

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

CARLA NAUDERER

**CRUZAMENTOS INTERESPECÍFICOS NO GÊNERO *PASPALUM* PARA
OBTENÇÃO DE HÍBRIDOS TRIPLOS**

PORTO ALEGRE
2024

CIP - Catalogação na Publicação

NAUDERER, Carla
CRUZAMENTOS INTERESPECÍFICOS NO GÊNERO PASPALUM
PARA OBTENÇÃO DE HÍBRIDOS TRIPLOS / Carla NAUDERER.
-- 2024.
57 f.
Orientador: Roberto Luis Weiler.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2024.

1. Melhoramento Genético de plantas . 2.
Forrageiras . 3. Paspalum . 4. Apomixia . I. Weiler,
Roberto Luis, orient. II. Título.

Carla Nauderer
Bióloga

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

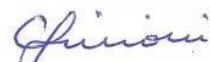
Aprovada em: 28.03.2024
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 22.05.2024
Por


Roberto Luis Weiler
PPG Zootecnia/UFRGS
Orientador

 Digitally signed by Ines Andretta
Date: 2024.05.22 14:53:34 -03'00'

INES ANDRETTA
Coordenadora do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia


Carine Simioni
UFRGS


Diógenes Cecchin Silveira
Autônomo


Karine Cristina Krycki
SMAM/RS



Documento assinado digitalmente

PAULO VITOR DUTRA DE SOUZA

Data: 24/05/2024 07:19:20-0300

Verifique em <https://validar.itf.gov.br>

PAULO VITOR DUTRA DE SOUZA
Vice-Diretor da Faculdade de Agronomia

CARLA NAUDERER

**CRUZAMENTOS INTERESPECÍFICOS NO GÊNERO *PASPALUM* PARA
OBTENÇÃO DE HÍBRIDOS TRIPLOS**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do grau de Mestra em Zootecnia, na Faculdade de Agronomia, da Universidade Federal do Rio Grandedo Sul.

Orientador: Roberto Luís Weiler

PORTO ALEGRE

2024

Dedico esse trabalho ao meu grande Amigo e Professor Roberto Luís Weilerpelo constante incentivo sempre afirmando que era possível.

AGRADECIMENTOS

A minha filha e meu maior Amor, Alice Nauderer, meu companheiro e muito mais que amigo, meu namorado Guilherme de Oliveira – Guigue, minha Mãe Didica sempre rezando por mim, minha irmã Simone Nauderer, minhas sobrinhas, Carol e Marina meu afilhado Matheus, minha irmã de coração Simone de Bona, que me conhece como ninguém, a minha colega que se tornou uma amigona e conselheira Eliane Scherer, a Eli, pegar um movimento no trânsito, escutando louvores é contagiante. Agradeço a Deus por eu ter esses anjos no meu caminho, amo vocês.

Ao professor Roberto Luis Weiler, pelas orientações, parceria, paciência e ensinamentos e, principalmente, pela confiança em mim depositada. Aos professores Miguel Dall’Agnol, André Brunes e Carine Simioni, pelos ensinamentos nesse período e pela oportunidade de participar do grupo de Melhoria de Plantas Forrageiras.

À Professora Ilsi Boldrini, que me apresentou as forrageiras e o Bioma Pampa.

Ao Professor Carlos Nabinger, com sua simplicidade e paciência nas saídas a campo, verdadeira aula a céu aberto.

Aos funcionários da Estação Experimental Agronômica da UFRGS, colegas Diógenes Cecchin Silveira e Marcos Vinícius S. Corrêa, aos bolsistas de iniciação científica, em especial ao Arthur Valentini, pela paciência e educação ímpar .

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - UFRGS, em especial a Andrisa Rodrigues da Silveira, Secretária do PPG, exemplo de funcionária.

Ao CAPES, pela bolsa de mestrado.

A todos que, de alguma forma, contribuíram na minha formação, o meu muito obrigada!

"É necessário olhar para a frente da colheita, não importa o quão distante isso seja, quando uma fruta for colhida, algo bom aconteceu".

Charles Darwin.

CRUZAMENTOS INTERESPECÍFICOS NO GÊNERO PASPALUM PARA OBTENÇÃO DE HÍBRIDOS TRIPLOS

Autora: Carla Nauderer

Orientador: Roberto Luís Weiler

Resumo

O melhoramento genético de plantas forrageiras busca por espécies mais adaptadas a um determinado ambiente, facilita o manejo e aumenta a produção, conservando os recursos naturais e diminuindo custos; desta forma promovendo a maior sustentabilidade do sistema. O cenário atual é o de degradação rápida surgindo a necessidade de introduzir cultivares melhoradas através de seleção em coleções de germoplasma. Exemplo disto são as plantas parentais o *Paspalum leptum* e os genitores femininos os híbridos F1 sexuais de *P. plicatulum* x *P. guenoarum*. O gênero *Paspalum* reproduz-se principalmente por apomixia o que pode limitar sua exploração em programas de melhoramento. Nessa espécie os acessos avaliados são tetraploides ($2n=4x=40$) não diferindo quanto ao número cromossômico; além disso, foi relatado alta taxa de germinação dos grãos de pólen, o que permite o uso da espécie como progenitor masculino em programas de melhoramento. Por não ter sido encontrado, até o momento, nenhum acesso de *P. leptum* sexual na natureza e existindo a possibilidade de cruzamentos no grupo *Plicatula*, uma estratégia possível de ser adotada é o cruzamento interespecífico. Neste estudo, a coleta do pólen dos genitores masculinos foi realizada no final manhã. Com um auxílio de um saco de papel encerado longo e estreito, posicionado no interior os racemos e com movimentos de trepidação o pólen era liberado das anteras e depositado sob a superfície interna do saco de papel, após, esse pólen foi passado para as os racemos com espiguetas emasculadas e friccionado levemente. Foram obtidos híbridos destas plantas e foram avaliadas a incidência de doenças e seu desenvolvimento agrônomo. O material genético foi coletado e enviado ao laboratório de biologia molecular da EMBRAPA São Carlos, SP para comprovação da origem híbrida das plantas. Foram obtidos híbridos do cruzamento entre plantas sexuais de *P. plicatulum* X *P. guenoarum* e ecótipos apomíticos de *P. leptum*. Sendo 400 cariopses dos cruzamentos, só três plantas conseguiram atingir a fase reprodutiva. A utilização de três espécies em cruzamentos, e a mistura de três genomas, mesmo sendo espécies do mesmo grupo *Plicatula*, pode estar ligada à baixa formação de germinação das sementes obtidas nos cruzamentos.

Palavras chave: Apomixia; Gramíneas; Grama Cinzenta; Melhoramento Genético;

INTERSPECIFIC CROSSES IN THE GENUS PASPALUM TO OBTAIN TRIPLE HYBRIDS

Author: Carla Nauderer

Advisor: Roberto Luís Weiler

Abstract

The forage plant breeding programs seeks species that are better adapted to an environment, easy management and higher production, conserving natural resources and reducing costs, thus promoting greater sustainability in the system. The current scenario is a rapid degradation and the need has arisen to introduce improved cultivars through selection in germplasm collections. An example of this are the parental plants *Paspalum leptum* and the female genitors, F1 sexual hybrids of *P. plicatulum* x *P. guenoarum*. The genus *Paspalum* reproduces mainly by apomixis, which can limit its use in breeding programs. In this species, the accessions evaluated are tetraploid ($2n=4x=40$) and do not differ in terms of chromosome number; in addition, a high pollen germination rate has been reported, which allows the species to be used as a male parent in breeding programs. As no sexual accessions of *P. leptum* have been found in the wild to date and there is the possibility of crosses within the *Plicatula* group, one possible strategy to be adopted is interspecific crossing. In this study, pollen from the male genitors was collected in the late morning. With the help of a long, narrow waxed paper bag, the pollen was released from the anthers and deposited under the inner surface of the paper bag, after which it was passed on to the racemes. Hybrids were obtained and the incidence of diseases and their agronomic development were evaluated. The genetic material was collected and sent to the molecular biology laboratory at EMBRAPA São Carlos/SP to prove the hybrid origin of the plants. Hybrids were discovered from crosses between sexual plants of *P. plicatulum* X *P. guenoarum* and apomictic ecotypes of *P. leptum*. With 400 caryopses from the crossings, only three plants managed to reach a reproductive phase. The use of three species in crosses, and the mixture of three genomes, even though they are species from the same *Plicatula* group, may be linked to the low germination rate of seeds obtained in crosses.

Keywords: Apomixis; Grasses; Grey Grass; Genetic Improvement

SUMÁRIO

1. Introdução...	12
2. Revisão Bibliográfica...	15
2.1 As Pastagens Naturais...	15
2.2 Grupo Plicatula e Espécies Utilizadas no Experimento...	17
2.3 Programa de Melhoramento de Gramíneas Forrageiras...	22
2.4 Apomixia...	26
3. Materiais E Métodos...	28
3.1 Localização e data do experimento...	28
3.2 Genitores femininos e masculinos...	30
3.3 Hibridização interespecífica para obtenção dos híbridos triplos de <i>Paspalum</i>...	31
4. Resultados E Discussões...	35
5. Considerações Finais...	42
REFERÊNCIAS...	43
VITA...	56

RELAÇÃO DE FIGURAS

- Figura 1** - Ecótipos de *P. lepton* (apomíticos) recém transplantados e identificados na data de instauração do experimento 29
- Figura 2** - Vista geral as plantas em casa de vegetação 30
- Figuras 3** - Sequência de realização de cruzamentos em ambiente saturado por água a fim de possibilitar a emasculação sem a liberação de pólen e realização de cruzamentos interespecíficos controlados 32
- Figura 4** - Genitores femininos após cruzamentos mantidos em ambiente protegido 33
- Figura 5** - Cariopses postas a germinar em caixas do tipo gerbox sobre duas folhas de papel filtro 34
- Figura 6** - Combinações dos cruzamentos interespecíficos realizados e número de sementes obtidas 35
- Figura 7** - Cariopses vazias colhidas de plantas F1 de *P. plicatulum* X *P. guenoarum* cruzadas com *P. lepton* 36
- Figura 8** - Plantas obtidas por cruzamentos intraespecíficos entres híbridos de *P. plicatulum* X *P. guenoarum* e *P. lepton*. 37
- Figura 9** - Planta genitora feminina 106036 híbrida de *P. plicatulum* X *P. guenoarum*.. 40

LISTA DE ABREVIATURAS

CDB	Convenção da Diversidade Biológica
CV	Cultivar
DPFA	Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia
IBONE	Instituto de Botânica del Nordeste
MAPA	Ministério da Agricultura e Pecuária
RAMSAR	Convenção de Áreas Úmidas
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
MST	Massa Seca Total
MSF	Massa Seca Foliar

1. Introdução

Com a degradação rápida das pastagens de gramíneas surge a necessidade de introduzir cultivares melhoradas através de seleção em coleções de germoplasma, produzindo características específicas. As forrageiras, durante muitas décadas, asseguraram a produção animal lucrativa, resistindo ao manejo inadequado ou a restrições bióticas. O melhoramento dessa espécie por exemplares adaptadas a um determinado ambiente, facilitando o manejo e o aumento de produção, conservando os recursos naturais e diminuindo os custos; desta forma promovendo a maior sustentabilidade do sistema (Valle, 2002).

Dentre as gramíneas nativas do Brasil, as espécies do gênero *Paspalum* L. (família Poaceae) têm lugar de destaque, possuindo grande número de espécies. As espécies são dominantes e responsáveis pela produção da maior parcela da forragem disponível em muitas dessas formações vegetais (Valls e Pozzobon, 1987). Grupos de pesquisa têm trabalhado com o gênero *Paspalum*: no Uruguai, no National Institute of Agricultural Research (INIA), principalmente com a espécie *P. notatum* e *P. dilatatum* (Reyno *et al.*, 2012); na Argentina, no Northeast Institute of Botany: Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE) com *P. notatum*, *P. plicatulum*, *P. simplex*, *P. guenoarum*, *P. rufum*, *P. malacophyllum*, entre outras (Ortiz *et al.*, 2020). Nos Estados Unidos da América o grupo de pesquisa Forage Breeding and Genetics of University of Florida vem trabalhando com as espécies *P. notatum* e *P. vaginatum* (Rios *et al.*, 2015). Esse grupo taxonômico informal é composto por espécies *P. atratum*, *P. rojasii*, *P. parodii*, *P. jaguaronense*, *P. guenoarum*, *P. leptum* (syn *P. nicorae*) e *P. plicatulum* (Barreto, 1974; Batista; Godoy, 2000). Segundo Steiner *et al.* (2017), *P. plicatulum* apresenta características bromatológicas compatíveis com as exigências para produção de ruminantes, tem boa tolerância à seca e mantém a produção de matéria seca verde durante o outono. *P. guenoarum* é uma espécie perene de crescimento estival com alta tolerância ao frio, podendo chegar a 1,5 m ou mais de altura no seu florescimento.

A maioria dos ecótipos existentes apresenta colmos, nós e bainhas glabras, podendo apresentar pequena pilosidade nos bordos da lâmina foliar, que é lisa com nervura central bem marcada (Nabinger e Dall'agnol, 2008).

De acordo com Nabinger *et al.*, (2009), *P. leptum* (syn. *P. nicorae*) apresenta ampla adaptação a solos de baixa fertilidade, sendo tolerante às geadas, a secas

moderadas e ao pisoteio. As plantas de *P. lepton* são perenes, cespitosas ou com rizomas curtos oblíquos ou verticais, touceiras em geral compactas, gluma e lema estéril densamente pubescentes ou albo-pilosas. Em relação ao valor nutricional da forragem, alguns acessos de *P. lepton* apresentaram valores semelhantes de proteína bruta a cultivar comercial Pensacola (*P. notatum*) e superior ao de acessos de *P. guenoarum* (Pereira *et al.*, 2011). Freitas e Bered (2003) identificaram na região dos areais, situada no centro-oeste do Rio Grande do Sul, 123 espécies de plantas, entre elas o *P. lepton* sendo importante fixador em solos arenosos. Boldrini (2006) relatou a importância de *P. lepton* como forrageira nativa e seu potencial para ser utilizado não só para alimentação de bovinos, como na recuperação e conservação de solos degradados, porém poucos trabalhos foram realizados. Em outro estudo, acessos de *P. lepton*, conhecido popularmente como grama-cinzenta, demonstraram superioridade quanto a produção de matéria seca total, em ambos os anos e locais, em relação a cultivar comercial Pensacola (*P. notatum* Flüggé), no entanto foram inferiores aos ecótipos Baio e Azulão de *P. guenoarum* (Saraiva *et al.*, 2013).

