de 450 gramíneas (Poaceas) e 200 leguminosas (Boldrini, Overbeck & Trevisan, 2015; Boldrini, 2009).

O Pampa é também a casa de uma diversidade significativa da fauna, incluindo mamíferos, aves, anfíbios e répteis (Benker, 2009). Mas além de ser um patrimônio genético, é importante para a produção animal, possibilitando uma dieta variada aos ruminantes, o que é capaz de conferir características particulares ao produto final obtido (Nabinger, 2006). Atualmente, sabe-se que ocorrem no Pampa 12.503 espécies de plantas, fungos, bactérias e animais, de 1.025 famílias e 4.661 gêneros. Destas espécies, 97% são nativas e metade delas ocupa predominantemente ou exclusivamente ecossistemas de pastagens (Andrade et al., 2023). A ocorrência de espécies de crescimento estival e hibernar confere uma notável capacidade de resiliência e adaptação aos ecossistemas pastoris. Essa característica possibilita harmonizar a produção animal com a preservação da fauna e flora nativa.

Além da produção de alimentos, os campos naturais proporcionam à sociedade uma série de vantagens. As pastagens desempenham papéis cruciais como provedoras de serviços ecossistêmicos, que incluem a conservação das fontes hídricas, a redução dos efeitos dos gases de efeito estufa, a contenção da erosão e a promoção da polinização (Pillar, Andrade & Dadalt, 2015).

No entanto, nos últimos 37 anos, o Pampa tem passado por transformações intensas no uso da terra, resultando na perda de vegetação natural, introdução de pastagens exóticas, agricultura e silvicultura e redução da biodiversidade, sendo considerado pelo MapBiomas (2021), o bioma que mais perde vegetação. A substituição da formação campestre pela agricultura tem sido cada vez mais intensa e favorece a perda da biodiversidade e liberação de carbono na atmosfera. Tem se deixado de lado a pecuária sustentável, que é vocação natural do Pampa. Desta

forma, conservar as espécies nativas se torna uma ação necessária para que se recupere e mantenha a fisionomia do bioma.

Dentre as gramíneas que são predominantes nos campos do Pampa, as espécies do gênero *Paspalum* se destacam pelo grande número e pelo seu significativo valor forrageiro (Valls, 1987). Ocorrendo em praticamente todas as comunidades herbáceas dos ecossistemas brasileiros, servem de base alimentar para bovinos, e suas sementes são importantes para alimentar pássaros (Vall & Pozzobon, 1987; Prestes et al., 1946). Se destacam pela tolerância ao frio e pela boa produção e qualidade de forragem quando comparadas a outras gramíneas presentes no Rio Grande do Sul.

A maioria das espécies do gênero *Paspalum* são tetraploides, assim apresentam reprodução de forma assexual através da apomixia, que por expressar incompleta megasporogênese e fertilização do óvulo, resulta em uma progênie que é geneticamente idêntica à planta mãe, fixando os genótipos e permitindo sua perpetuação, o que é um aspecto positivo no melhoramento de forrageiras (Adamowski, 2005)

A indução da poliploidia em plantas sexuais, através da duplicação de cromossomos, torna estas plantas tetraplóides, possibilitando realizar o cruzamento destas com pólenes de tetraplóides apomíticos naturais e assim, proporcionando a geração de híbridos do gênero *Paspalum* (Quarín et al., 2001; Weiler, 2015).

Assim, o objetivo deste trabalho foi abordar aspectos relacionados ao desenvolvimento de novas cultivares de espécies do gênero para fins de conservação, recuperação de áreas degradadas e que possam ser inseridas na matriz alimentar de produção pecuária, com ênfase em *Paspalum notatum*.

2 OBJETIVOS

Explorar diversos aspectos da conservação das espécies do gênero *Paspalum*, incluindo a conservação do germoplasma, o melhoramento genético, a seleção de ecótipos de alto rendimento, a utilização da hibridação artificial no melhoramento genético de *Paspalum spp.* e o lançamento de novas cultivares de *Paspalum notatum*.

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada para desenvolver a base bibliográfica de revisão do trabalho sobre conservação e manutenção de espécies nativas do gênero *Paspalum* no bioma Pampa consistiu em uma pesquisa realizada para selecionar artigos científicos, livros, teses, dissertações, revistas acadêmicas e outras publicações que possuem informações relevantes sobre o tema. O objetivo foi encontrar dados que mostram formas e a importância de conservar o gênero *Paspalum*, visto sua relevância para o bioma Pampa e para sistemas de produção animal.

Utilizou-se plataformas como “Google acadêmico”, “SciELO”, repositórios de universidades e outras bases de dados científicos reconhecidas. Para a busca inicial foram utilizadas palavras-chave relacionadas ao tema como “O gênero *Paspalum*”, “Bioma Pampa”, “hibridação de *Paspalum*”, “conservação do gênero *Paspalum*”. A seleção dos trabalhos foi feita de acordo com os critérios de relevância, qualidade metodológica e enquadramento temático, analisados de forma crítica e organizados em tópicos específicos.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Bioma Pampa

Reconhecido oficialmente em 2004, o bioma Pampa abrange a metade meridional do Rio Grande do Sul (Figura 1), constituindo a parcela brasileira dos Pampas Sul Americanos, que se estendem pelos territórios do Uruguai e da Argentina. O Pampa gaúcho ocupa 176.496 km², o que corresponde a aproximadamente 63% do território estadual e 2,07% do território nacional. Esse bioma faz fronteira somente com o bioma Mata Atlântica e é composto por quatro conjuntos principais de vegetação campestre, forma que é predominante, contando também com a presença de ervas e arbustos. A distribuição do bioma Pampa no estado do Rio Grande do Sul abrange as áreas geográficas do Planalto da Campanha, Depressão Central, Planalto Sul-Rio-Grandense e Planície Costeira, onde a ação do homem favoreceu a uniformização da cobertura vegetal que de maneira geral é usada como pastagem natural ou com atividades agrícolas (IBGE, 2004).



Figura 1: Distribuição do bioma Pampa no estado do Rio Grande do Sul (Fonte: IBGE, 2007)

Juntamente com o bioma Mata Atlântica, o Pampa forma os Campos Sulinos, que possui uma grande biodiversidade de espécies, onde existem mais de 3.000 espécies vegetais reconhecidas. Destas, 2.150 espécies ocorrem nos campos nativos do Bioma Pampa, sendo muitas delas com alto valor forrageiro (Boldrini, Overbeck & Trevisan, 2015). A diversidade florística dos campos do Rio Grande do Sul, é resultado da ampla variedade de solos, características climáticas e relevos da região, que determinam a existência de plantas capazes de conviver nas mais diversas condições (Overbeck *et al.*, 2015).

