

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

CAROLINA ZAMBRANO BONOTTO  
Engenheira Agrônoma – UFRGS

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DAS  
SEMENTES DE ECÓTIPOS DO GÊNERO *Paspalum***

Porto Alegre (RS), Brasil

Março de 2022

CAROLINA ZAMBRANO BONOTTO

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DAS  
SEMENTES DE ECÓTIPOS DO GÊNERO *Paspalum***

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do Grau de Mestre em Zootecnia, no Programa de Pós-graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Orientador:** Miguel Dall'Agnol

**Coorientador:** André Pich Brunes

Porto Alegre (RS), Brasil

## CIP - Catalogação na Publicação

Bonotto, Carolina Zambrano  
CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, PRODUÇÃO E QUALIDADE  
DAS SEMENTES DE ECÓTIPOS DO GÊNERO Paspalum / Carolina  
Zambrano Bonotto. -- 2022.  
106 f.

Orientador: Miguel Dall'Agnol.

Coorientador: André Pich Brunes.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. Paspalum lepton. 2. Paspalum notatum. 3.  
produção de sementes. 4. qualidade fisiológica de  
sementes. I. Dall'Agnol, Miguel, orient. II. Brunes,  
André Pich, coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os  
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Carolina Zambrano Bonotto  
Engenheira Agrônoma

## DISSERTAÇÃO


Submetida como parte dos requisitos  
para obtenção do Grau de


### MESTRE EM ZOOTECNIA

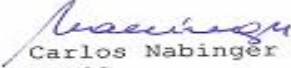
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Faculdade de Agronomia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre (RS), Brasil


Aprovada em: 22.03.22  
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 26/05/2022  
Por

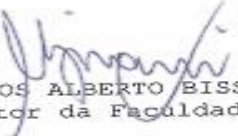
  
MIGUEL DALL'AGNOL  
PPG Zootecnia/UFRGS  
Orientador

  
SERGIO LUIZ VIEIRA  
Coordenador do Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia

  
Carlos Nabinger  
UFRGS

  
Leticia Winke Dias  
Agrônoma Laboratório de Análise de Sementes

  
Maria Tereza Bolzon Soster  
IFRS - Campus Sertão

  
CARLOS ALBERTO BISSANI  
Diretor da Faculdade de Agronomia

**DEDICATÓRIA**

À minha mãe Cláudia e ao meu pai Pedro por todo o incentivo que sempre me deram e por me fazerem chegar até aqui.

## AGRADECIMENTOS

À minha mãe Cláudia Zambrano por todo o amor e carinho que sempre me deu e por ser meu apoio em todos os momentos. Ao meu pai Pedro Bonotto por tudo o que fez por mim. Vocês me ajudaram a chegar até aqui e ser quem eu sou hoje. Amo muito vocês.

Aos meus avós, em especial ao Francisco, Maria de Lourdes e Luiz Cláudio, por terem feito parte da minha vida e por terem contribuído para a minha formação.

À minha companheira de quatro patas, Bisnaga, que ficou incontáveis horas ao meu lado nos momentos mais solitários dessa etapa.

A todos os professores que participaram da minha formação nesse período, em especial ao professor Miguel Dall'Agnol pela orientação e por toda a paciência que teve comigo. Ao professor Roberto Weiler pelos bons momentos de descontração. Também devo um agradecimento especial ao professor André Pich Brunet que esteve presente em cada etapa, me orientando e fazendo eu me tranquilizar mesmo quando as coisas pareciam dar errado. Meu muito obrigada! Saibam que os açudes estarão sempre com peixes aguardando vocês!

À professora Letícia Winke Dias, pelas aulas e por toda ajuda numa etapa essencial do trabalho com as sementes.

A todos os colegas bolsistas de iniciação científica, Rodrigo, Ana, Gabriel, Stéfani, Jéssica, Weliton, Arthur e Júlia por terem feito as contagens de perfilhos e testes de germinação bem menos estressantes.