Outra característica de *P. lepton* é a apomixia obrigatória por meio de aposporia, partenogênese e pseudogamia (Burson; Bennett, 1971) o que pode limitar sua exploração em programas de melhoramento. De acordo com Reis; Schifino-Wittmann; e Dall'agnol (2008), nessa espécie, os acessos avaliados apresentaram-se como tetraplóides ($2n=4x=40$) não diferindo quanto ao número cromossômico; além disso, foi relatada alta taxa de germinação dos grãos de pólen, o que permite o uso da espécie como progenitor masculino em programas de melhoramento. Por não ter sido encontrado, até o momento, nenhum acesso de *P. lepton* sexual na natureza e existindo a possibilidade de cruzamentos dentro do grupo Plicatula, uma estratégia possível de ser adotada é o cruzamento interespecífico.

As plantas sexuais disponíveis no Programa de Melhoramento de Plantas Forrageiras são uma geração F1 híbrida interespecífica simples, porém se as plantas sexuais fossem selecionadas para os ganhos genéticos possivelmente seriam muito maiores, pois neste caso, além dos pais apomíticos (com alto potencial produtivo), também as mães seriam oriundas de seleções a favor de características agrônômicas desejáveis. Para isso, é necessário dentro do programa, realizar cruzamentos dirigidos entre plantas sexuais tetraploides e, utilizando o método de melhoramento de seleção recorrente, realizar ciclos de cruzamentos para, após isso, selecionar as plantas com maior potencial produtivo. Paralelamente as progênies de plantas selecionadas devem

ser avaliadas no campo com a finalidade de determinar quais as mães que possuem a capacidade de gerar híbridos com maior potencial produtivo.

O Brasil tem assumido compromissos de conservação e restauração dos seus ecossistemas naturais, por meio da adesão a tratados internacionais, como a Convenção da Diversidade Biológica (CDB) e a Convenção de Áreas Úmidas (RAMSAR) e no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC), de reduzir em 38% suas emissões de gases de efeito estufa até 2020. O Plano Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas (Brasil, 2015), em base da Lei 12.651, prevê a restauração de, no mínimo, 12,5 milhões de hectares até o ano de 2035, incluindo a recuperação de áreas degradadas dentro de unidades de conservação, Áreas de Preservação Permanente, e Reserva Legal, em todo o país.

O Bioma Pampa tem sido sujeito a forte degradação dos seus ecossistemas naturais, inclusive nas suas áreas de campo (Paumam, 2023), e continua sofrendo perdas rápidas das suas áreas naturais para a agricultura e silvicultura. Hoje, o Bioma Pampa é um dos biomas mais ameaçadas do país, apesar da sua alta biodiversidade (Overbeck *et al.* 2015). No entanto, a restauração ecológica de áreas campestres ainda é muito incipiente, apesar da importância do país no cenário de pesquisa em restauração ecológica de forma geral: praticamente não existem, até hoje, experiências com e técnicas específicas para a restauração dos ecossistemas campestres no sul do Brasil, e não existem, no mercado, sementes ou mudas de plantas campestres (Overbeck *et al.*, 2013), o que pode ser considerado um grande limitante para a restauração ecológica no Pampa, efetivamente impedindo que os benefícios da restauração ecológica sejam alcançadas.

A região ocupava originalmente cerca de 15 milhões de hectares, porém hoje conta com cerca de 25% desta (Matte e Waquil, 2020), perdendo para culturas como soja, arroz, eucalipto e uma parte desta área de pastagens se encontra degradada.

O objetivo do trabalho foi a obtenção de híbridos interespecíficos de *Paspalum* e passíveis de registro e proteção de cultivar.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 As Pastagens Naturais

O Brasil possui grande parte da sua área destinada à produção primária coberta por pastagens, sejam elas nativas, cultivadas e ainda nativas melhoradas. No entanto, o que se observa nos ecossistemas pastoris são os diversos níveis de degradação. Segundo Araújo; Deminicis; Campos (2008), as pastagens nativas ou cultivadas cobrem grandes extensões de terra nos trópicos e estes ambientes naturais englobam um vasto conjunto de gêneros e espécies de plantas forrageiras. No entanto, as pastagens cultivadas nas regiões tropicais compõem-se perigosamente de poucas variedades, e no caso das gramíneas, de ecótipos apomíticos, criando assim, monoculturas sem variabilidade genética. No Brasil há cerca de 100 milhões de hectares de pastagens cultivadas e apenas oito gêneros de gramíneas e sete de leguminosas, com um total de 20 espécies registradas para a produção de sementes no Ministério da Agricultura e Pecuária. No entanto, se o mercado de sementes forrageiras no Brasil for analisado, a conclusão é inequívoca, pois falta diversidade, já que 45% da área e 60% da produção de sementes é constituída somente de *Brachiariabrizantha* cv. Marandu. Além disso, do total de sementes exportadas, 90% são de quatro cultivares do gênero *Brachiaria* (Euclides *et al.*, 2010). A falta de biodiversidade expõe o ecossistema, ao exercer grandes pressões sobre pragas e/ou doenças que podem eliminar uma variedade suscetível (Araújo; Deminicis; Campos, 2008). Este cenário força as Instituições, Universidades e Institutos de pesquisas, a unirem esforços para que seja possível gerar novos materiais como alternativas, ou mesmo para repor algumas cultivares forrageiras antigas já existentes, introduzindo cultivares melhoradas através de seleção em coleções de germoplasma.

A fonte de material genético dos bancos de germoplasma são as pastagens naturais. Estas ocorrem em todos os continentes do mundo, mas o sucesso da sua utilização e conservação requer a adoção de práticas de manejo sustentáveis (Overbeck *et al.*, 2007). Estas pastagens garantem uma alimentação diversificada para os animais em pastejo e são de baixo custo para a produção pecuária. Além destes fatores, ainda contribuem na conservação dos recursos hídricos, no acúmulo de carbono no solo e oferecem beleza cênica, dentre outros serviços ambientais (Pillar *et al.*, 2009).

Segundo Hasenack *et al.* (2007), a área de pastagens naturais do Rio Grande do Sul já apresentava redução em cerca de 49%, ocupando 23,03% da área total do Estado e acredita-se que hoje seja menor. Essas estimativas da área remanescente coberta pelas pastagens naturais apontam que ocorre uma diminuição em grande velocidade da área pastoril coberta com espécies de bom valor forrageiro. Ultimamente tem havido uma forte supressão das pastagens naturais pelas lavouras anuais, com perda de biodiversidade e de vários serviços prestados pelo ecossistema (Carvalho *et al.*, 2006).

Grande parte dessa diminuição ocorre pelo avanço da fronteira agrícola ou ainda por parte da implantação de árvores exóticas para processamento da celulose no Rio Grande do Sul. De acordo com Carvalho *et al.* (2006), os cultivos anuais aumentaram em cinco milhões de hectares entre 1985 e 1995-1996, estimando-se que a soja tenha ocupado aproximadamente 250.000 ha de pastagens naturais somente em 2002. Do ponto de vista da diminuição para implantação de cultivos arbóreos, ainda segundo os mesmos autores, no ano de 2005, as indústrias de celulose anunciaram investimentos, com objetivos de plantarem um milhão de hectares de *Eucalyptus* spp. e *Acacia* spp.

A perda de área de pastagens naturais representa um risco para a fauna e flora características deste habitat. Segundo Bilenca e Miñarro (2004), as pastagens naturais do ecossistema Campos tem decrescido a taxas de 3,6, 7,7 e 11,9 % na Argentina, Uruguai e Brasil, respectivamente. E as informações da biodiversidade dos campos estão longe de ser completas (Overbeck *et al.*, 2007). Os mesmos autores afirmam que são necessários mais levantamentos florísticos e fitossociológicos com a finalidade de obter uma estimativa mais realista da riqueza de espécies para comparação com outras regiões de pastagens, assim fornecendo informações sobre o estado da diversidade que sirvam como uma base para os esforços de conservação nestes biomas. Overbeck *et al.* (2007) afirmam também serem necessários mais dados relativos ao impacto das plantações sobre a flora e fauna no sul do Brasil. Sobre a fauna, sabidamente os campos servem de abrigo para diversas espécies. Bencke (2009) afirma que os campos constituem o habitat principal de uma parcela expressiva da fauna do sul do Brasil e, em especial, do Rio Grande do Sul, onde 25 de cerca de 96 espécies de mamíferos continentais habitam campos; entre as aves, 120 espécies nativas continentais (21% do total) são primariamente adaptadas a esse habitats campestres. Vinte e uma espécies ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul são usuárias obrigatórias de campos e dependem diretamente desse sistema, daí a

importância da sua conservação.

Em trabalho relatando a flora dos campos naturais do Rio Grande do Sul, Boldrini (1997) estimou que existam cerca de 3000 espécies inerentes aos campos no Estado do Rio Grande do Sul, das quais cerca de 400 gramíneas e 150 leguminosas, muitas delas com adequado valor forrageiro. De acordo com Nabinger (2006), esta riqueza florística traz um fato pouco comum ao registrado no restante do mundo, que é a associação de espécies C4, de crescimento estival, com espécies C3, de crescimento hibernal, proporcionando uma dieta diversificada aos animais em pastejo. O autor relata ainda que muitas dessas espécies apresentam diversos ecótipos adaptados as mais diferentes condições de solo, clima e manejo. Portanto, este recurso natural representa uma fonte de germoplasma forrageiro sem par em todo o mundo, ainda muito pouco estudado quanto às suas potencialidades, tanto como constituinte das complexas comunidades campestres naturais quanto a suas diferentes aptidões para serem utilizadas como pastagens cultivadas ou mesmo para outros usos (paisagismo e esporte, por ex.).

2.2 Grupo *Plicatula* e Espécies Utilizadas no Experimento

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

Devido à diversidade morfológica e de adaptação a diversos habitats, *Paspalum* é dividido em 25 grupos taxonômicos nos quais há diferentes modos de reprodução e níveis de ploidia, o que torna possível a exploração da variabilidade genética em programas de melhoramento (Cidade *et al.*, 2009). Os grupos *Notata*, *Dilatata*, *Disticha* e *Plicatula* são apontados como os mais importantes por reunirem as maiores quantidades de espécies de acordo com Boldrini; Longhi-Wagner; Boechat (2008).

Quase todas as espécies deste gênero tem origem na América e supõem-se que o centro de distribuição seja a América do Sul, mais particularmente as savanas do Chaco (Fernandes *et al.*, 1968). Barreto (1974) já afirmava que as espécies do gênero *Paspalum* são as que apresentam maior importância econômica. Devido à tamanha

importância, os centros de pesquisa, mais especificamente os grupos de melhoramento de plantas forrageiras, vêm trabalhando bastante através de coletas de genótipos para formação de bancos de germoplasma e posterior melhoramento destas espécies.

Vários estudos demonstram o maior potencial de produção de forragem das espécies do grupo *Plicatula* quando comparado com genótipos do grupo *Notata* e *Lívica*. Um exemplo é o caso de *P. lepton* e *P. guenoarum*, que expressaram desempenhos superiores em relação às espécies de *P. notatum*, *P. urvillei*, *P. lividum* (Steiner, 2005; Sawasato, 2007; Townsend, 2008; Fachinetto *et al.*, 2011; Pereira *et al.*, 2011). Todos os acessos estudados de *P. guenoarum* demonstraram ser tetraplóides, com $2n=4x=40$ (Moraes-Fernandes; Barreto; Salzano, 1973; Takayama *et al.*, 1998; Valls, 1990). É uma espécie perene, de hábito cespitoso, robusto, podendo atingir de 0,8 a 2,0 m de altura, bainhas maiores que os entrenós, geralmente glabras, lâmina foliar glabra, plicada nas margens, inflorescência formada por cinco a 15 racemos vigorosos (Barreto, 1974). Trabalhos realizados com indivíduos deste grupo apontam *P. guenoarum* como uma espécie promissora para ser utilizada como pastagem cultivada (Quarin, 1997; Batista; Goddoy, 2000). Destaca-se pela sua qualidade na produção forrageira, grande aceitabilidade pelos animais, boa distribuição da produção e alta resistência ao frio (Steiner, 2005). Duas formas botânicas consideradas como altamente promissoras, denominadas de “Baio” e “Azulão” (Paim e Nabinger, 1982). Segundo estes autores, os exemplares do ecótipo “Azulão” apresentam uma coloração verde-azulada, em geral com seis racemos por inflorescência, espiguetas glabras, base da lâmina foliar (lígula) sem pêlos (glabra) e lâminas, com nervura central esbranquiçada; floresce no final do verão (março/abril). Os exemplares do ecótipo “Baio” possuem coloração verde-amarelada, dez a 12 racemos por inflorescência, espiguetas levemente pubescentes nas fileiras exteriores, base da lâmina foliar (lígula) com alguns pêlos, principalmente nas mais novas. Diferencia-se também do “Azulão” por florescer em duas épocas do ano (novembro/dezembro e 25 março/abril) e pelo fato de suas lâminas foliares serem mais estreitas e desprovidas de nervura central esbranquiçada.

Conhecido como capim-ramirez, de crescimento estival, mas com alta tolerância ao frio, podendo atingir altura de até 1,5 m ou mais no florescimento.