Segundo Burkat (1975), o bioma Pampa constitui uma das regiões mais ricas em gramíneas do mundo. Os campos são caracterizados pela família *Poaceae* (gramíneas), que formam o grupo dominante. Contudo, a família *Asteraceae* (compostas), apresenta também um grande número de espécies, mas seus indivíduos ocorrem geralmente de maneira isolada em meio às gramíneas (Boldrini, 2009). As leguminosas também estão presentes expressivamente no bioma. A família conhecida por abrigar diversas espécies de valor alimentício, tais como feijão e lentilha, também apresenta espécies de valor forrageiro e que são nativas do pampa como Trevo-Riograndense (*Trifolium riograndense* Burkat), Amendoim-do-Campo (*Arachis burkatii* Handro) e Pega-pega-Comum (*Desmodium incanum*) (Nabinger & Dall'Agnol, 2019). Estas são especialmente conhecidas por sua capacidade de fixar nitrogênio atmosférico no solo, por meio de uma simbiose entre suas raízes e bactérias (*Rhizobium* spp.), o que resulta em um aumento significativo no teor de matéria orgânica do solo. Nos Campos Sulinos, mais de 240 espécies de leguminosas podem ser encontradas, e mesmo quando ocorrem de forma isolada, destacam-se com seus coloridos que pontuam o verde das gramíneas (Boldrini, Overbeck & Trevisan, 2009).

Por estar localizado em uma região de transição, o Pampa apresenta verões quentes e invernos frios, com diferenças climáticas bem claras, onde o clima é caracterizado como subtropical úmido (Overbeck *et al.*, 2009). É devido às características climáticas, que nos campos nativos da região se encontram espécies tanto de características metabólicas C3 quanto C4, mostrando que o clima é fator de influência na distribuição das espécies florísticas da região. A predominância de gramíneas C4, de crescimento estival, contribui para uma produção de forragem estacional, onde há menor produção no período hibernal. Entre a primavera e o verão,

as taxas diárias de acúmulo mantêm-se entre 25-35 kg de MS/ha e 0-5 kg de MS/ha durante o inverno, produzindo anualmente entre 2.500 e 4.000 kg de MS/ha (Carvalho, 2006).

O Pampa ainda abriga uma porção significativa da fauna brasileira, onde estão inclusos 74 espécies de mamíferos como a Ema (*Rhea americana*), animal essencialmente campestre, 120 espécies de aves como o Quero-Quero (*Vanellus chilensis*), além de 50 espécies de anfíbios e 97 espécies de répteis (Benker, 2009; IBGE, 2023).

Com toda a diversidade presente no bioma, os campos naturais do sul se apresentam como uma importante ferramenta de serviços ecossistêmicos, bem como para manutenção da biodiversidade da fauna e da flora, colaborando com a regulação hídrica, produção forragem para a atividade pecuária, manutenção de polinizadores e de predadores de pragas das culturas agrícolas e estocagem de carbono (Pillar, Andrade & Dadalt, 2015). Segundo Tornquist (2007), o carbono é o principal componente da matéria orgânica do solo e solos com maiores estoques de matéria orgânica, como é o caso dos solos sob pastagens nativas, tornam-se grandes sequestradores de carbono.

No entanto, ao longo de 37 anos, o bioma Pampa tem passado por mudanças intensas no uso da terra. A perda da vegetação natural foi de 7 milhões de hectares entre 1985 e 2021, o que equivale a cerca de 18%. Enquanto isso, a introdução de pastagens exóticas, agricultura e silvicultura cresceu 15,3% no bioma. As pastagens naturais, que conferem as principais características ao Pampa, sofreram uma redução de 20% no mesmo período (MapBiomias, 2022). Essa redução na biodiversidade compromete a capacidade de alcançar o desenvolvimento sustentável na região. Isso ocorre devido à diminuição das espécies de importância forrageira, alimentar, ornamental e medicinal, bem como ao enfraquecimento dos serviços ambientais fornecidos pela vegetação campestre. Isso inclui a prevenção da erosão do solo e a captura de carbono, que contribui para mitigar as alterações climáticas.

Além de paisagem predominante, os campos do Rio Grande do Sul são determinantes na economia, cultura e modo de vida dos gaúchos (Boldrini et al., 2010). Os jesuítas espanhóis estabeleceram no Rio Grande do Sul as primeiras estâncias, onde trabalhavam os indígenas por eles cristianizados. Através de seus hábitos e objetos de uso, os indígenas deram a maior contribuição para a formação

do tipo humano e social presente no bioma Pampa, posteriormente identificado como gaúcho. Por volta de 1752, a Coroa Portuguesa passou a ocupar o Pampa, estabelecendo estâncias, para além de criar gado, defender o território. Fato que foi determinante na formação cultural reforçando valores como individualismo, desconfiança, relação com cavalo e com a atividade pastoril. Com a criação de gado em um ecossistema favorável, as estâncias se mantinham pela venda dos animais no mercado, e passaram a ser a viga mestra da sociedade, não significando apenas exploração da atividade econômica e unidade de produção, mas núcleo de defesa e manifestação de poder (Ribeiro & Quadros, 2015). O Pampa tem forte relação com a cultura gaúcha, sendo o responsável pela forja da figura do homem gaúcho, - tipicamente pampeano - que perdura até os dias atuais. O chimarrão trazido pelos indígenas, representa um dos mais tradicionais costumes e símbolos do povo gaúcho, a música regional retrata as paisagens naturais do Pampa, bem como a relação do homem junto ao bioma em suas lidas de campo, manejando gado e pasto. Frente a esta construção sociocultural, se encontra no território o sentimento de pertencer ao que nos pertence, e assim, o território é o trabalho, a casa, o local de trocas materiais e espirituais e de filosofia de vida (Maia & Troian, 2022).

A produção gaúcha de gado de corte tem como base alimentar principalmente as pastagens naturais pertencentes ao bioma Pampa, onde os animais são criados de forma extensiva (Carvalho et al., 1998). O produto final proveniente das pastagens naturais apresenta qualidade diferenciada, devido à alta diversidade forrageira capaz de gerar uma dieta rica em nutrientes para os animais (Nabinger, 2006).

4.2 O gênero *Paspalum*

O gênero *Paspalum* tem, em quase sua totalidade, origem americana, tendo ocorrência abundante em locais de clima tropical e subtropical, como o Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai (Barreto, 1974). Pertencente à família Poaceae, *Paspalum* está entre os gêneros mais importantes da tribo Paniceae, e destaca-se entre as gramíneas brasileiras por apresentar o maior número de espécies nativas e grande quantidade de espécies com valor forrageiro significativo (Valls, 1987). Chase (1929) estimou cerca de 400 espécies do gênero, com ocorrência em ambos os hemisférios americanos.

No Brasil, Valls & Pozzobon (1987) estimaram que há ocorrência de aproximadamente 220 espécies do gênero *Paspalum*, ocorrendo em quase todas as comunidades herbáceas dos ecossistemas brasileiros, onde muitas comunidades são dominantes e responsáveis pela formação da maior parcela de forragem disponível. Segundo Barreto (1974), no Rio Grande do Sul, estas espécies de *Paspalum* estão distribuídas por todas as regiões fisiográficas e fazem parte de todas as formações campestres. Cerca de 70 entidades taxonômicas foram identificadas, com ampla distribuição e, frequentemente, apresentam características particulares.

De acordo com Prestes et al. (1976), o gênero *Paspalum* apresenta importante valor agrônomo, servindo de base alimentar para bovinos, além de que suas sementes são importantes fontes alimentares para pássaros. As espécies de *Paspalum* apresentam maior resistência ao frio, produção de forragem anual e de proteína bruta, quando comparadas a outras gramíneas nativas do Rio Grande do Sul. Além de serem uma opção interessante pelo seu valor forrageiro, as espécies do gênero são também utilizadas como ornamentais, em gramados, jardins, parques e quadras de esporte.

Grande parte das espécies do gênero são apomíticas, principalmente tetraploides. No entanto, a maioria das espécies apomíticas tetraploides possuem coespecíficos sexuais diploides e auto-incompatíveis (Quarín & Norrmann, 1990).

Segundo Chase (1929), dentro do gênero *Paspalum* existem 26 grupos taxonômicos. Ao estudar as espécies do gênero no Rio Grande do Sul, Barreto (1974) observou que as espécies pertencentes aos grupos Notata, Dilatata, Livida e Plicatula são as que apresentam melhores características agrônomicas, produzindo forragem tenra, suculenta e atrativa para os animais.

O conjunto Plicatula inclui aproximadamente 30 tipos, onde várias delas são tetraploides e se reproduzem de forma apomítica (Ortiz et al., 2013). As espécies pertencentes a esse conjunto são identificadas por terem ramos espiniformes unilaterais alternados em suas inflorescências. Seu hábito de crescimento é descrito como rizomatoso ou cespitoso, com o antécio superior exibindo uma tonalidade brilhante e acastanhada, e o lema inferior de forma ondulada. As espécies mais proeminentes do conjunto são: *P. lepton* (anteriormente *P. nicorae*), *P. rojasii*, *P. parodii*, *P. yaquaronense*, *P. guenoarum* e *P. Plicatulum* (Barreto, 1974). Graminho et al. (2017) avaliaram acessos de *P. lepton* para mensurar a produção de matéria seca

ao longo de um ano, e constataram um rendimento de 12.463 kg de matéria seca por hectare.

P. guenoarum (capim-ramirez) é perene, de crescimento estival, mas com alta tolerância ao frio, podendo atingir altura de até 1,5 m ou mais no florescimento. 'Azulão' e 'Baio' são ecótipos nativos do Rio Grande do Sul e apresentam excelente produção e forragem de boa qualidade; foram encontrados teores médios de proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) de 8,6 e 8,7% e 56 e 53%, respectivamente, em avaliações das plantas inteiras (Paim & Nabinger, 1982). Somente na avaliação das folhas, Pereira (2013) relatou teores médios de PB de 16 e 17% para 'Baio' e 'Azulão', respectivamente. Dados qualitativos, aliados a seu bom potencial forrageiro e tolerância ao frio, tornam interessante seu uso como pastagens na região sul do Brasil.

Notata também é um grupo importante do gênero, contendo 22 espécies, onde a mais conhecida é *Paspalum notatum* Flügge (grama-forquilha), que destaca-se entre as diversas espécies como uma importante forrageira das pastagens nativas do sul do Brasil, Uruguai, nordeste da Argentina e sul do Paraguai (Quarin et al., 1984). É a espécie mais comum e de ocorrência mais frequente, sendo responsável por 20 a 40% da cobertura herbácea da maioria das formações campestres naturais do Rio Grande do Sul, e a mais cultivada na região das Missões e do Planalto (Barreto, 1974). Segundo Pozzobon et al. (1997), *P. notatum* é uma das espécies mais comuns do gênero, que tem sua importância amplamente aceita, apresentando boa qualidade de forragem, alta resistência ao pastejo e ao pisoteio dos animais. Seus diversos ecótipos apresentam adaptações às mais variadas condições de solo e clima. Essa espécie apresenta características morfológicas variadas quanto ao tamanho e espessura do rizoma, tamanho das flores e das inflorescências, rendimento e qualidade (Nabinger & Dall' Agnol, 2008). Valls (1987) afirma que, graças ao bom valor forrageiro e à rapidez de estabelecimento de uma densa cobertura do solo, inúmeros acessos de *P. notatum* têm sido incorporados a experimentos científicos e a criação de cultivares comerciais da espécie. Como uma gramínea importante, recebe denominações comuns, como grama forquilha no Rio Grande do Sul, gramilla blanca no Uruguai e Argentina, bahiagrass nos Estados Unidos, cana mazo em Cuba, grama batatais e grama de São Sebastião em São Paulo (Maraschin, 2001).

Motta (2014) observou que um ecótipo de *P. notatum* chamado Bagual, coletado no Rio Grande do Sul, apresentou uma produção superior a 14 t/ha de matéria seca total. Isso destaca o potencial forrageiro de um ecótipo adaptado às condições edafoclimáticas da região. A produção de matéria seca total é uma das características que mais contribui para a detecção de variabilidade genética em espécies de *Paspalum*, independente do ano de avaliação e do ambiente.

P. notatum é uma espécie polimórfica que ocorre em pastagens naturais de países com climas quentes e temperados nas Américas. Começa a crescer relativamente rápido com temperaturas superiores a 20°C, uma vez que gramíneas tropicais não sintetizam a clorofila em temperaturas inferiores a 16°C e florescem com comprimento de dia superior a 12h (Downes, 1970). Sob diferentes condições ecológicas ocorrem morfotipos diversos dessa espécie. Os principais caracteres distintivos dessas formas estão relacionados à aparência, vigor, tamanho e pilosidade das folhas, altura das hastes florais, número e comprimento das inflorescências, bem como dimensões e coloração das espiguetas (Barreto, 1974). A espécie possui ciclo perene, com crescimento estimulado na estação quente, e se dispersa através de rizomas supraterrâneos, além de sementes. Segundo Maraschin (2001), produz forragem da primavera ao outono, é bem adaptada ao pastejo e resiste ao pisoteio, dado que seus rizomas ficam protegidos pela bainha e há emissão de novas folhas estimuladas pelas temperaturas de primavera.