Na maioria dos ecótipos existentes, as formas mais comuns apresentam colmos, entrenós e bainhas glabras, podendo apresentar ligeira pilosidade nos bordos da lâmina, que é lisa e com nervura central bem marcada (Nabinger e Dall’Agnol, 2008). Nessas

características, destaca-se o ecótipo “Azulão” que apresenta uma coloração verde-azulada, em geral com seis racemos por inflorescência, comprimento médio dos racemos em torno de 14 cm, espiguetas glabras, base da lâmina foliar sem pêlos e lâminas com largura variável até 2 cm e apresentando a nervura central esbranquiçada, com florescimento no final do verão. Além disso, os autores relatam sua resistência às geadas, sendo um fator importante que destaca a espécie como promissora (Paim e Nabinger, 1982). Ainda apresenta uma forragem com alta digestibilidade mesmo com o avanço na idade, que aliado a seu bom potencial forrageiro e tolerância ao frio, torna interessante seu uso como pastagem cultivada (Steiner, 2005; Sawasato, 2007; Nabinger e Dall’Agnol, 2008). No entanto, seu manejo exige uma desfolha leve, pois a grande procura pelos animais determina uma desfolha exagerada em relação a outras espécies presentes, fazendo com que desapareça (Nabinger; Dall’Agnol, 2008).

Outra espécie importante do Grupo Plicatula é *Paspalum lepton.nicorae*, nativa da América do Sul, é considerada uma forrageira de boa qualidade e produção de forragem (Burson; Bennett, 1969; Pereira *et al.*, 2011). Segundo Barreto (1974), as plantas de *P. lepton* são perenes, cespitosas ou com rizomas curtos oblíquos ou verticais, touceiras em geral compactas, gluma e lema estéril densamente pubescentes ou albo-pilosas, espiguetas de 3 a 3,5 mm de comprimento, racemo com ráquis glabro, lâminas planas, pubescentes ou pilosas em ambas as faces, de 4 a 8 mm de largura. A inflorescência possui dois a cinco racemos (Barreto, 1974; Boldrini; Longhi-Wagner; Boechat, 2005). Porém, de acordo com os estudos de Reis; Schifino-Wittmann e Dall’Agnol (2008), foi observado o valor mínimo de dois e máximo de seis racemos nas inflorescências, com média de 3,54 cm de comprimento dos racemos da inflorescência. Segundo Bennett, Burson e Bashaw (1969), a uniformidade na progênie e estudos dos sacos embrionários indicaram que as plantas de *P. lepton* são apomíticas obrigatórias, as quais se reproduzem por aposporia e pseudogamia. Em pesquisa recente em uma coleção de *P. lepton*, todos os acessos mostraram-se tetraplóides, com $2n=4X=40$, não apresentando diferenças quanto ao número cromossômico. O estudo também evidenciou a alta taxa de germinação dos grãos de pólen, possibilitando o uso desta espécie como genitores masculinos em programas de melhoramento genético (Reis *et al.*, 2010). No Rio Grande do Sul, esta espécie foi encontrada pela primeira vez no Posto Zootécnico de Tupanciretã, em uma área de solo arenoso (arenito de Botucatu). Há relatos de que em poucos anos alastrou-se, ocupando superfície muito maior, inclusive com domínio sobre a grama-forquilha (*P. notatum*) local. De acordo com

Pizarro (2000), *P. lepton* apresenta ampla adaptação a solos de baixa a alta fertilidade, sendo tolerante às geadas, a secas moderadas e ao pisoteio, tendo uma grande produção de sementes, girando ao redor de 1000 kg/ha de boa qualidade. Conforme o autor, esta espécie é utilizada na Austrália, em regiões com solos arenosos até solos argilosos, com precipitação de 900 a 1500 milímetros por ano. A cultivar Blue Dawn (derivado da cv. Americano Amcorae) mostrou-se altamente tolerante a períodos secos e a temperaturas baixas até - 4 °C, mantendo a coloração verde nas folhas e talos. Neste país, *P. lepton* é uma alternativa para replantar pastagens de *Pennisetum clandestinum*, *Setaria anceps*, *Sporobolus pyramidalis* e *Eragrostis curvula* atacadas por enfermidades. Boldrini (2006) e Dall'Agnol *et al.* (2006) relataram a importância de *P. lepton* como forrageira nativa e seu potencial para ser utilizado não só para alimentação de bovinos, como na recuperação e conservação de solos degradados, porém poucos trabalhos foram realizados. Em 2005, foram realizadas coletas desta espécie em diversos ecossistemas do Rio Grande do Sul, formando uma coleção importante de estudos (Reis; Schifino-Wittmann; Dall'agnol, 2008; Pereira, 2009). Nos estudos morfológicos realizados nesta coleção, formada por 53 acessos, observou-se que 50,94% dos genótipos apresentaram hábito decumbente de crescimento e 59,62% apresentaram coloração do tipo acinzentado claro (Reis; Schifino-Wittmann; Dall'agnol, 2008; Reis *et al.*, 2010). Boldrini; Longhi-Wagner; Boechat (2005) citaram a existência de biótipos de *P. lepton* de coloração acinzentada e esverdeada. Ainda, segundo Reis *et al.* (2010), a maior parte dos acessos de *P. lepton* da coleção apresentou alguma quantidade de pêlos na lâmina foliar, dividindo a coleção em dois grupos distintos: plantas com lâminas foliares glabras e plantas com lâminas foliares pilosas. Segundo este mesmo trabalho, 73,58% dos acessos apresentaram cor de bainha verde, sendo que 54,71% das plantas apresentaram a nervura central da lâmina foliar com coloração esbranquiçada.

Paspalum plicatulum é oriundo da Argentina e foi disponibilizado ao Programa de Melhoramento de Plantas Forrageiras da UFRGS pelo pesquisador argentino Camilo Quarín e seu grupo de pesquisa, que em 1984, realizou um experimento onde concluiu que as espécies do gênero *Paspalum* são apomíticas facultativas, com uma expressão sexual relativamente alta. A descoberta de plantas diploides sexuais em populações naturais de *P.plicatulum* e a posterior duplicação cromossômica das mesmas possibilitam um grande universo no desenvolvimento de novos genótipos a partir de cruzamentos de espécies compatíveis (Sartor; Quarín; Espinoza, 2009;

Aguilera *et al.*, 2011).

P. plicatum caracteriza-se por ser uma espécie perene e cespitosa, suas lâminas foliares apresentam a nervura principal translúcida na face ventral, enquanto na dorsal é muito saliente. Apresenta muitos biótipos, de folhas glabras ou pilosas, estreitas ou largas (Boldrini, 2006), sendo caracterizado por espiguetas com lema transversalmente enrugada e antécio marron – escuro brilhante (Espinoza *et al.*, 2001). Segundo Scheffer - Basso & Gallo (2008), a espécie apresenta características bromatológicas compatíveis com as exigências mínimas para produção de ruminantes, cerca de 11 a 22% de proteína bruta (PB), 39 a 46% de fibra em detergente ácido e 55 a 66% de fibra em detergente neutro, tem boa tolerância à seca e mantém a produção de matéria seca verde durante o outono. Além disso, possui elevado afilamento e forma touceiras compactas a partir de brotações basais, em hábito tipicamente cespitoso.

Os trabalhos que vêm sendo conduzidos pelo Grupo de Melhoramento Genético de Plantas Forrageiras da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) demonstram a capacidade de ecótipos nativos do gênero *Paspalum* em produzir forragem, quando comparados a cultivares já existentes no mercado. Steiner *et al.* (2017), avaliando quatro ecótipos nativos do gênero *Paspalum* em comparação com a cultivar Pensacola de *P. notatum*, obteve maiores produções de massa de forragem para os materiais nativos, sendo que os ecótipos “Baio” e “Azulão” de *P. guenoarum* mostraram-se superiores aos demais testados quanto à produção de MST (Massa Seca Total). Pereira *et al.* (2012) também reportaram maiores produções de MST e MSF (Massa Seca Foliar) para os ecótipos “Baio” e “Azulão” em comparação a outros cinco ecótipos de *P. lepton*. Similarmente, Sawasato (2007), trabalhando com *P. urvillei*, encontrou valores próximos a 17000 kg de MS ha⁻¹. Esse autor também ressalta, para essa espécie, a possibilidade da sua utilização como forrageira comercial, uma vez que os valores de produção de forragem alcançados são comparáveis às produções atingidas por cultivares de espécies tropicais.

Em cruzamentos interespecíficos de *P. plicatum* x *P. guenoarum* (Pereira *et al.*, 2013), foi demonstrado o vigor híbrido dos materiais quando comparados aos genitores.

Mais recentemente, Motta (2014) relatou que a massa seca total, número de afilhos, diâmetro e massa seca de colmos são os caracteres que mais se correlacionam com a produção de massa seca de folhas em genótipos de *Paspalum*. O

potencial do cruzamento entre *P. guenoarum* e *P. plicatulum* para a obtenção de cultivares melhoradas geneticamente é bem relevante. A massa seca total, altura e rebrote são os caracteres que mais se correlacionam com a produção de massa seca de folhas em genótipos de *Paspalum*.

Embora vários estudos tenham sido realizados, atualmente, uma das poucas espécies do gênero *Paspalum* disponíveis no mercado brasileiro de sementes é a cv. *Pensacola* de *P. notatum*, além de cultivar Pojuca de *P. atratum*. No entanto, como demonstrado anteriormente, o potencial de produção de outros genótipos do mesmo gênero é superior em comparação ao de CV. *Pensacola*.

Paspalum é um grande e diverso gênero contendo diversas espécies que são importantes gramíneas forrageiras de regiões tropicais e temperadas do mundo (Bennett; Bashaw, 1966).

2.3 Programa de Melhoramento de Gramíneas Forrageiras

Várias espécies de *Paspalum* estão sendo melhoradas geneticamente nos Estados Unidos, Brasil e Argentina, com o objetivo de gerar novas cultivares de forrageiras para regiões subtropicais. Informações relacionadas com a diversidade presente em populações naturais de espécies de *Paspalum* também são necessárias para melhorar esses programas de melhoramento (Brugnoli *et al.*, 2013). Em 1995, Jank afirmava que a busca por materiais genéticos superiores estava se iniciando, pois mais de 90% das cultivares disponíveis no mercado, ou introduções existentes nos Centros de Pesquisa, Estações Experimentais ou Universidades do Brasil, eram selvagens, ou seja, materiais tais quais encontrados na natureza e que não sofreram qualquer tipo de manipulação genética. Isso demonstra que os trabalhos com melhoramento genético de forrageiras no Brasil são escassos.

Segundo Araújo; Deminici; e Campos (2008), um dos objetivos primordiais do melhorista consiste em aprimorar cultivares que são deficientes em certas características de interesse agrônomo. Este aprimoramento é feito por meio de cruzamentos de cultivares comerciais com linhagens que possuam as características desejadas. Os autores afirmam que este processo, que envolve a adição de genes de interesse, embora efetivo, é relativamente lento, uma vez que envolve cruzamentos em várias gerações e uma seleção fenotípica altamente criteriosa para a identificação dos materiais de elite.

Após as coletas para formação dos bancos de germoplasma, uma etapa importante é a descoberta do modo de reprodução da espécie, acesso e, ou cultivar, pois assim torna-se possível adotar a melhor prática para o programa de melhoramento. Segundo Espinoza *et al.* (2001), conhecer o modo de reprodução e também o nível de ploidia é fundamental nos programas de melhoramento de espécies de interesse forrageiro. Estudos citogenéticos, que demonstram o nível de ploidia para espécies do gênero *Paspalum* são numerosos (Espinoza *et al.*, 2001; Quarin *et al.*, 1997; Quarin e; Norrmann, 1987; Dahmer *et al.*, 2008; Brugnoli *et al.*, 2013), fomentando os programas de melhoramento nas etapas iniciais.

O melhoramento de espécies apomíticas necessita de plantas sexuais para que se tornem possíveis cruzamentos e desta forma liberar a variabilidade genética sobre a qual o melhorista vai atuar (Savidan *et al.*, 1989). Caso não haja uma fonte de sexualidade para a espécie, esta deve seguir apenas com a seleção dos ecótipos coletados diretos da natureza e em diversos locais, avaliados por vários anos, com a finalidade de comprovar o seu desempenho agrônômico para uma determinada característica que se tenha interesse. Igualmente, Weiler *et al.* (2015) duplicaram artificialmente acessos sexuais diploides dessa espécie e conseguiram poliploidizar três plantas, utilizadas em esquemas de cruzamentos intraespecíficos desta espécie no programa de melhoramento da UFRGS.

Quando há uma fonte sexual para a espécie, é possível programar esquemas de cruzamentos, porém é fundamental que os genitores tenham o mesmo nível de ploidia. Caso contrário, é possível induzir artificialmente a duplicação cromossômica nos acessos diploides e sexuais, assim igualado o nível de ploidia. Carneiro; Dusi; Ortiz (2015). Quarin *et al.*, (2001) induziram artificialmente a duplicação cromossômica através da aplicação de colchicina em acessos de uma população de *P. notatum* diplóide natural, produzindo plantas tetraplóides sexuais.

Após determinado o nível de ploidia e o modo de reprodução dos genitores, pode-se montar esquemas de cruzamentos artificiais. O genitor com modo de reprodução sexual é utilizado como a planta mãe, em um cruzamento com um genitor apomítico, e pode permitir a obtenção de variabilidade e a seleção de progênes elite, com fixação dos caracteres de interesse na primeira geração de autofecundação em virtude da apomixia (Acuña *et al.*, 2007; 2009). A progênie apomítica resultante desse cruzamento é passível de registro e proteção como uma cultivar, podendo ser mantida e multiplicada como uma réplica exata por inúmeras gerações via sementes (Ortiz *et*

al., 2004). Segundo estes autores, a perspectiva de utilizar genótipos híbridos superiores e apomíticos poderia representar uma ferramenta importante para os produtores de países em desenvolvimento, pois permitiria sustentar altos rendimentos ano após ano utilizando parte das sementes colhidas sem perdas na produção.