P. notatum exhibe variabilidade genética em sua resposta ao foto-período. Essa informação é relevante devido ao fato de que a extensão dos dias tem um impacto direto na produção de forragem. A existência de ecótipos que reagem sensivelmente ao fotoperíodo ainda é significativa nas regiões com climas mais frios, uma vez que esse mecanismo provavelmente serve como uma adaptação de defesa para essas plantas. Por outro lado, ecótipos insensíveis podem ser valiosos em áreas com climas mais amenos, onde a redução na produção de forragem ocorre principalmente devido à diminuição da duração do dia (Machado et al., 2017)

A espécie é citada como adaptável a solos leves, mas tem sido encontrada em solos argilosos, e prospera na sucessão secundária nas áreas de mata das regiões coloniais do sul do país (Maraschin, 2001). Boldrini (1993) aponta uma característica de *P. notatum* var. *comum* que merece destaque, que é sua capacidade de se

desenvolver nas áreas mais erodidas e lixiviadas, colonizando solos mais secos e promovendo maior cobertura de solo, influenciado por pastejo mais pesado. Apresentando propagação vegetativa inicialmente lenta, onde os estolões se estendem formando um denso gramado rasteiro, solidamente fixado ao solo, se desenvolve uma estrutura de pastagem difícil de ser invadida por outras espécies, fato que colabora para a dominância da espécie.

Prestes et al. (1976), ao estudarem no Rio Grande do Sul cinco biótipos de *P. notatum*, de hábitos rizomatosos e cespitosos, observaram diferenças morfológicas entre estes, possibilitando sua caracterização. Segundo Otero (1961), a grama forquilha (*Paspalum notatum* Flüggé) quando em solos férteis, apresenta aspecto viçoso, é verdejante e produtiva, enquanto em solos arenosos e pobres, tem crescimento insignificante, com aspecto duro, seco e pálido. Ainda, nos solos arenosos, pode apresentar pilosidades, recebendo denominação de grama peluda.

Valls & Pozzobon (1987) identificaram que o Rio Grande do Sul abriga uma dezena de biótipos de *Paspalum notatum*, onde apresentam distintas morfologias, todos tetraploides e apomíticos. As formas distintas da espécie são, comumente, alopátricas ou ocupam nichos distintos nos campos naturais. As plantas diplóides de *Paspalum notatum*, geralmente incluídas na variedade *surae*, são sexuais.

P. notatum var. *surae* (Pensacola), nativo do leste da Argentina, foi cultivado em grande escala no Rio Grande do Sul e descrito por alguns autores. A forma diploide é sexual e meioticamente estável, alogama e autoincompatível (Burton, 1946). A Pensacola é uma das poucas alternativas de espécies cultivadas de verão, disponível no mercado. É de estação quente, e apresenta maior produção de forragem em temperaturas médias superiores a 15°C. Por possuir facilidade de estabelecimento através de sementes, característica forma de crescimento perfeitamente adaptada ao pastoreio e às inegáveis qualidades de aceitabilidade e valor forrageiro, a cultivar merece ser comparada, sob ponto de vista de produção e valor forrageiro, com biótipos nativos (Barreto, 1974). Contudo, vale ressaltar que a maioria dos estudos realizados comparando ecótipos de *P. notatum* nativo do RS com a cultivar 'Pensacola', afirmam que os acessos nativos apresentam maiores produções de matéria seca (Weiler, 2013; Barbosa et al., 2019; Machado et al., 2021).

4.3 Melhoramento genético de plantas forrageiras

O princípio básico do melhoramento genético de plantas está diretamente associado além da variabilidade genética, ao sistema reprodutivo. Ele é um dos principais fatores que define os métodos de melhoramento que serão utilizados (Borém, 2021).

O modo de reprodução das plantas é dividido em dois grupos: reprodução sexuada e assexuada. Plantas que apresentam reprodução sexuada, exibem na sua fase reprodutiva o processo de meiose, onde os gametas apresentam número reduzido de cromossomos, número haplóide (n). Este grupo é subdividido em dois: plantas predominantemente autopolinizadas (autógamas) e plantas predominantemente de polinização cruzada (alógamas). Plantas que apresentam reprodução assexuada, possuem também uma subdivisão em dois grupos: plantas que se propagam através de partes vegetativas (gemas, estolões e mudas) e as plantas que se multiplicam através de sementes apomíticas, não apresentando fase reducional de cromossomos (Batista e Neto, 1999).

A apomixia, processo de reprodução de plantas, difere da reprodução sexual por não envolver a fusão de gametas femininos e masculinos. Ocorre exclusivamente na parte feminina, especificamente no óvulo, resultando em divisões mitóticas das células do óvulo, mantendo a oosfera com o mesmo número de cromossomos, garantindo que o desenvolvimento do embrião seja autônomo, gerando uma nova planta idêntica à planta mãe (Carneiro et al., 2006)

A grande maioria das espécies apomíticas são perenes e frequentemente se propagam vegetativamente através de estolões ou rizomas. Esse processo, combinado com a apomixia, permite que as plantas apomíticas formem grandes populações clonais no campo, que podem persistir por longos períodos. A apomixia também pode levar à formação e manutenção de variedades ou biótipos com características morfológicamente distintas, mas ainda capazes de se reproduzirem entre si. Isso torna a taxonomia desses complexos agâmicos uma tarefa difícil e controversa (Dickinson, 1998).

A apomixia oferece uma oportunidade única para a clonagem de plantas através das sementes, se tornando uma importante ferramenta para o melhoramento genético das plantas. Entre as vantagens da apomixia, se destaca a capacidade de

fixar imediatamente qualquer genótipo superior selecionado no processo de melhoramento, culminando em plantas idênticas à original, independente do vigor híbrido e do nível de heterozigose (Koltunow et al., 1993).

O controle genético da apomixia em tetraplóides de *P. notatum* é regido por um único local dominante que segue padrões de segregação mendeliana. No entanto, na regulação da expressão da apomixia, é provável que exista um efeito letal pleiotrópico desse local dominante ou uma letalidade parcial de fatores associados ao gene da aposporia, que poderia causar distorções na segregação (Martinez et al., 2001).