Weiler *et al.* (2018) realizaram cruzamentos dos ecótipos nativos do Rio Grande do Sul “Bagual” e “André da Rocha” de *P. Notatum*, tetraploides e apomíticos, com três genótipos nominados ‘Q4188’, ‘Q4205’ (Quarin *et al.*, 2003) e ‘C4-4X’ (Quarin *et al.*, 2001), tetraploides e sexuais, provenientes da Argentina, através da colaboração do IBONE (Instituto de Botânica del Nordeste), da cidade de Corrientes. Estescruzamentos objetivaram explorar adequadamente a variabilidade genética dos genótipos sexuais, utilizados como genitores femininos. A obtenção de genótipos híbridos de reprodução apomítica que possuam adequada produção de forragem, aliado a outras características de interesse agrônomo podem ser selecionados e assim serem passíveis de registro e proteção junto ao Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA).

A interação genótipo x ambiente é decorrente do comportamento diferencial dos genótipos nos diferentes ambientes, podendo indicar que as melhores cultivares em um ambiente podem não sê-lo em outro (Nunes *et al.*, 2006), ou seja é como um determinado genótipo se comporta sob diferentes condições de fertilidade e compactação do solo, pluviosidade, fotoperíodo, entre outros. Segundo Ferreira *et al.* (2004), entender a complexidade das interações genótipos x ambiente é uma das grandes dificuldades dos melhoristas. Os autores afirmam ainda que uma cultivar superior em um ambiente poderá apresentar desempenho inferior em outro, caracterizando uma interação do tipo complexa.

Piana *et al.* (2012) afirmaram que a presença da interação genótipo x ambiente é um fato comum em pesquisas de melhoramento, constituindo-se num entrave para obtenção de genótipos que mantenham rendimentos consistentemente elevados e superiores aos demais, nos diversos locais de uma ampla região. Ainda segundo os mesmos autores, nessas circunstâncias, dados de apenas rendimentos médios de cultivares não formam uma base adequada para a indicação de cultivares. Assim, para otimizar o rendimento na presença de interações genótipo x ambiente, deve-se tentar obter-se cultivares adaptadas aos diversos meios e que apresentem alta estabilidade produtiva. Uma forma de amenizar a influência da interação genótipo x ambiente é a realização de análises de adaptabilidade e estabilidade, que permitem identificar

cultivares de comportamento previsível e que sejam responsivos às variações ambientais, em condições específicas ou amplas (Cruz e Regazzi, 1997). Este tipo de análise, além de auxiliar na escolha de cultivares, também pode ser uma ferramenta utilizada para apontar os genitores a serem utilizados em programas de melhoramento.

Análises de adaptabilidade e estabilidade são bastante utilizadas em cereais como feijão (Piana *et al.*, 1999; 2012; Coimbra *et al.*, 1999), soja (Carvalho *et al.*, 2002) e trigo (Cargnin *et al.*, 2006). Resultados de tais análises em plantas forrageiras também demonstram que esta pode ser uma técnica interessante para auxiliar na seleção de genótipos promissores, conforme demonstram os trabalhos de Ferreira *et al.* (2004) e Botrel *et al.* (2005) com alfafa, bem como o estudo de Oliveira e Valls (2002) com sorgo forrageiro. Estes autores, de maneira geral, conseguiram, através da análise de adaptabilidade e estabilidade, indicar as cultivares mais estáveis e produtivas para a região em estudo, bem como foi possível apontar aquelas que produziram mais em condições favoráveis.

Os acessos utilizados foram obtidos de coleção pertencente ao Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, a partir de coletas realizadas em ecossistemas naturais do estado (Reis *et al.*, 2010; Pereira *et al.*, 2011). Os acessos de maior potencial forrageiro, determinado em estudo preliminar, foram selecionados para a realização do experimento: *P. lepton* (acessos: 28B, 26A, 28C, 26D e 28E) e *P. guenoarum* (acessos: Azulão e Baio). Além disso, foi incluída, como testemunha, a cultivar Pensacola (*P. notatum*), também proveniente das condições naturais do Cone Sul e que apresenta alta relação folha/colmo e qualidade nutricional (Pereira *et al.*, 2011). Pereira *et al.* (2013) utilizaram análises de adaptabilidade e estabilidade em acessos apomíticos do gênero *Paspalum* com o objetivo de indicar genitores potenciais em futuros cruzamentos. O autor relatou que os ecótipos “Baio” e “Azulão” de *P. guenoarum* demonstraram-se bons genitores, porém com adaptação específica a ambientes favoráveis.

Análises de adaptabilidade e estabilidade podem, portanto, contribuir na identificação de genótipos promissores para lançamento comercial em um menor período de tempo ou no direcionamento de cruzamentos potenciais para obtenção de genótipos mais adaptados, estáveis e produtivos.

Os programas de melhoramento de forrageiras ainda estão em evolução, porém é possível observar avanços nas metodologias de avaliação, coleta de germoplasma, seleção de progênes e até mesmo através da utilização de marcadores moleculares,

como os utilizados para o gênero *Paspalum*, relatado em diversas publicações (Espinoza *et al.*, 2006; Garcia; Balatti.; Arturi, 2007; Rebozzio *et al.*, 2012; Brugnoli *et al.*, 2013). A evolução dos programas de melhoramento trará um grande benefício para a produção pecuária, fomentando a produção de proteína de origem animal.

Identificar híbridos apomíticos em populações segregantes para o modo de reprodução é talvez a fase mais importante no programa de melhoramento das espécies apomíticas. Na maioria destes programas, a determinação se os híbridos são apomíticos ou sexuais é realizada através de estudos citoembriológicos do tipo de sacoembrionário presente no ovário maduro (antese) e/ou teste de progênie no campo (uniformidade fenotípica). Estas técnicas são trabalhosas e exigem que a progênie atinga a floração e que estes produzam descendentes (Quarin, 1992).

2.4 Apomixia

A reprodução sexuada é, basicamente, a regra nas plantas superiores, embora em muitas delas ocorra naturalmente, a propagação assexuada, a qual ocorre através da propagação vegetativa ou apomixia. A propagação vegetativa pode ser realizada através de escamas bulbares, bulbos, colmos, rizomas, tubérculos entre outros órgãos vegetativos (Bueno; Mendes; Carvalho, 2006). Além desses tipos de propagação sexual (alógamas, autógamas e intermediárias) e sexual (vegetativa) existe outro tipo de reprodução, que engloba a apomixia, a qual apresenta formação de sementes sem que ocorra fecundação (Asker e Jerling, 1992).

O termo “apomíticos” tem origem do grego, onde “apo” significa longe e “mixis” significa mistura, ou seja, formação de sementes sem fecundação (Dall’Agnol e Schifino-Wittmann, 2005), foi proposto por Richards (1997), a fim de diferenciar esse processo das demais formas de reprodução assexuada. O termo é utilizado como sinônimo de agamospermia. A apomixia ocorre na parte feminina da flor, mesmo que, a maioria das plantas apomíticas produzam pólen reduzido viável em suas anteras, que podem ser utilizados em cruzamentos (Nogler, 1984; Acuña *et al.*, 2009). Essa forma de reprodução é encontrada em mais de 33 famílias de angiospermas (Carman, 1997), incluindo a família das gramíneas. Mais recentemente, a apomixia foi observada em 224 gêneros dentre aproximadamente 14.000 gêneros botânicos, sendo que, 41 pertencem a família Poaceae (Carman *et al.*, 2011). Nessa família, em torno de 125

espécies produzem sementes por apomixia, em um processo de reprodução assexual (Hanna; Bashaw, 1987).

Na reprodução apomítica, o embrião se desenvolve de forma autônoma a partir de uma célula não reduzida e não fertilizada, tendo o mesmo conjunto de cromossomos maternos, e dando origem a progénie geneticamente idêntica a planta mãe (Carneiro e Dusi; Ortiz, 2006; Ortiz *et al.*, 2013; Hand e Koltunow, 2014). Controlado geneticamente, ocasionando o desenvolvimento embrionário a partir de mitoses das células-ovo, o que origina sementes férteis sem a união das gametas como ocorre na reprodução sexual (Koltunow, 1993; Carneiro e Dusi, 2002).

Em termos de melhoramento genético, a apomixia apresenta-se como uma grande ferramenta, pois uma das principais vantagens desse modo de reprodução é fixar rapidamente genótipos superiores (Cruz; Federizzi; Milach, 1998), incorporando mais caracteres desejáveis ou até mesmo possibilitando a recuperação de genes específicos através da hibridação com novos genitores sexuais (Bashaw; Hovin; Holt, 1970). Além dessas, outra vantagem da apomixia é o potencial de utilizar o vigor híbrido, possibilitando a rápida seleção, sem necessidade de realizar testes de progénie para verificar a estabilidade do genótipo (Cruz; Federizzi; Milach, 1998), e assim, o mesmo torna-se apto a entrar em experimentos de competição, e posterior liberação desses híbridos F1, como novas cultivares (Acuña *et al.*, 2009). Outro ponto importante a ser considerado é a produção comercial de sementes híbridas, que nesse tipo de reprodução, dispensa a necessidade de manutenção de linhas paternas ou isolamento no campo (Hanna, 1995; Ortiz *et al.*, 2004; Dall'Agnol e Schifino-Wittmann, 2005). Com esse tipo de reprodução, espera-se também, a possibilidade de fixar variedades adaptadas a diferentes ambientes (Carneiro e Dusi; Ortiz, 2006).

Os mecanismos apomíticos foram divididos em apomixia esporofítica (embrionária adventícia) e gametofítica (Asker e Jerling, 1992). Esse, último inclui um processo de duas etapas, sendo a primeira a formação de um megagametófito não reduzido por apomeiose (a meiose é alterada ou totalmente contornada), cuja célula-ovo ($2n$) se desenvolve autonomamente por partenogênese em embriões. Na segunda parte desse processo, o endosperma pode surgir independentemente da fertilização (apomíticos autônomos) ou após a fertilização dos núcleos polares (apomíticos pseudogâmicos) (Savidan; Carman; Dresselhaus, 2001). Aposporia é o processo pelo qual megagametófitos não reduzidos são formados após uma série de divisões mitóticas de células somáticas (iniciais aposporas) no ovário (Bashaw; Hovin;

Holt, 1970), etc é independente do processo meiótico sexual (Harlan e Wet, 1975; Hörandl; Hojgaard e 2012).

A apomixia pode ser facultativa, quando produz descendentes tanto de origem sexual quanto apomítica ou obrigatória, quando só produz descendentes através da apomixia, com ausência de reprodução sexual (Hanna, 1995; Dall’Agnol; Schifino-Wittmann, 2005). Burton e Forbes (1960) realizaram o estudo pioneiro do controle genético da apomixia.

Pelo que se percebeu na revisão de literatura a utilização de técnicas aplicadas ao estudo da diversidade genética e ao melhoramento de espécies do gênero *Paspalum* ainda são incipientes, carecendo de informações mais aprofundadas, a fim de auxiliar no processo de seleção de progenitores apomíticos e híbridos superiores de *Paspalum leptum*. Além disso, a produção e qualidade de sementes ainda são desconhecidos nessa espécie, bem como os parâmetros genéticos acerca dos caracteres relacionados a esse caráter.

A identificação de materiais promissores que, tendo as características superiores fixadas pela apomixia, poderão iniciar um processo de liberação de futuras cultivares passíveis de registro e proteção junto ao Ministério da Agricultura e Pecuária, possibilitando à Universidade a arrecadação de royalties, de modo a auxiliar no custeio do programa de melhoramento de plantas forrageiras no futuro.

3. Materiais E Métodos

3.1 Localização e data do experimento

A condução das plantas parentais bem como os cruzamentos para a obtenção dos híbridos ocorreram em casa de vegetação, com irrigação por aspersão controlada, no Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) localizada na cidade de Porto Alegre, estado do Rio Grande do Sul, Brasil (latitude 30° 1'16,13" S e longitude 51°13'23,99" W). O experimento foi instalado em março de 2022 e os cruzamentos foram realizados durante o verão de 2022/2023, época de florescimento das espécies do gênero *Paspalum* (ciclo estival).

As plantas utilizadas nos cruzamentos foram obtidas do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) do Grupo de Melhoramento de Plantas Forrageiras da UFRGS.

(latitude 30°29'S e longitude 51°06'W), a cerca de 50 km da capital Porto Alegre/RS. As plantas que compõem essa coleção foram coletadas em ecossistemas naturais do estado ou obtidas através de hibridações realizadas em trabalhos anteriores. A partir de leivas do BAG, foram geradas mudas suficientes para compor as repetições de cada planta, e estas foram transplantadas para vasos preenchidos com substrato comercial composto por Turfa de *Sphagnum*, vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola e fertilizante NPK, da marca Carolina Soil. Os vasos foram identificados quanto ao código da planta e modo de reprodução (sexual ou apomítico), e mantidos sob as bancadas da casa de vegetação. (Figuras 1 e 2).

Figura 1 - Ecótipos de *P. lepton* (apomíticos) recém transplantados e identificados na data de instauração do experimento.



Fonte: Autoria própria (2023), Departamento de Plantas Forrageiras, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, RS.

Figura 2 - Vista geral as plantas em casa de vegetação



Fonte: Autoria própria (2023), Departamento de Plantas Forrageiras, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, RS.

Durante os dois anos de experimento as plantas foram mantidas em casa de vegetação, sendo adubadas duas vezes ao ano com adubo NPK fórmula 8-20-20 na dose 5,0 gramas/vaso. Também eram realizados tratos culturais na parte aérea (podas periódicas) antes do início do verão e no final de cada verão, com o objetivo de eliminar folhas senescentes (mortas), estimular rebrote e manter as plantas com uma altura ideal para a realização dos cruzamentos.