Dentre as espécies do gênero *Paspalum* existe uma direta correlação entre o nível de ploidia e modo de reprodução, no qual diploidia está relacionado com reprodução sexuada e alogamia e poliploidia está relacionada com apomixia (Adamowski et al., 2005).

Muitos estudos evidenciam que o nível tetraplóide é o de maior ocorrência entre as espécies de *Paspalum*. Adamowski (2005), ao analisar 36 acessos de *Paspalum*, encontrou um acesso diplóide ($2n=2x=20$), 34 tetraplóides ($2n=4x=40$) e um hexaplóide ($2n=6x=60$). Pozzobon & Valls (1997) ao realizarem estudos com *P. notatum*, relataram que 90% dos acessos apresentaram $2n=4x=40$ cromossomos, e o restante $2n=4x=20$ cromossomos. O estudo realizado por Dahmer et al. (2008), analisou 92 acessos de *P. notatum*, onde encontrou 83 tetraplóides ($2n=4x=40$), 7 acessos de pensacola eram diplóides ($2n=2x=20$), como esperado e um acesso originalmente coletado como *P. notatum* era diplóide ($2n=2x=20$). Os autores citam que o acesso de *P. notatum* diplóide é provavelmente um escape de Pensacola (*P. notatum* var. *saurae*), uma vez que a variedade é bastante cultivada na região. Pozzobon & Valls (1997) relataram 11 acessos como $2n=20$ e consideraram estes como escape dos cultivos de Pensacola. De acordo com Daurélio et al. (2004), os diplóides sexuais são todos botanicamente *P. notatum* var. *saurae*, sendo restritos ao Nordeste e Centro-Oeste da Argentina. Se existe diplóide “verdadeiro” de *P. notatum*, além da Pensacola, é extremamente raro (Dahmer et al., 2008).

A apomixia na reprodução leva a populações com alta homogeneidade genética. Isso pode dificultar a adaptação em ambientes diversos e apresentar riscos quando ocorrem interações com agentes bióticos, principalmente quando pragas e doenças colocam em risco o crescimento, a produção e a sobrevivência (Adamowski et al., 2005).

Cruzamentos entre plantas apomíticas e sexuais podem ocasionar em segregação para apomixia e sexualidade na geração F1. Deste modo, dentro de um programa de melhoramento genético, é importante analisar o modo de reprodução das progênies segregantes, pois as progênies apomíticas que possuem características superiores podem ser levadas a etapa final do programa, sendo lançadas como cultivares, pois a manutenção dos caracteres de interesse está assegurada devido à falta de recombinação gênica. As plantas sexuais são utilizadas no programa como mães em novos cruzamentos, gerando variabilidade genética (Carvalho et al., 2008)

Por ser idêntica à planta mãe, resultado da apomixia que impede a recombinação genética, a utilização de plantas nativas apomíticas como novas cultivares enfrenta dificuldade junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, pois não é possível proteger plantas sem que tenham transcorrido por um programa de melhoramento genético que comprove sua distinção e superioridade em relação a outras variedades. Contudo, unir gene de apomixia a gene de reprodução sexuada, traz vantagens como a fixação do vigor híbrido (Grossniklau, 2001). Alguns autores, utilizando colchicina, duplicaram cromossomos de *P. notatum* var *saurae*, cultivar diplóide sexual do gênero, e concluíram que é possível gerar artificialmente poliplóides sexuais de Pensacola, permitindo que cruze com genótipos tetraplóides apomíticos, estimulando a utilização de plantas apomíticas pelos melhoristas (Quarín et al., 2001; Weiler et al., 2015). Deste modo, se torna possível a obtenção de híbridos apomíticos com potencial produtivo aptos à proteção de novas cultivares junto ao MAPA.

4.4 Produção de híbridos

A hibridação de plantas consiste no cruzamento entre dois indivíduos de plantas diferentes, com objetivo de obter descendentes que herdaram características específicas dos parentais (Borém, 2013). Resultando em variabilidade genética, é uma das principais ferramentas utilizadas pelos melhoristas para o desenvolvimento

de novas cultivares, com melhores características como maior produtividade, resistência a doenças, bem como na conservação de espécies.

A viabilidade de cruzamentos entre tetraplóides sexuais, usados como mães, e tetraplóides apomíticos, utilizados como doadores de pólen, tem sido amplamente documentada na literatura (Weiler et al., 2018). Isso permite a produção de populações segregantes com apomixia e híbridos que demonstram heterose para características agrônomicas relevantes, tais como rendimento de forragem e tolerância ao frio, como previamente observado em *P. notatum* (Weiler et al., 2018; Barbosa et al., 2019).

Dahmer et al. (2008) conduziram análises em acessos tetraplóides de *P. notatum* e observaram uma elevada fertilidade do pólen, o que garante a formação do endosperma, uma vez que a espécie se reproduz por meio de apomixia do tipo pseudogamia. Esses acessos analisados, por serem potencialmente macho-férteis, apresentam uma promissora perspectiva para utilização como genitores masculinos em programas de cruzamentos no âmbito do melhoramento genético. Silveira et al. (2022), ao estimarem parâmetros genéticos em uma população de híbridos intraespecíficos de *P. notatum*, concluíram que os genótipos apresentam altas magnitudes de herdabilidade, bem como alta precisão seletiva e variação genética para características forrageiras.

Nas condições do ambiente subtropical onde está inserido o Pampa, a pastagem nativa com predominância de espécies do gênero *Paspalum*, é importante por ser a responsável pela produção de forragem das pastagens locais (Maraschin, 2001). Desta forma, dentre as características agrônomicas das plantas que compõem o substrato da pastagem nativa do bioma Pampa, a produção de forragem é de grande importância.

Weiler et al. (2018), avaliaram a produção de forragem de híbridos provenientes de genótipos tetraplóides sexuados artificialmente e de ecótipos nativos de *P. notatum* denominados “Bagual” e “André da Rocha”. Dentre 20 híbridos que expressaram boa produção de forragem, o denominado “D3” foi o que mais produziu, apresentando 597 gramas da matéria seca total, 42% a mais do que o genitor mais produtivo (Bagual), que teve produção de 240 gramas no acumulado dos cinco cortes realizados. Barbosa et al (2019), determinaram o acúmulo de forragem de híbridos de *P. notatum* em dois locais distintos do Rio Grande do Sul, onde obtiveram híbridos que superaram o

genitor masculino mais produtivo, a partir da segunda safra. Segundo Motta et al. (2017), é comum plantas perenes apresentarem maior acúmulo de forragem a partir do segundo ano, pois o rendimento é menor durante o estabelecimento.