3.2. Genitores femininos e masculinos

Como genitores femininos (mães) foram utilizados oito híbridos F1 simples tetraplóides ($2n = 4x = 40$) sexuais de *P. plicatum* X *P. guenoarum* obtidos através de cruzamentos realizados no Programa de Melhoramento de Plantas Forrageiras da UFRGS, e selecionados em trabalhos anteriores devido sua alta capacidade de produção de biomassa, alta relação folha/colmo, alta persistência e apresentarem reprodução sexual obrigatória permitindo assim a hibridização com plantas apomíticas (Motta *et al.*, 2016). O genitor feminino destes híbridos (*P. plicatum*) é autoincompatível (Novo *et al.*, 2020), porém não sabe se essa característica foi herdada, pode ocorrer algum grau de autofecundação, portanto se optou por fazer os

cruzamentos em ambiente controlado, mesma técnica utilizada para cruzamentos intraespecíficos de *Paspalum notatum*, descrita por Burton (1948) e adaptada por Weiler *et al.* (2018). Os híbridos selecionados como genitores femininos, além de apresentarem performance agrônômica de interesse, conforme descrito acima, apresentam modo de reprodução 100% sexual, nominados : 106036, 103037, 104041, 104025, 103063, 104042, 104025 e 103010.

Como genitores masculinos (doadores de pólen) foram utilizados dezesseis acessos nativos tetraplóides ($2n = 4x = 40$) apomíticos de *Paspalum lepton*, coletados na metade sul do Estado do Rio Grande do Sul e que hoje fazem parte do BAG. Estes acessos foram coletados durante as atividades do projeto Nexus - Bioma Pampa do CNPq.Nº 20/2017. O critério de seleção destes foi a alta produção de biomassa e sementes, persistência no campo e distância geográfica. Neste caso, o estado do Rio Grande do Sul foi dividido em quatro regiões de coletas, em cada região foram selecionados 4 acessos em círculos concêntricos de 50 em 50 km de distância. Os ecótipos selecionados para utilização nos cruzamentos possuem as seguintes identificações: 275, 325, 213, 332, 101, 339, 286, 149, 270, 312, 251, 230, 127, 16, 50 e 83.

Cada um dos dezesseis ecótipos de *P. lepton* contou com seis repetições, enquanto que cada um dos híbridos sexuais F1 dos cruzamentos entre *P. plicatulum* X *P. guenoarum* foram conduzidos em oito repetições. Esse número de repetições teve como objetivo de aumentar a quantidade de pólen disponível no momento dos cruzamentos bem como aumentar as chances de combinação entre os genitores femininos com os masculinos, melhorando a chance de ocorrer uma sincronia de antese entre genitores femininos e masculinos.

3.3 Hibridização interespecífica para obtenção dos híbridos triplos de *Paspalum*

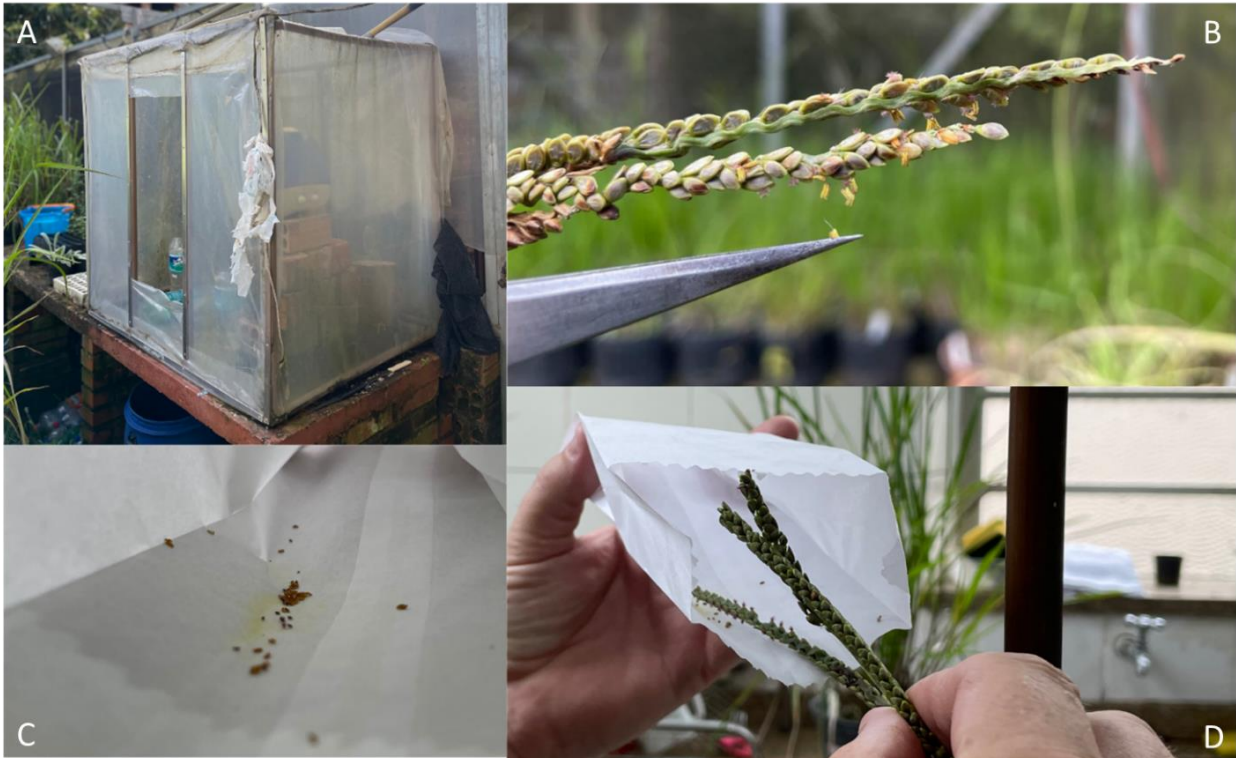
Para a realização dos cruzamentos, um dia antes era feita uma seleção das plantas com perfilhos que tinham inflorescências que possivelmente exporiam as anteras e estigmas (antese) na manhã do dia seguinte, no qual ocorreria a polinização. Ainda no dia anterior os genitores femininos eram acomodados, em uma câmara com um umidificador de ambiente (Figura 3A), saturando o ar dentro da câmara, evitando-se assim a liberação do pólen pelas anteras. A seguir, era feita a remoção das flores presentes no racemo que já haviam entrado em antese nos dias anteriores, deixando

nos racemos das mães somente as espiguetas que iriam abrir (expunham o estigma e as anteras) na manhã da polinização artificial. No dia dos cruzamentos, logo após a antese dos genitores femininos, era realizada a emasculação (retirada das anteras da flor) de modo a garantir que não houvesse qualquer contaminação de pólen indesejado através de uma autofecundação (Figura 3B).

A coleta do pólen dos genitores masculinos era realizada no final da manhã no dia de realização dos cruzamentos (horário de exposição dos estigmas e anteras) com um auxílio de um saco de papel encerado longo e estreito (Figura 3C). A inflorescência dos pais era posicionada no interior do saco de papel e com movimentos de trepidação o pólen era liberado das anteras e depositado sob a superfície interna do saco de papel.

A polinização se deu através de uma leve fricção do racemo feminino recém emasculado contra os grãos de pólen presentes no saco de papel encerado (Figura 3D). O mesmo saco foi em seguida utilizado para o ensacamento da inflorescência feminina e devidamente identificado com seus genitores.

Figuras 3 - Sequência de realização de cruzamentos em ambiente saturado por água a fim de possibilitar a emasculação sem a liberação de pólen e realização de cruzamentos interespecíficos controlados: A – Câmera com um umidificador; B – Masculação; C – Coleta do pólen; D – Polinização.



Fonte: Autoria própria (2023), Departamento de Plantas Forrageiras, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, RS.

Após a realização dos cruzamentos, as plantas foram mantidas em ambiente protegido, fresco e com luz, sendo regadas periodicamente durante o período de maturação fisiológica das sementes (Figura 4). Para garantir que o colmo da inflorescência não se quebrasse com o peso do saco de papel foi utilizado como suporte um pedaço de bambu adaptado. Cerca de 28 dias após a realização dos cruzamentos e ensacamento, as inflorescências eram coletadas e os racemos contendo as cariopses eram separados e as sementes debulhadas, coletadas e armazenadas em frascos de vidro devidamente identificados.

As sementes oriundas dos cruzamentos foram escarificadas com lixa comum e postas a germinar em caixas do tipo *gerbox* sobre duas folhas de papel filtro umedecidas com 2,5 vezes o peso do papel com solução de nitrato de potássio (KNO_3) a 0,2%. Após a montagem da germinação, as *gerbox* identificadas contendo as sementes foram colocadas em germinador de sementes modelo Mangelsdorf a $35^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$ de temperatura e fotoperíodo de 16 horas (Figura 5).

Figura 4 - Genitores femininos após cruzamentos mantidos em ambiente protegido



Fonte: Autoria própria (2023), Departamento de Plantas Forrageiras, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, RS.

Figura 5 - Cariopses postas a germinar em caixas do tipo gerbox sobre duas folhas de papel filtro



Fonte: Autoria própria (2023), Departamento de Plantas Forrageiras, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, RS.

Das sementes que germinaram, as plantas foram transplantadas para vasos preenchidos com substrato composto por Turfa de *Sphagnum*, vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola e fertilizante NPK, da marca Carolina Soil e mantidas em casa de vegetação até o momento. Destas plantas foram avaliadas a incidência de doenças, foi coletado material genético e enviado ao laboratório de biologia molecular da EMBRAPA São Carlos em São Paulo para comprovação da origem híbrida das plantas. Estão sendo coletadas inflorescências para extração de ovário para determinação do modo de reprodução das plantas e análises citoembriológicas a fim de analisar o comportamento meiótico.

4. Resultados E Discussões

Dos cruzamentos entre os genitores femininos sexuais de *P. plicatulum* x *P. guenoarum* e os genitores masculinos apomíticos de *P. lepton* foi possível obter 10 combinações, sendo elas: '106036' X '50' (Progênie "A"), '103036 X '101 (Progênie "B"), '103036 X '275' (Progênie "C"), '103036 X '332 (Progênie "D"), '103036' x '339' (Progênie "E"), '103042' X '50' (Progênie "F"), '103042' X '101' (Progênie "G"), '106056' X '275' (Progênie "H"), '103037' X '101' (Progênie "I"), e '4PT' X '230' (Progênie "J"). Cada uma das combinações realizadas gerou um número variado de sementes (Figura 6).

Figura 6 - Combinações dos cruzamentos interespecíficos realizados e número de sementes obtidas

FAMÍLIAS	♀	X	♂		N° DE SEMENTES
A	106036	X	50	→	16
B	106036	X	101	→	59
C	106036	X	275	→	7
D	106036	X	332	→	18
E	106036	X	339	→	107
F	103042	X	50	→	51
G	103042	X	101	→	32
H	106056	X	275	→	12
I	103037	X	101	→	1
J	4PT	X	230	→	97

Através das combinações realizadas, foi possível obter um total de 400 cariopses. Essas foram postas a germinar pelo método descrito anteriormente no outono de 2023 em ambiente controlado. Após 28 dias de teste, das 400 sementes postas a germinar, apenas quatro germinaram, resultando em um percentual de germinação de apenas 1%. Em trabalho realizado por Novo *et al.* (2016) foram feitos cruzamentos controlados entre um genótipo autotetraploide de *P. plicatulum* induzido por colchicina, de reprodução sexuada, e uma ecótipo tetraploide apomítico natural de *P. oteroi* que produziram híbridos interespecíficos. A origem híbrida foi efetivamente comprovada para 12 indivíduos, enquanto outros 10 indivíduos restantes da progênie morreram antes que sua origem híbrida pudesse ser demonstrada. Assim, a cruzabilidade destas espécies no nível tetraploide foi bastante baixa. Se considerarmos que uma prole inteira de 22 indivíduos foi recuperada de 479 espiguetas polinizadas, a cruzabilidade seria de aproximadamente 5%. Se considerarmos apenas 12 indivíduos sobreviventes após a primeira estação de crescimento, a cruzabilidade é inferior a 3%.

Devido à baixa germinação observada, foi realizado a dissecação destas cariopses para verificar se o embrião estava dormente ou com incidência de patógenos. Foi constatado que não houve formação de embrião, as cariopses estavam vazias como pode ser observado na Figura 7.

Figura 7 - Cariopses vazias colhidas de plantas F1 de *P. plicatulum* X *P. guenoarum* cruzadas com *P. Lepton*.



Fonte: Autoria própria (2023), Departamento de Plantas Forrageiras, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, RS.

Os híbridos triplos que germinaram pertencem às combinações: '106036 x 339' (três germinaram), '106036 x 101' (uma germinou). O híbrido E3 (106036 x 339) não sobreviveu no transplante, restando apenas os híbridos E1 e E2 da combinação '106036 x 339' e o híbrido B1 da combinação '106036 x 101'. Assim, somente três plantas se estabeleceram (Figura 8).

A baixa germinação pode ter ocorrido pelo fato da baixa quantidade de pólen, pois as inflorescências do *P. Lepton* são pequenas, conseqüentemente, cariospes e anteras também são. Outro problema na coleta de pólen foi o momento da abertura das flores e exposição das anteras (antese), essa ocorrida em horários variados durante o dia, ocorrendo das 11h até 15h. Já as plantas híbridas de *P. plicatulum* X *P. guenoarum* floresceram por volta das 11h30min da manhã e essas possuem antese de forma irregular na inflorescência, ainda essa antese ocorre por cerca de uma semana, dificultando a emasculação, sendo realizada a retirada dos racemos jovens que entrariam em antese tardiamente. Algumas combinações não foram possíveis de

realizar, pois justamente o florescimento do *P. lepton* e das plantas femininas não coincidiram no mesmo momento ou dia. Só foram cruzadas aquelas que coincidiram o florescimento da planta mãe e da planta pai com flores em antese no mesmo dia.

Figura 8 - Plantas obtidas por cruzamentos intraespecíficos entres híbridos de *P. plicatulum* X *P. guenoarum* e *P. lepton*.



Fonte: Autoria própria (2023), Departamento de Plantas Forrageiras, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, RS.