O nitrogênio é um nutriente constituinte de proteínas que tem participação ativa na síntese de compostos orgânicos, componentes da estrutura da planta. De tal modo, a adubação nitrogenada tem sido amplamente utilizada para elevar a matéria seca de pastagens constituídas por espécies de *Paspalum*. Motta et al. (2020), avaliaram acúmulo de forragem, em quatro híbridos interespecíficos de *Paspalum*, resultados de cruzamentos entre *P. Plicatum* x Azulão (*P. guenoarum*) e *P. plicatum* x Baio (*P. guenoarum*), utilizando Azulão e Aruana (*Panicum maximum*) como controles, cultivados sob cinco doses de N (0, 60, 120, 240 e 480 kg N/ha) e uma mistura de gramínea e leguminosa. Os tratamentos fertilizados com 480 kg de N/ha apresentaram aumentos de acúmulo de forragem de 67% no primeiro ano e 117% no segundo ano, quando comparados ao tratamento de 0 kg de N/ha. A mistura gramínea-leguminosa, também apresentou aumentos, quando comparada com tratamentos de 0 e 60 kg N/ha, sugerindo que a mistura pode substituir a adubação nitrogenada até a dose de 120 kg N/ha.

Sob condições ambientais favoráveis, a taxa de crescimento da pastagem tende a se elevar à medida que ocorre um aumento na área foliar das plantas, uma vez que, em conjunto com isso, há um incremento na interceptação de luz solar (Maraschin, 2001). Avaliando durante dois anos híbridos de *P. guenoarum* e *P. plicatum*, Motta et al. (2017), relataram quatro híbridos que apresentaram maior desempenho para produção de massa seca de folhas em comparação aos demais genótipos. Além disso, todos os híbridos apresentaram maior produção do que o ecótipo Azulão, que segundo Pereira et al (2012), apresenta produção de massa seca foliar acima de 11.000 kg por hectare, destacando alta proporção de folhas deste genótipo. De acordo com Motta et al (2020), a adubação nitrogenada pode aumentar em mais de duas vezes o acúmulo de folhas.

Desfolhas frequentes e intensas são capazes de reduzir a absorção de nutrientes e água do solo (Maraschin, 2001). De tal forma, em plantas forrageiras submetidas a pastejo ou corte, é importante a avaliação do rebrote. Motta et al. (2017), ao compararem o rebrote de híbridos de cruzamento interespecífico de *Paspalum*, aos

ecótipos Azulão e a cv. Aruana, utilizada como testemunha por ser uma espécie bastante difundida no sul do Brasil, relataram que os híbridos apresentaram melhores índices de rebrote. Nos estudos conduzidos por Pereira (2013) e Weiler (2013), os híbridos que apresentaram maiores índices de sobrevivência e rebrote, foram os que apresentaram também maior produção de matéria seca total.

Para que os híbridos recém desenvolvidos possam ser utilizados em cruzamentos, se faz necessária a avaliação do modo de reprodução e da expressividade de aposporia, para definir a correta utilidade no melhoramento da espécie e das progênes a serem estudadas e caracterizadas (Acunã et al, 2007).

A fim de avaliar a fertilidade das progênes híbridas, Machado et al. (2021), determinaram o modo de reprodução de híbridos tetraplóides de genitores sexuais e apomíticos. Dentre as 24 plantas avaliadas, foram encontrados 13 genótipos sexuados e 11 apomíticos, confirmando a segregação para modos de reprodução. Machado et al. (2021), ao avaliarem o modo de reprodução de híbridos de *P. notatum* Flügge, encontraram na mesma família híbridos sexuados e apomíticos, fato explicado pela dominância de um único fator mendeliano que controla a aposporia na espécie, onde a sexualidade se comporta como recessiva. O mesmo já havia sido citado por Martinez et al. (2001).

A expressividade da aposporia refere-se ao grau em que o fenótipo de aposporia é manifestado em um indivíduo ou em uma população de plantas apomíticas e sua avaliação se faz importante pois a apomixia pode ser facultativa, ou seja, tanto sementes de origem zigótica como apomítica podem ser obtidas de uma mesma planta e, desta forma, a progênie destas plantas é constituída por uma população variável de plantas, algumas das quais são clones da planta mãe e outras híbridos sexuais (Koltunow et al., 1995). Machado et al. (2021), encontraram níveis variáveis da expressividade da aposporia em 12 híbridos de *P. notatum*, seis foram classificados como altamente apomíticos, por possuírem sacos embrionários aposporosos em mais de 90% dos seus óvulos.

De acordo com Pagliarini & Pozzobon (2004), por ser *P. notatum* uma espécie pseudogâmica, a fertilização pelo pólen ocorre somente no endosperma, exigindo assim, um certo grau de viabilidade polínica. Krycki et al. (2020), avaliaram a viabilidade polínica de híbridos de *P. notatum*, onde 21 genótipos híbridos

apresentaram 90% de pólen viável. No estudo dirigido por Dahmer et al. (2008), a viabilidade de acessos de *P. notatum* variou de 81 a 91,5% em híbridos F1

A hibridação de espécies do gênero *Paspalum* têm consistentemente demonstrado um notável potencial. Os genótipos selecionados, com características agronômicas superiores fixadas por reprodução apomítica em nível tetraplóide nos programas de melhoramento, podem ser considerados potenciais novas cultivares (Jank et al. 2014, Novo et al. 2020)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O bioma Pampa desempenha um papel fundamental no cenário natural, cultural e econômico da região sul do Brasil. Suas vastas extensões de campos nativos não apenas abrigam uma impressionante diversidade de espécies vegetais e animais, mas também moldaram a identidade cultural do povo gaúcho ao longo dos séculos. A interação entre a biodiversidade, os serviços ecossistêmicos e as práticas humanas, como a criação de gado, cria uma complexa teia de relações que sustenta tanto a vida selvagem quanto a vida humana.

Visando resgatar a biodiversidade dos campos, bem como trazer benefícios para os produtores, se faz preciso valorizar e explorar a riqueza de germoplasma naturalmente presente no Pampa, a fim de potencializar o desenvolvimento e produção de novas cultivares que tenham potencial para serem integradas ao sistema de produção do estado, e que demonstrem capacidade de regenerar áreas degradadas.

As espécies do gênero *Paspalum*, em particular o *Paspalum notatum*, tem valor forrageiro significativo. A predominância da espécie no bioma Pampa reforça sua importância na composição das pastagens naturais da região. Essa gramínea é bem adaptada às condições de clima do bioma, o que a torna uma boa opção para sistemas de pastagens, contribuindo para produção de forragem e também para a sustentabilidade do ecossistema.