Cruzamentos entres essas espécies são inéditas e não se sabia até o momento como estas se comportariam quanto ao momento da antese e certamente foi um dos desafios neste trabalho. Outro motivo que pode explicar a baixa germinação é a origem dos genitores, pois se trata de uma combinação entre três genomas e pode ter ocorrido alguma incompatibilidade e falha no pareamento cromossômico e conseqüentemente a não formação de embriões. Em trabalho realizado por Novo *et al.* (2017), o comportamento meiótico observado no genitor feminino autotetraploide de *P. plicatulum*, no genitor masculino tetraploide natural de *P. oteroi*, e em cinco de seus

híbridos interespecíficos, sugerem que *P. oteroi* tetraploide tem origem autopoliploide. O genoma do autopoliploide *P. plicatulum* tem alguma homologia parcial com o genoma do natural autotetraploide *P. oteroi*, ou seja, são genomas homólogos e conseqüentemente, os híbridos interespecíficos exibem um comportamento citológico de alopoliplóides segmentares. Nos híbridos obtidos neste trabalho na combinação destes dois genomas houve elevada mortalidade de híbridos, a ampla gama de variabilidade morfológica características, os padrões inesperados de herança de algumas características como a segregação por presença/ausência de estolões, mas também a variação no comprimento e ramificação dos estolões ou ausência de híbridos com pubescência espiguetas. Outra consequência genética importante foi a variação extraordinária observada para a produção de sementes entre os híbridos, da esterilidade total à maior produção de sementes do que qualquer um dos pais.

Possíveis anomalias que podem ocorrer na meiose, pode ser tanto na anáfase I como na II pelo surgimento de erros na distribuição dos cromossomos, de tal maneira que ocasionalmente o que devia segregar migra conjuntamente para o mesmo pólo da célula: trata-se de não-disjunções, e o seu resultado são gametas com $n + 1$ cromossomos (e, reciprocamente, $n - 1$, caso o gametófito sobreviva à ausência de um dos cromossomos). Este é um dos mecanismos que se sabe podem estar na origem de esporófitos aneuplóides: ao contrário das constituições cromossômicas que têm múltiplos inteiros do número básico n da espécie (euploidias), nas aneuploidias, há um desequilíbrio entre as doses genéticas de diferentes grupos de ligação. Tal desequilíbrio traduz-se num fenótipo facilmente reconhecível morfológicamente, sendo utilizado como complemento da análise mendeliana para o estabelecimento de uma correspondência entre *loci* de interesse e o respectivo grupo de ligação.

Quanto a anomalias estruturais podem ocorrer consequências fenotípicas derivando de um efeito de dose atribuível (como nas aneuploidias) ao número incorreto de certos genes (a mais nas duplicações e a menos nas deleções), ou de um efeito de posição resultante da presença de um *locus* numa localização anormal (inversões, translocações, cromossomas em anel). Já as translocações Robertsonianas têm a particularidade de envolver a fusão ou cisão de cromossomos ao nível do centrômero, por exemplo a criação de um cromossomo metacêntrico a partir de dois acrocêntricos. É ocorrência relativamente comum na natureza espécies aparentadas terem cariótipos muito diferentes por via de translocações deste tipo, sendo muito plausível que a

separação inicial entre as espécies tenha em tais casos envolvidos rearranjos que isolem reprodutivamente dois grupos (Sybenga, 1992).

Nestas plantas foram avaliadas a incidência de doenças. Foi coletado material genético e enviado ao laboratório de biologia molecular da EMBRAPA São Carlos em São Paulo para comprovação da origem híbrida das plantas, mas pela morfologia distinta da planta mãe, temos indicativos de se tratarem de híbrido, como exemplo disso temos a planta E1, que apresenta alta incidência de manchas foliares, enquanto o genitor feminino (106036) apresenta folhas verdes e sem manchas nas mesmas condições de desenvolvimento. A planta E2 apresenta menos perfilhos e com folhas mais estreitas, quando comparado com o genitor 106036 (Figura 9). Diversos são os trabalhos utilizando biologia molecular em *Paspalum*, como por exemplo o realizado por Rebozzio *et al.* (2012), utilizando marcadores RAPD BCU 243 e BCU 259 juntamente com 11 marcadores AFLP, mostraram que esses marcadores, estão previamente conectados a região apospórica de *P. notatum*. De acordo com os mesmos autores, na tentativa de obter marcadores SCAR (regiões amplificadas caracterizadas por sequência), que ser mais específico na identificação de plantas apomíticas, só foi possível desenvolver um marcador SCAR a partir de um Marcador AFLP (polimorfismo de comprimento de fragmento amplificado) (Espinoza *et al.*, 2006). Também Weiler *et al.* (2017) utilizaram marcadores do tipo RAPD para análises de modo de reprodução de uma progênie híbrida de 196 indivíduos ou ainda trabalhos de análise comparativa da diversidade molecular e morfológica em duas espécies diplóides de *Paspalum* com sistemas de fecundação (Reutemann *et al.* 2024).

Por se tratarem de planta perenes de ciclo estival, essas estão em pleno florescimento no mesmo momento então sendo coletadas inflorescências em antese para extração de ovário para determinação do modo de reprodução (trabalho sendo realizado por outra estudante de mestrado no Laboratório de Citogenética do DPFA). Sartor; Quarin; Espinoza (2009), realizaram cruzamentos envolvendo um genitor feminino autotetraploide sexual e um genitor masculino (apomítico facultativo autotetraploide) ocorrendo segregação quanto o modo de reprodução na progênie. Há uma grande lista de trabalhos indicando que a segregação para modo de reprodução ocorre entre indivíduos de um F1 quando um planta sexuada é cruzada com uma apomítica em várias espécies de *Paspalum* (Aguilera *et al.*, 2011; Novo; Espinoza; Quarin, 2013; Weiler *et al.*, 2017; Krycki *et al.* 2020). Neste último Krycki *et al.* (2020) analisaram 24 híbridos intraespecíficos de *P. notatum* e foram encontrados 13

genótipos sexuais e 11 apomíticos. A proporção sexual/apomítico dos genótipos foi de 1,2:1, próxima do esperado 1:1 para herança tetrassômica monogênica com aposporia dominante. Em outras avaliações do modo reprodutivo de progênes híbridas segregantes de *P. notatum*, foram encontradas relações sexual e apomítico 2,8:1 (Martínez *et al.*, 2001); 6,5:1 (Stein *et al.*, 2004); 4,6:1 e 4,3:1 na primeira e segunda gerações, respectivamente (Acuña *et al.*, 2011) e 1:2,1 (Weiler *et al.*, 2017).

Figura 9 – Planta genitora feminina 106036 híbrida de *P. plicatulum* X *P. guenoarum*.



Fonte: Autoria própria (2023), Departamento de Plantas Forrageiras, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, RS.

Inflorescências jovens serão coletadas para análises citogenéticas com a finalidade de analisar o comportamento meiótico dos híbridos. Krycki *et al.* (2020) em estudos citogenéticos analisando o pareamento cromossômico meiótico de híbridos de

P. notatum, observou a predominância de associações bivalentes na diacinese, mas também foram observadas associações cromossômicas quadrivalentes. Nas associações bivalentes, a correspondência cromossômica dos híbridos tetraploides avaliados tendia a ser regular, embora Quarin *et al.* (2001) afirmaram que associações quadrivalentes predominam em tetraploides apomíticos. Em outro trabalho, Krycki, Simioni e Dall'Agnol (2016) avaliaram o comportamento meiótico em plantas tetraploidizadas artificialmente com utilização de colchicina, nominadas 'WKS63' e 'WKS92'. Foi observado o predomínio de associações bivalentes na diacinese e na metáfase I, enquanto também ocorreram associações uni, tri e quadrivalentes, embora esporadicamente. Essas análises citogenéticas são de fundamental importância para obtenção de híbridos com alta produção de sementes e sementes com alta germinação, tornando os híbridos com boa performance agrônômica, candidatos futuramente serem lançados como cultivares pelo Programa de Melhoramento de Plantas Forrageiras da UFRGS.

5. Considerações Finais

Foi possível obter híbridos do cruzamento entre plantas sexuais de *P. plicatum* X *P. guenoarum* e ecótipos apomíticos de *P. leptum*. Foram obtidas 400 cariopses dos cruzamentos realizados, porém só três plantas conseguiram se estabelecer e atingir a fase reprodutiva.

P. leptum tem sua antese ocorrendo das 11h até 15h e possuem baixa quantidade de pólen por inflorescência, o que dificulta a realização de coleta de pólen para realização de hibridizações artificiais. Já as plantas híbridas de *P. plicatum* X *P. guenoarum* floresceram por volta das 11h30min da manhã e essas possuem antese de forma irregular na inflorescência. Essa antese ocorre por cerca de uma semana, dificultando a emasculação, necessitando a retirada dos racemos jovens com antese tardiamente.

A utilização de três espécies em cruzamentos, e a mistura de três genomas, mesmo sendo em espécies do mesmo grupo *Plicatula*, pode estar ligada a baixa formação e germinação das sementes obtidas nos cruzamentos.

REFERÊNCIAS

- ACUÑA, C. A. *et al.* Reproductive Characterization of Bahiagrass Germplasm. **Crop Science**, Madison, v. 47, n. 4, p. 1711-1717, 2007. DOI 10.2135/cropsci2006.08.0544. Disponível em: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2135/cropsci2006.08.0544>. Acesso em: 16 mar. 2024.
- ACUÑA, C. A. *et al.* Bahiagrass Tetraploid Germplasm: reproductive and agronomic characterization of segregating progeny. **Crop Science**, Madison, v. 49, n. 2, p. 581-588, 2009. DOI: 10.2135/cropsci2008.07.0402. Disponível em: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2135/cropsci2008.07.0402>. Acesso em: 16 mar. 2024.
- ACUÑA, C. A. *et al.* Tetraploid bahiagrass hybrids: breeding technique, genetic variability and proportion of heterotic hybrids. **Euphytica**, Dordrecht, v. 179, p. 227-235, 2011. DOI: 10.1007/s10681-010-0276-y. Acesso em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10681-010-0276-y>. Disponível em: 15 mar. 2024.
- 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, n. 4, p. 1544-1550, 2011. DOI: 10.2135/CROPSCI2010.10.0610. Disponível em: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2135/cropsci2010.10.0610>. Acesso em: 15 mar. 2024.
- ARAÚJO, S. A. C.; DEMINICIS, B. B.; CAMPOS, P. R. S. S. Melhoramento Genético de Plantas Forrageiras Tropicais no Brasil. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 57, p. 61-76, 2008.
- ASKER, S. E.; JERLING, L. **Apomixis in plants**. New York: CRC Press, 1992.
- BARRETO, I. L. **O gênero *Paspalum* (Gramineae) no Rio Grande do Sul**. 1974. Tese (Livre Docência em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1974. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/266287>. Acesso em: 15 mar. 2024.
- BASHAW, E.C.; HOVIN, A. W.; HOLT, E.C. Apomixis, its evolutionary significance and utilization in plant breeding. *In*: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 11., 1970, Queensland. **Proceedings...** Brisbane: University of Queensland, 1970. p. 245-247.
- BATISTA, L. A. R.; GODOY, R. Capacidade de produção de sementes em acessos do gênero *Paspalum*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 27, n. 5, p. 841-847, 1998. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/44263>. Acesso em: 16 mar. 2024.
- BATISTA, L. A. R.; GODOY, R. Caracterização preliminar e seleção de germoplasma do gênero *Paspalum* para produção de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 23-32, 2000. DOI: 10.1590/S1516-35982000000100004.

Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/FVvSWmKH59GP5z94CL6Bj7F/>. Acesso em: 16 mar. 2024.

BENCKE, G. A. Diversidade e conservação da fauna dos do Sul do Brasil. *In: PILLAR, V. P. et al. (org.). Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade.* Brasília, DF: MMA, 2009. p. 101-121.

BENNETT, H. W.; BASHAW, E. C. Interspecific Hybridization with *Paspalum* spp. **Crop Science**, Madison, v. 6, p. 52-54, 1966. DOI: 10.2135/cropsci1966.0011183X000600010016x. Disponível em: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2135/cropsci1966.0011183X000600010016x>. Acesso em: 16 mar. 2024.

BENNETT, H. W.; BURSON, B. L.; BASHAW, E. C. Intraespecific hybridization in dallisgrass, *Paspalum dilatatum* Poir 1. **Crop Science**, Madison, v. 9, n. 6, p. 807-809, 1969. DOI: 10.2135/CROPSCI1969.0011183X000900060042X. Disponível em: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2135/cropsci1969.0011183X000900060042x>. Acesso em: 16 mar. 2024.

BILENCA D. N.; MIÑARRO F. O. **Identificación de áreas valiosas de pastizal em las pampas y campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil.** Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre Argentina, 2004.

BOLDRINI, I. I. Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional. **Boletim do Instituto de Biociências**, Porto Alegre, n. 56, p. 1-39, 1997. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/floracampestre/wp-content/uploads/2020/10/Boldrini-1997.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2024.

BOLDRINI, I. I. Biodiversidade dos campos sulinos. *In: DALL'AGNOL, M. et al. Anais do I Simpósio de Forrageiras e Produção Animal: anais.* Porto Alegre: Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, UFRGS, 2006. p. 11-24.

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

BOLDRINI, I. I.; LONGHI-WAGNER, H. M.; BOECHAT, S. J. **Morfologia e taxonomia de gramíneas sul-rio-grandenses.** 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2008.

BOTREL, M. A. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de alfafa avaliadas em Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 409-414, 2005. DOI: 10.1590/S1413-70542005000200019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/yvDwT5MjHBPvVjwfpYt/>. Acesso em: 16 mar. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Departamento de Conservação da Biodiversidade. **Plano nacional de recuperação da vegetação nativa: versão preliminar.** Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2015. Disponível em: <https://www.fundacaorenova.org/wp-content/uploads/2017/04/Planaveg.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2024.

BRUGNOLI, E. A. *et al.* Diversity in , and Mixed Diploid- Tetraploid Populations of *Paspalum simplex*. **Crop Science**, Madison, v. 53, n. 4, p. 1509-1516, 2013. DOI: 10.2135/cropsci2012.08.0497. Disponível em: <https://acess.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2135/cropsci2012.08.0497>. Acesso em: 16 mar. 2024.