A possibilidade de cruzar plantas sexuais poliploidizadas com plantas tetraplóides apomíticas, representou um avanço crucial para o desenvolvimento de programas de melhoramento de espécies do gênero *Paspalum*. Os híbridos oriundos destes cruzamentos, têm demonstrado potencial promissor para o desenvolvimento de novas cultivares. A escassez de cultivares comerciais disponíveis no mercado, como a cultivar Pensacola, variedade esta que segundo os estudos demonstrados produz menos do que alguns híbridos, ressalta a necessidade de expandir a diversidade genética a fim de atender às demandas de pastagens mais produtivas e resilientes.

Os resultados dos estudos indicam que os híbridos do gênero podem principalmente produzir maior massa seca do que ecótipos nativos e outras

variedades já existentes, sugerindo que estes híbridos podem ser uma solução interessante para melhorar a produtividade das pastagens naturais do Pampa. Isso é especialmente importante para que a produção pecuária ocorra de forma sustentável e para a conservação do bioma que está em um contexto em que a degradação das terras e a pressão sobre os recursos naturais são preocupações crescentes. Os híbridos podem ser benéficos para os esforços de conservação e manutenção do bioma Pampa, pois têm potencial de auxiliar na regeneração de áreas degradadas, reduzindo a erosão e contribuindo para a preservação da biodiversidade característica do Pampa.

Em suma, os estudos que exploram os híbridos do gênero *Paspalum*, são promissores e o uso dos mesmos pode ser uma ferramenta estratégica para enfrentar os desafios de conservação e produção sustentável no bioma Pampa, um ecossistema que é único.

6 6 REFERÊNCIAS

13 SEMANA DO ESTUDANTE, 1999, São Carlos. **Utilização de Forrageiras para intensificação da produção de carne e leite**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 1999.

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

ANDRADE, Bianca O.; DRÖSE, William; AGUIAR, Cassiana Alves de; AIRES, Elisa Teixeira; ALVARES, Diego Janisch; BARBIERI, Rosa Lia; CARVALHO, Claudio José Barros de; BARTZ, Marie; BECKER, Fernando Gertum; BENCKE, Glayson Ariel. 12,500+ and counting: biodiversity of the brazilian pampa. **Frontiers Of Biogeography**, [S.L.], v. 15, n. 2, p. 1-15, 6 jun. 2023. California Digital Library (CDL).

BARBOSA, Marlon Risso *et al.* Herbage accumulation of bahiagrass hybrids in two different environments in southern Brazil. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 25, n. 1/2, p. 58-69, jul. 2019.

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

BATISTA, L.A.R.; REGINATO NETO, A. Espécies do gênero *Paspalum* com potencial forrageiro. In: 13 SEMANA DO ESTUDANTE, São Carlos–SP, 1999 Resumos... São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 1999, p. 59-71.

BOLDRINI, I. L.; OVERBECK, G. E.; TREVISAN, R.; GARCIA, E. N.; MORO, R. S.; PINTO, C.; ZANNIN, A. Biodiversidade de plantas. In: PILLAR, Valério de Patta; LANGE, O. (ed.). **Os campos do sul**. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos Ufrgs, 2015. Cap. 5. p. 43-50.

BOLDRINI, Ilsi Iob. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, Valério de Patta *et al* (ed.). **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: Mma, 2009. Cap. 4. p. 63-77.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. . Melhoria de plantas. 8. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2021.

BURTON, Glenn W. Bahiagrass types. **Agronomy Journal**, Madison, v.38, p.273-281, 1946.

CARNEIRO, V.T.C.; DUSI, D.M.A.; ORTIZ, J.P.A. Apomixis: Occurrence, applications and improvements. In: SILVA J.A.T. (Ed) Floriculture, Ornamental and Plant

Biotechnology: Advances and Topical Issues (1st Edn, Vol I), Global Science Books, Isleworth, UK, 2006. p. 564-571.

CARVALHO, I. F.; LORENCETTI, C.; MARCHIORO, V. S.; SILVA, S. A. Condução de população no melhoramento genético de plantas. 2 ed. Pelotas: UFPel. Ed. Universitária. 288p. 2008.

CARVALHO, P. C. F. et al. Produção animal no bioma campos sulinos. Brazilian Journal of Animal Science, v. 35, p. 156-202, 2006.

CARVALHO, Paulo César de Faccio.; MARASCHIN, Gerzy Ernesto; NABINGER, Carlos. Potencial produtivo do campo nativo do Rio Grande do Sul. In: PATIÑO, H.O. (ED.). SUPLEMENTAÇÃO DE RUMINANTES EM PASTEJO, 1, Anais... PORTO ALEGRE. 1998.

DAHMER, Nair *et al.* Cytogenetic data for *Paspalum notatum* Flüggé accessions. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 4, p. 381-388, jul. 2008.

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

IBGE _ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 28 jun. 2023.

KOLTUNOW, A.M., BICKNELL, R.A., CHAUDHURY, A.M. Apomixis: molecular strategies for the generation of genetically identical seeds without fertilization. **Plant Physiol.**, Lancaster, v. 108, p.1345-1352, 1995.

KOLTUNOW, A. M. Apomixis: Embryo sacs and embryos formed without meiosis or fertilization in ovules. *The Plant Cell*, Rockville, , v. 5, n. 10, p. 1425 –1437, 1993.

KRYCKI, Karine Cristina *et al.* Reproductive analyses of intraspecific *Paspalum notatum* Flüggé hybrids. **Crop Breeding And Applied Biotechnology**, [S.L.], v. 20, n. 1, p. 1-7, jan. 2020. FapUNIFESP (SciELO).

MACHADO, J. M. et al. Agronomic evaluation of *Paspalum notatum* Flüggé under the influence of photoperiod. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 46, p. 8-12, 2017.

MACHADO, Juliana Medianeira; DALLAGNOL, Miguel; MOTTA, Eder Alexandre Minsk da; PEREIRA, Emerson André; BARBOSA, Marlon Risso; NEME, Jackson Camargo; KRYCKI, Karine Cristina. Productive potential of superior genotypes of *Paspalum notatum* Flüggé in response to nitrogen fertilization. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, [S.L.], v. 20, p. 1-13, nov. 2019. FapUNIFESP (SciELO).

MACHADO, Juliana Medianeira *et al.* Reproduction mode and apospory expressivity of selected hybrids of *Paspalum notatum* Flugge. **Journal Of Plant Breeding And Crop Science**, [S.L.], v. 13, n. 2, p. 58-63, 30 abr. 2021. Academic Journals.