BUENO, L. C. D. S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. D. **Melhoramento genético de plantas**: princípios e procedimentos. Lavras: Editora da UFLA, 2006.

BURSON, B. L.; BENNETT, H. W. Chromosome numbers, microsporogenesis, and mode of reproduction of seven *Paspalum* species. **Crop Science**, Madison, v. 11, n. 2, p. 292-294, 1971. DOI: 10.2135/cropsci1971.0011183X001100020038x. Disponível em: <https://acess.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2135/cropsci1971.0011183X001100020038x>. Acesso em: 15 mar. 2024.

BURTON, G. W. Artificial fog chamber facilitates *Paspalum* emasculation. **Agronomy Journal**, Madison, v. 40, n. 3, p. 281-282, 1948. DOI: 10.2134/agronj1948.00021962004000030010x. Disponível em: <https://acess.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2134/agronj1948.00021962004000030010x>. Acesso em: 15 mar. 2024.

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

CARGNIN, A. *et al.* Interação entre genótipos e ambientes e implicações em ganhos com seleção em trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 6, p. 987-993, 2006. DOI: 10.1590/S0100-204X2006000600014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/JgVhttHbcjbGfBMBbmZMbSG/#>. Acesso em: 16 mar. 2024.

CARMAN, J. G. Asynchronous expression of duplicate genes in angiosperms may cause apomixis, bispory, tetraspory, and polyembryony. **Biological Journal of the Linnean Society**, London, v. 61, n. 1, p. 51-94, 1997. DOI: 10.1006/bijl.1996.0118. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0024406696901182>. Acesso em: 15 mar. 2024.

CARMAN, J. G. *et al.* Apospory appears to accelerate onset of meiosis and sexual embryo sac formation in sorghum ovules. **BMC Plant Biology**, London, v. 11, [art.] 9, [p. 1-13], 2011. DOI: 10.1186/1471-2229-11-9. Disponível em: <https://bmcpplantbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2229-11-9#citeas>. Acesso em: 15 mar. 2024.

CARNEIRO, V. T. C.; DUSI, D. M. A. Apomixia: em busca de tecnologias de clonagem de plantas por sementes. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, DF, v. 25, p. 36-42, 2002.

CARNEIRO, V. T. C.; DUSI, D. M.; ORTIZ, J. P. A. Apomixis: occurrence, applications and improvements. *In*: SILVA, J. A. T. (ed.). **Floriculture, ornamental and plant biotechnology**: advances and topical issues. Isleworthn: Global Science Books, 2006. v. 1, p. 564-571, 2006. Disponível em: <http://www.globalsciencebooks.info/Books/images/FOPBVolume1sample.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2024.

CARVALHO, C. G. P. D. *et al.* Interação genótipo x ambiente no Desempenho Produtivo de Soja no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 7, p. 989-1000, 2002. DOI: 10.1590/S0100-204X2002000700013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/Ks9cttSsCYn7bkyJcGqRVVs/#>. Acesso em: 16 mar. 2024.

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

CIDADE, F. W. *et al.* Isolation and characterization of microsatellite loci in *Paspalum notatum* Flüggé (Poaceae). **Conservation Genetics**, v. 10, n. 6, p. 1977-1980, 2009. DOI: 10.1007/s10592-009-9872-6. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10592-009-9872-6>. Acesso em: 16 mar. 2024.

CHASE, A. **The North American species of *Paspalum***. Washington, DC: Government Printing Office, 1929. Disponível em: <https://repository.si.edu/handle/10088/27051>. Acesso em: 15 mar. 2024.

COIMBRA, J. L. M. *et al.* Reflexos da interação genótipo x ambiente e suas implicações nos ganhos de seleção em genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 433-439, 1999. DOI: 10.1590/S0103-84781999000300009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/j5TRr94YxkY69gYZMLsKJ8L/>. Acesso em: 16 mar. 2024.

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. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/22524/000157797.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2024.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 1997.

DAHMER, N. *et al.* Cytogenetic data for *Paspalum notatum* Flüggé accessions. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 4, p. 381-388, 2008. DOI: 10.1590/S0103-90162008000400009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sa/a/nT54cD4ZSNQByJcCNJqBLJF/?lang=en#>. Acesso em: 15 mar. 2024.

DALL'AGNOL, M.; SCHIFINO-WITTMANN, M. T. Apomixia, genética e melhoramento de plantas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, p. 127-133, 2005. DOI 10.18539/CAST.V11I2.1177.

DALL'AGNOL, M. *et al.* Perspectivas de lançamento de cultivares de espécies forrageiras nativas: o gênero *Paspalum*. *In*: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E

PRODUÇÃO ANIMAL, 1., 2006, Porto Alegre. **Anais** [...] Porto Alegre: Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia UFRGS, 2006. p. 147-160.

DENHAM, S. S. Revisión sistemática del subgénero *Harpostachys* de *Paspalum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**, Saint Louis, v. 92, p. 463-532, 2005. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Revision-sistem%C3%A1tica-del-subg%C3%A9nero-Harpostachys-de-Denham/a43503919d35c6edcc076917034e53bd2cf3c584>. Acesso em: 15 mar. 2024.

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

ESPINOZA, F. *et al.* Genetic characterization of *Paspalum* Notatum Accessions by AFLP markers. **Plant Systematics and Evolution**, Wien, v. 258, n. 3/4, p. 147-159, 2006.

EUCLIDES, V. P. B. *et al.* Brazilian Scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, p. 151-168, 2010. Suppl. spe. DOI: 10.1590/S1516-35982010001300018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/pyMNYbFZpYs6z3ypw8vVgnw/#>. Acesso em: 16 mar. 2024.

FACHINETTO, J. M. *et al.* Avaliação agrônômica e análise da persistência em uma coleção de acessos de *Paspalum* notatum Flüggé (Poaceae). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 1, p. 189-195, 2011. DOI: 10.5039/agraria.v7i1a1238. Disponível em: <http://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v7i1a1238>. Acesso em: 16 mar. 2024.

FERNANDES, M. I. B. M. *et al.* Citogenetic, ecologic and in brazilian forms o *Paspalum Dilatatum*. **Canadian Journal of Genetics and Cytology**, Ottawa, v. 10, n. 1, p. 131-138, 1968. DOI: 10.1139/g68-018. Disponível em: <https://cdnsiencepub.com/doi/abs/10.1139/g68-018>. Acesso em: 16 mar. 2024.

FERREIRA, R. P. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de alfafa em relação a diferentes épocas de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 265-269, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/rVdzF4sGN5xVS9d5mZn9CxM/?format=pdf>. Acesso em: 16 mar. 2024.

FREITAS, L. B.; BERED, F. **Genética e evolução vegetal**. Porto Alegre: UFRGS, 2003.

GARCIA, M. V.; BALATTI, P. A.; ARTURI, M. J. Genetic variability in natural populations of *Paspalum dilatatum* poir: analyzed by means of morphological traits and molecular markers. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Amsterdam, v. 54, n. 5, p. 935-946, 2007. DOI: 10.1007/s10722-006-9147-8. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10722-006-9147-8#citeas>. Acesso em: 16 mar. 2024.

HAND, M. L.; KOLTUNOW, A. M. The genetic control of apomixis: asexual seed formation. **Genetics**, Baltimore, v. 197, n. 2, p. 441-450, 2014. DOI: 10.1534/genetics.114.163105. Disponível em: <https://academic.oup.com/genetics/article/197/2/441/6074299>. Acesso em: 15 mar. 2024.

HANNA, W. W.; BASHAW, E.C. Apomixis: its identification and use in plant breeding. **Crop Science**, Madison, v. 27, n. 6, p.1136-1139, 1987. DOI: 10.2135/cropsci1987.0011183X002700060010x Disponível em: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2135/cropsci1987.0011183X002700060010x>. Acesso em: 16 mar. 2024.

HANNA, W. W. Use of apomixis in cultivar development. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 54, p. 333-350, 1995. DOI: 10.1016/S0065-2113(08)60903-7. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0065211308609037?via%3Dihub> . Acesso em: 15 mar. 2024.

HARLAN, J. R.; J. M. DE WET. On Ö. Winge and a prayer: the origins of polyploidy. **Botanical Review**, Bronx, v. 41, p. 361-390, 1975. DOI: 10.1007/BF02860830. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02860830#citeas>. Acesso em: 16 mar. 2024.

HASENACK, H. *et al.* Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. *In*: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 2., 2007, Porto Alegre. **Anais [...]** Porto Alegre: UFRGS, 2007. p.15-21. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/285879904_Consideracoes_sobre_o_clima_da_regiao_de_Tramandai_RS/link/5e17616da6fdcc283763a436/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InNpZ251cCIsInBhZ2UiOiJwdWJsaWNhdGlvbiJ9fQ. Acesso em: 16 mar. 2024.

HÖRANDL, E.; HOJGAARD, D. The evolution of apomixis in angiosperms: reappraisal. **Plant Biosystems**, Bologna, v. 146, n. 3, p. 681-693, 2012. DOI 10.1080/11263504.2012.716795.

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. DOI: 10.1105/tpc.5.10.1425. Disponível em: <https://academic.oup.com/plcell/article/5/10/1425/5984636?login=false>. Acesso em: 15 mar. 2024.

KRYCKI, K. C. *et al.* Reproductive analyses of intraspecific *Paspalum notatum* Flügge hybrids. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 20, n. 1, [art.] e291620114, 2020. DOI: 10.1590/1984-70332020v20n1a14. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cbab/a/SzqRWvyZrxvYgBzxnWb6B8H/?lang=en>. Acesso em: 16 mar. 2024.

KRYCKI, K. C.; SIMIONI, C.; DALL'AGNOL, M. Cytoembryological evaluation, meiotic behavior and pollen viability of *Paspalum notatum* polyploidized plants. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 16, p. 282-288, 2016. DOI: 10.1590/1984-70332016v16n4a43. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cbab/a/8ZjMwMnhBNh8KD4Yt5T67jw/?lang=en>. Acesso em: 15 mar. 2024.

MARTÍNEZ, E. J. *et al.* Inheritance of apospory in bahiagrass, *Paspalum notatum*. **Hereditas**, Lund, v. 135, n. 1, p. 19-25, 2001. DOI: 10.1111/j.1601-5223.2001.00019.x. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Inheritance-of-apospory-in-bahiagrass%2C-Paspalum-Mart%C3%ADnez-Urbani/9fb1395b2d06675d7774020390425f39e2bb8abb>. Acesso em: 15 mar. 2024.

MATTE, A.; WAQUIL, P. D. Productive changes in Brazilian Pampa: impacts, vulnerabilities and coping strategies. **Natural Hazards**, Wellington, v. 102, p. 469-488, 2020. DOI: 10.1007/s11069-020-03934-9. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-020-03934-9#citeas>. Acesso em: 15 mar. 2024.

MORAES-FERNANDES, M. I. B.; BARRETO, I. L.; SALZANO, F. M. Cytogenetic, ecologic and morphologic studies in Brazilian forms of *Paspalum notatum*. **Can Canadian Journal of Genetics Cytology**, Ottawa, v. 15, n. 3, p. 523- 531, 1973. DOI: 10.1139/g73-063. Disponível em: <https://cdnsiencepub.com/doi/10.1139/g73-063>. Acesso em: 16 mar. 2024.

MOTTA, E. A. M. D. *et al.* Forage performance of *Paspalum* hybrids from an interspecific cross. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 6, p. 1025-1031, 2016. DOI: 10.1590/0103-8478cr20150232. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/CLpMfgmjpW6FQYxFWwfBGnm/#>. Acesso em: 15 mar. 2024.

MOTTA, E. A. M. D. *et al.* Nutritive value and herbage mass in hybrids of *Paspalum plicatulum* x *Paspalum guenoarum* fertilized with nitrogen or in mixture with temperate legumes. **Grassland Science**, Tochigi, v. 66, n. 4, p. 261-270, 2020. DOI: 10.1111/grs.12280. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/grs.12280>. Acesso em: 15 mar. 2024.

MOTTA, M. E. A. **Avaliação de caracteres agronômicos em híbridos interespecíficos do gênero *Paspalum***. 2014. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

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

NABINGER, C. Manejo do campo nativo na região Sul do Brasil e viabilidade do uso de modelos. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM PRODUÇÃO ANIMAL, 2., 2006, Santa Maria. **Anais** [...] Santa Maria: UFSM, 2006. p. 1-44.

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

NOGLER, G. A. Gametophytic apomixis *In: JOHRI, B. M. (org.). Embryology of angiosperms.* Berlin: Springer, 1984. p. 475-518. DOI: 10.1007/978-3-642-69302-1_10.

NOVO, P. E.; ESPINOZA, F.; QUARIN, C. L. An apomictic tetraploid *Paspalum chaseanum* cytotype and its cytogenetic relationship with *P. plicatulum* (Poaceae): taxonomic and genetic implications. **Australian Journal of Botany**, East Melbourne, v. 61, n. 7, p. 538-543, 2013. DOI: 10.1071/BT13194. Disponível em: <https://www.publish.csiro.au/bt/BT13194>. Acesso em: 16 mar. 2024.

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. DOI: 10.1590/0103-9016-2015-0218. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sa/a/7mbyPdJL8Qv5CWnJphRz9Db/?lang=en>. Acesso em: 16 mar. 2024.

NOVO, P. E. *et al.* Hybridization and heterosis in the Plicatula group of *Paspalum*. **Euphytica**, Dordrecht, v. 213, n. 8, p. 1-12, 2017. DOI: 10.1007/s10681-017-1983-4. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10681-017-1983-4#citeas>. Acesso em: 16 mar. 2024.

NOVO, P. E. *et al.* Genetic transfer from several apomictic tetraploid *Paspalum* species to an elite group of sexual plants. **Crop Science**, Madison, v. 60, n. 4, p. 1997-2007, 2020. DOI: 10.1002/csc2.20173. Disponível em: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/csc2.20173>. Acesso em: 16 mar. 2024.

OLIVEIRA, R. C.; VALLS, J. F. Taxonomia de *Paspalum* L., grupo Linearia (Gramineae-Paniceae) do Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 371-389, 2002. DOI: 10.1590/S0100-84042002012000001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbb/a/gYyMPNmFt8scjLCX7wFwpsH/#>. Acesso em: 15 mar. 2024.

ORTIZ, J. P. *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. DOI: 10.1093/aob%2Fmct152. Disponível em: https://repositorio.unne.edu.ar/bitstream/handle/123456789/37736/RIUNNE_FCA_AR_Ortiz-Quarin-Pessino.pdf?sequence=1. Acesso em: 15 mar. 2024.

ORTIZ, J. P. A. *et al.* Manipulación de la apomixis y su aplicación en la agricultura. *In: ECHENIQUE, V.; RUBINSTEIN, C.; MROGINSKI, L. (Orgs.). Biotecnología y Mejoramiento Vegetal.* Buenos Aires: INTA, 2004. p. 283-292. Disponível em: <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/BiotecnologiayMejoramientovegetalIII.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2024.

ORTIZ, J. P. A. *et al.* How to become an apomixis model: the multifaceted case of *Paspalum*. **Genes**, Basel, v. 11, n. 9, p. 1-27, 2020. Disponível em: [10.3390/genes11090974](https://doi.org/10.3390/genes11090974). Acesso em: 7 dez. 2021.

OVERBECK, G. E. *et al.* Brazil's neglected biome: the south brazilian campos. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, Amsterdam, v. 9, n. 2, p. 101-116, 2007. DOI: 10.1016/j.ppees.2007.07.005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1433831907000303>. Acesso em: 16 mar. 2024.

OVERBECK, G. E. *et al.* Restoration ecology in Brazil – Time to step out of the forest. **Natureza & Conservação**, Rio de Janeiro, v. 11, p. 92-95, 2013. DOI: 10.4322/natcon.2013.015. Disponível em: <https://doi.editoracubo.com.br/10.4322/natcon.2013.015>. Acesso em: 16 mar. 2024.

OVERBECK, G. E. *et al.* Fisionomia dos campos. *In*: Pillar, V. D. P.; LANGE, O. (org.). **Os campos do Sul**. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos - UFRGS, 2015. p. 31-42.

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

PAUMAM, T. **Pesquisadores da UFSM contribuem em estudo que encontrou mais de 12 mil espécies no bioma Pampa**: o intuito é conscientizar a população sobre a preservação do bioma. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2 jun. 2023. Disponível em: <https://ufsm.br/r-1-62117>. Acesso em: 16 mar. 2024.

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

PEREIRA, E. A. *et al.* Produção agrônômica de uma coleção de acessos de *Paspalum nicorae* Parodi. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 3, p. 498-508, 2011. DOI: 10.1590/S1516-35982011000300006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/4ZHwqxycZgJqyW3mvxNW4n/#>. Acesso em: 16 mar. 2024.

PEREIRA, E. A. *et al.* Variabilidade genética de caracteres forrageiros em *Paspalum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 10, p. 1533-1540, 2012. DOI: 10.1590/S0100-204X2012001000017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/wB33vQpDcYWyn8hfFZpsXSN/#>. Acesso em: 16 mar. 2024.

PEREIRA, E. A. *et al.* Produção agrônômica de uma coleção de acessos de *Paspalum nicorae* Parodi. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 3, p. 498-508, 2011. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/913977>. Acesso em: 16 mar. 2024.

- PEREIRA, T. B. *et al.* Eficiência da seleção de progênies de café F4 pela metodologia de modelos mistos (REML/BLUP). **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 3, p. 230-236, 2013. DOI: 10.1590/brag.2013.031. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/WGzYCcQK6tzzh9VCZ5krbGg/>. Acesso em: 16 mar. 2024.
- PIANA, C. F. B. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade do rendimento de grãos de genótipos de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 4, p. 553-564, 1999. DOI: 10.1590/S0100-204X1999000400006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/FVMsDrK76SLgcGYGmRRqw5m/?lang=pt>. Acesso em: 16 mar. 2024.
- PIANA, C. F. B.; SILVA, J. G. C.; ANTUNES, I. F. Regionalização para o cultivo do feijão no Rio Grande do Sul com base na interação genótipo x ambiente. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 59, n. 2, p. 213-224, 2012. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/924444>. Acesso em: 16 mar. 2024.
- PILLAR, V. D. P. *et al.* **Campos sulinos**: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília, DF: MMA, 2009.
- PIZARRO, E. A. Potencial forrajero del género *Paspalum*. **Pasturas Tropicales**, Cali, v. 22, n. 1, p. 38-46, 2000.
- QUARIN, C. L. The nature of apomixis and its origin in Panicoid grasses. **Apomixis Newsletter**, [s. l.], v. 5, p. 8-15, 1992. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/286002758_The_nature_of_apomixis_and_its_origin_in_Panicoid_grasses. Acesso em: 16 mar. 2024.
- QUARIN, C. L. *et al.* A rise of ploidy level induces the expression of apomixis in *Paspalum notatum*. **Sexual Plant Reproduction**, Heidelberg, v. 13, p. 243-249, 2001. DOI: 10.1007/s004970100070. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s004970100070#citeas>. Acesso em: 15 mar. 2024.
- QUARIN, C. L. *et al.* Registration of Q4188 and Q4205, sexual tetraploid germoplasm of bahiagrass. **Crop Science**, Madison, v. 43, n. 2, p. 745-746, 2003. DOI: 10.2135/cropsci2003.7450. Disponível em: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2135/cropsci2003.7450>. Acesso em: 16 mar. 2024.
- QUARIN, C. L.; NORRMANN, G. A. Cytology and reproductive behavior of *Paspalum equitans*, *P. ionanthum*, and their hybrids with diploid and tetraploid cytotypes of *P. cromoerhizon*. **Botanical Gazette**, Chicago, v. 148, n. 3, p. 386-391, 1987. DOI: 10.1086/337667. Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/337667>. Acesso em: 16 mar. 2024.
- QUARIN, C. L.; VALLS, J. F. M.; URBANI, M. H. Cytological and reproductive behavior of *Paspalum atratum*, a promising forage grass for the tropics. **Tropical Grasslands**, Cali, v. 31, p. 114-116, 1997.

REBOZZIO, R. N. *et al.* Validation of molecular markers linked to apospory in tetraploid races of bahiagrass, *Paspalum notatum* Flügge. **Molecular Breeding**, Dordrecht, v. 29, n. 1, p. 189-198, 2012. DOI: 10.1007/s11032-010-9537-7. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11032-010-9537-7#citeas>. Acesso em: 16 mar. 2024.

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. DOI: 10.1590/S0103-90162010000200003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sa/a/4qkRtB3b7X4zVgQLrsJYRYD/?format=html#>. Acesso em: 16 mar. 2024.

REIS, C.; SCHIFINO-WITTMANN, M. T.; DALL'AGNOL, M. Chromosome numbers, meiotic behavior and pollen fertility in a collection of *Paspalum nicorae* Parodi accessions. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 8, n. 3, p. 212-218, 2008. DOI: 10.12702/1984-7033.V08N03A05. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Chromosome-numbers%2C-meiotic-behavior-and-pollen-in-Reis-Schifino-Wittmann/63d554b9b84bb57f994dbf50cfc839e4619d5670>. Acesso em: 16 mar. 2024.

REUTEMANN, A. V. *et al.* Comparative analysis of molecular and morphological diversity in two diploid *Paspalum* species (Poaceae) with contrasting mating systems. **Plant Reproduction**, Berlin, v. 37, p. 15-32, 2024. DOI: 10.1007/s00497-023-00478-3. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00497-023-00478-3>. Acesso em: 15 mar. 2024.

REYNO, R. *et al.* Molecular and cytogenetic characterization of a collection of bahiagrass (*Paspalum notatum* Flügge) native to Uruguay. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Amsterdam, v. 59, p. 1823-1832, 2012. DOI: 10.1007/s10722-012-9806-x. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10722-012-9806-x#citeas>. Acesso em: 16 mar. 2024.

RICHARDS, A. J. **Plant breeding systems**. London: Chapman & Hall, 1997.

RIOS, E. *et al.* Ergot resistant tetraploid bahiagrass and fungicide effects on seed yield and quality. **Plant Health Progress**, St. Paul, v. 16, n. 2, p. 56- 62, 2015. Disponível em: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHP-RS-14-0051>. Acesso em: 16 mar. 2024.

SARAIVA, K. M. *et al.* Variabilidade genética de caracteres forrageiros em acessos do gênero *Paspalum* em diferentes ambientes. **Revista de la Facultad de Agronomía**, Santa Rosa, AR, v. 22, p. 163-166, 2013. Série supl. 2, Disponível em: <https://repo.unlpam.edu.ar/handle/unlpam/6140?show=full>. Acesso em: 16 mar. 2024.

SARTOR, M. E.; QUARIN, C. L.; ESPINOZA, F. Mode of reproduction of colchicine-induced *Paspalum plicatulum* tetraploids. **Crop Science**, Madison, v. 49, n. 4, p. 1270-1276, 2009. DOI: 10.2135/CROPSCI2008.05.0270. Disponível em:

<https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2135/cropsci2008.05.0270>. Acesso em: 16 mar. 2024.

BERTHAUD, J. Apomixis and the Management of Genetic Diversity. *In*: SAVIDAN, Y.; CARMAN, J. G.; DRESSELHAUS, T. (ed.). **The Flowering of Apomixis: from mechanisms to genetic engineering**. Texcoco: CIMMYT; Luxemburg: European Union; Paris: IRD, 2001. p. 7-23. Disponível em: https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/doc34-08/010026309.pdf. Acesso em: 28 mar. 2024.

SAVIDAN, Y. H. *et al.* Breeding *Panicum maximum* in Brazil. 1. Genetic resources, modes of reproduction and breeding procedures. **Euphytica**, Dordrecht, v. 41, n. 1-2, p. 107-112, 1989. DOI: 10.1007/BF00022419. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00022419>. Acesso em: 16 mar. 2024.

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

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

STEINER, M. G. *et al.* Forage potential of native ecotypes of *Paspalum notatum* and *P. guenoarum*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 89, n. 3, p. 1753-1760, 2017. DOI: 10.1590/0001-3765201720160662. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aabc/a/M6BmNDtQPrBWJwqmLXdBxXn/?lang=en>. Acesso em: 16 mar. 2024.

STEIN, J. *et al.* Tetraploid races of *Paspalum notatum* show polysomic inheritance and preferential chromosome pairing around the apospory-controlling locus. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 109, p. 186-191, 2004. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00122-004-1614-z>. Acesso em: 15 mar. 2024.

SYBENGA, J. **Cytogenetics and plant breeding**. Berlin: Springer, 1992.

TAKAYAMA, S. Y. *et al.* Chromosome number in germplasm accessions of *Paspalum* (Plicatula group) from different regions in Brazil. **Euphytica**, Dordrecht, v. 99, p. 89-84, 1998. DOI: 10.1023/A:1018336200053.

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

VALLE, C. B. D. Recursos genéticos de forrageiras para áreas tropicais. *In*: CONFERÊNCIA VIRTUAL GLOBAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE BOVINOS DE CORTE, 1., 2002, Concórdia, SC. **Anais [...]**. Concórdia: Embrapa Pantanal, 2002.

p. 1-15. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/228950902_Recursos_geneticos_de_forrageiras_para_areas_tropicais. Acesso em: 16 mar. 2024.

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

VALLS, J. F. M.; POZZOBON, M. T. Variação apresentada pelos principais grupos taxonômicos de *Paspalum* com interesse forrageiro no Brasil. In: SAVIDAN, Y. H. *et al.* (ed.). **Anais do Encontro Internacional sobre Melhoramento Genético de Paspalum**, Nova Odessa, SP. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1987. p. 15-21.

WEILER, R. L. **Hibridação intraespecífica em *Paspalum notatum* Flüge**. 2013.

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

<http://www.bibliotecadigital.ufrgs.br/da.php?nrb=000885739&loc=2013&l=adc791fbbfa3fe6f>. Acesso em: 21 mar. 2024.

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, MG, v. 46, n. 3, p. 185-191, 2017. DOI:

10.1590/S1806-92902017000300002. Disponível em:

<https://www.semanticscholar.org/reader/0f00357b35e4fcdadbb39ae19950e2ab0f2a9807>. Acesso em: 15 mar. 2024.

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. DOI: 10.1590/1678-992X-2016-0354. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/sa/a/4LKTZgYG8gQgCxbmfzdVRVk/?lang=en>. Acesso em: 16 mar. 2024.

ZULOAGA, F. O.; MORRONE, O. **Revisión de las especies de *Paspalum* para América del Sur Austral**: (Argentina, Bolivia, sur del Brasil, Chile, Paraguay, y Uruguay). St. Louis: Missouri Botanical Garden, 2005. 293 p. (Monographs in Systematic Botany (MSB), v. 102).

VITA

Carla Nauderer, nasceu em 04 de novembro de 1978 no município de Canoas (RS), filha de Maria de Lourdes Minho Ponsi e Paulo Irani Nauderer (in memorian). Realizou seus estudos de Ensino Fundamental e Médio no Colégio Estadual Marechal Rondon em Canoas, RS.

Trabalhou e cursou a Faculdade de Ciências Biológicas da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), onde em janeiro de 2003, graduou-se Bióloga.

Fez estágio no Laboratório de Perícias Médicas, que está localizado no Instituto Geral de Perícias do Estado do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre, RS atuou como estagiária na Divisão de Química Forense, Divisão de Toxicologia Forense e a Secretária de Segurança Pública, onde desenvolveu curiosidade na pesquisa e análise científica.

É mãe da Alice Nauderer, discente do 6 semestre do curso de Matemática na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

Em 2013 foi aluna especial na cadeira de Botânica e Fisionomia de Pastagens Naturais, com a Professora Dr^a Ilsi Iob Boldrini, onde conheceu parte da diversidade florística e fisionômica do Bioma Pampa

Em 2022 iniciou o curso de Mestrado junto ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFRGS, área de concentração Plantas Forrageiras como bolsista do CNPq.