MAIA, Joélio Farias; TROIAN, Alessandra. O PAMPA GAÚCHO: fatores materiais e imateriais na consolidação do território. **Revista Grifos**, [S.L.], v. 31, n. 57, p. 01-19, 28 mar. 2022. Revista Grifos.

MAPBIOMAS. **Pampa trinacional: mapas anuais para el periodo 1985-2021. Geoinformación para el ordenamiento territorial.** 2022. Disponível em: https://mapbiomas-tri-pampa-site.s3.amazonaws.com/Mapbiomas_PAMPA_2022_13_12_v2.pdf. Acesso em: 07 ago. 2023.

MARASCHIM, G. E. A planta forrageira no sistema de produção: grama batatais, forquilha e bahiagrass. In: PEIXOTO, A. M.; PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. 17º Simpósio sobre manejo da pastagem. FEALQ. Anais... Piracicaba, 2001. 393p.

MARTÍNEZ, E.J.; URBANI, M.H.; QUARIN, C.L.; ORTIZ, J.P.A. Inheritance of apospoy in bahiagrass, *Paspalum notatum*. **Hereditas**, Lund, v.135, p.19-25, 2001.

MOTTA, Eder Alexandre Minski da *et al.* Agronomic performance of interspecific *Paspalum* hybrids under nitrogen fertilization or mixed with legumes. **Agrosystems, Geosciences & Environment**, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 1-13, jan. 2020. Wiley.

MOTTA, Eder Alexandre Minski da *et al.* Forage value of superior interspecific hybrids of *Paspalum*. **Revista Agrônômica**, Fortaleza, v. 48, n. 1, p. 191-198, jan. 2017.

MOTTA, Eder Alexandre Minski da *et al.* Response of Bahiagrass hybrids to nitrogen fertilization or mixture with legumes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.L.], Disponível em: <https://rbz.org.br/article/response-of-bahiagrass-hybrids-to-nitrogen-fertilization-or-mixture-with-legumes/>. Acesso em: 10 ago. 2023.

NABINGER, Carlos. 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, Carlos; DALL'AGNOL, Miguel. Principais gramíneas nativas do RS: características gerais, distribuição e potencial forrageiro. In: DALL'AGNOL, M.; NABINGER, C.; SANTOS, R. J. (Eds.). Simpósio de Forrageiras e Produção Animal, 3º, Porto Alegre, 2008. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, p.7-54, 2008.

Novo, P.E., Acuña, C.A., Urbani, N.H., Galdeano, F., Espinoza F., Quarin C.L. (2020). Transferência genética de várias espécies tetraploides apomíticas de *Paspalum* para um grupo de elite de plantas sexuais. *Crop Science* 60(4):1997-2007.

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

OTERO, Jorge Ramos. Informações sobre algumas plantas forrageiras. **Serviço de informação agrícola**. N. 11, Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, 1961. 334 p.

OVERBECK, Gerhard Emst; BOLDRINI, Ilsi Iob; CARMO, Marta Regina Barroto do; GARCIA, Élen Nunes; MORO, Rosemeri Segecin; PINTO, Cassiano Eduardo; TREVISAN, Rafael; ZANNIN, Ana. Fisionomia dos campos. In: PILLAR, Valério de Patta; LANGE, Omara (ed.). **Os campos do sul**. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos - Ufrgs, 2015. Cap. 3. p. 31-42.

PEREIRA, Emerson André. **Melhoramento genético por meio de hibridizações interespecíficas no grupo plicatula - gênero *Paspalum***. 2013. 167 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Ufrgs, Porto Alegre, 2013.

PILLAR, Valério de Patta; ANDRADE, Bianca Ott; DADALT, Leticia. Serviços ecossistêmicos. In: PILLAR, Valério de Patta; LANGE, Omara (ed.). **Os campos do sul**. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos - Ufrgs, 2015. Cap. 11. p. 115-122.

POZZOBON, Marisa Toniolo; VALLS, José Francisco Montenegro. Chromosome number in germplasm accessions of *Paspalum notatum* (Gramineae). **Brazilian Journal of Genetics**, Ribeirão Preto, v.20, n.1, p.29-34, 1997.

PRESTES, P.J.Q.; FREITAS, E.A.G.; BARRETO, I.L. Hábito vegetativo e variação estacional do valor nutritivo das principais gramíneas da pastagem do Rio Grande do Sul. **Anuário Técnico do Instituto de Pesquisas Zootécnicas “Francisco Osório”**, Porto Alegre. V. 3, p. 516-531, julho 1976.

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

QUARÍN, Camilo L.; BURSON, Byron L.; BURTON, Glenn W. Cytology of intra- and interspecific hybrids between two cytotypes of *Paspalum notatum* and *P. Cromyorrhizon*. **Botanical Gazette**. Chicago, v. 145 n. 3. p. 420-426, 1984.

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

RIBEIRO, Cláudio Marques; QUADROS, Luiz Ferreira de. Valor histórico e econômico da pecuária. In: PILLAR, Valério de Patta; LANGE, Omara (ed.). **Os campos do sul**. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos - Ufrgs, 2015. Cap. 2. p. 13-18.

Silveira, D.C.; Machado, J.M.; Motta, E.A.M.d.; Barbosa, M.R.; Simioni, C.; Weiler, R.L.; Mills, A.; Sampaio, R.; Brunet, A.P.; Dall’Agnol, M. Genetic Parameters, Prediction of Gains and Intraspecific Hybrid Selection of *Paspalum notatum* Flüggé for Forage Using REML/BLUP. *Agronomy* 2022, 12, 1654.

TORNQUIST, C. G. Simulação da dinâmica do carbono orgânico do solo em escala regional: aplicação do Modelo Century e sistemas de informações geográficas. 156f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

VALLS, José Francisco Montenegro & POZZOBON, Marisa Toniolo. Variação apresentada pelos principais grupos taxômicos de *Paspalum* com interesse forrageiro no Brasil In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE MELHORAMENTO GENÉTICO DE PASPALUM, 1987, Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa: IZ, 1987, p.3-13.

VALLS, José Francisco Montenegro. **Recursos genéticos de espécies de *Paspalum* no Brasil**. Encontro Internacional sobre melhoramento genético de *Paspalum*. **Anais...** Nova Odessa: IZ, 1987, p.3-13.

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

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

WEILER, Roberto Luis. Hibridação intraespecífica, determinação do modo de reprodução e duplicação cromossômica de *Paspalum notatum* Flüggé. 2013. 122 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Ufrgs, Porto Alegre, 2013.