Aos colegas de pós-graduação Carolina e Júlio pelos momentos ótimos momentos compartilhados e por todas as trocas. Agradeço especialmente ao Diógenes pelos conhecimentos estatísticos e por ter deixado esse momento muito mais leve.

Ao CNPq pela bolsa de mestrado.

A todos que de alguma forma foram contribuíram na minha formação nesse momento, meu muito obrigada!

## CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DAS SEMENTES DE ECÓTIPOS DO GÊNERO *Paspalum*<sup>1</sup>

Autor: Carolina Zambrano Bonotto  
Orientador: Miguel Dall'Agnol  
Coorientador: André Pich Brunes

### RESUMO

*P. lepton* e *P. notatum* são espécies nativas do Rio Grande do Sul, a primeira com alta capacidade de adaptação à solos arenosos e degradados. Já a segunda é conhecida pelo alto potencial de produção forrageira. O objetivo da pesquisa foi caracterizar e estimar a diversidade genética através de atributos genéticos de ecótipos de *P. notatum* e *P. lepton*, bem como avaliar o rendimento e qualidade de sementes de ecótipos de *P. lepton*. Para realização desse trabalho, foram coletados, em diferentes regiões fisiográficas do estado do Rio Grande do Sul, 16 ecótipos de cada espécie, os quais foram avaliados quanto às características morfológicas em quatro locais do RS em delineamento inteiramente ao acaso. Apenas ecótipos de *P. lepton* foram avaliados quanto aos componentes de rendimento e qualidade fisiológica de sementes. Os dados oriundos de diferentes locais foram submetidos à análise de variância através do teste F e, após, realizou-se a análise conjunta com os desdobramentos necessários. Já os dados de rendimento e qualidade fisiológica de sementes foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e quando significativo, realizou-se o agrupamento de médias pelo teste Scott & Knott a 5% de probabilidade. As estimativas genéticas foram avaliadas com base nos caracteres fenotípicos gerando a distância de Gower e, posteriormente, dois métodos de agrupamento foram utilizados. Além disso, a contribuição relativa dos caracteres foi quantificada através da metodologia de Singh e por componentes principais. Os 16 ecótipos de ambas as espécies se diferenciaram através do estudo genético. Em relação às características morfológicas, a pilosidade e o número de racemos foram as que mais contribuíram para a diferenciação em *P. lepton*, assim como a pilosidade, largura de folha e hábito de crescimento em *P. notatum*. Na avaliação dos componentes de rendimento de sementes, sugere-se o descarte da avaliação do número de sementes presas ao racemo e peso de mil sementes. Na avaliação do rendimento e qualidade de sementes, o ecótipo L3<sup>1</sup>.21 foi superior aos demais para massa de sementes aparentes e puras, assim como também apresentou maiores médias para número e massa de sementes presas ao racemo, número de perfilhos reprodutivos e viabilidade, podendo ser considerado em cruzamentos futuros.

**Palavras-chave:** *Paspalum lepton*; *Paspalum notatum*; produção de sementes; qualidade fisiológica de sementes.

---

<sup>1</sup>Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Plantas Forrageiras, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (111 p.) Março, 2022.

## MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION, PRODUCTION AND SEED QUALITY OF ECOTYPES OF THE GENUS *Paspalum*<sup>2</sup>

Author: Carolina Zambrano Bonotto

Advisor: Miguel Dall'Agnol

Co-Advisor: André Pich Brunes

### ABSTRACT

*P. lepton* and *P. notatum* are native species of Rio Grande do Sul, the first with a high capacity to adapt to sandy and degraded soils. The second is known for its high potential for forage production. The objective of the research was to characterize and estimate the genetic diversity through genetic attributes of *P. notatum* and *P. lepton* ecotypes, as well as to evaluate the yield and seed quality of *P. lepton* ecotypes. To carry out this work, 16 ecotypes of each species were collected in different physiographic regions of the state of Rio Grande do Sul, which were evaluated for morphological characteristics in four locations in RS in a completely randomized design. Only *P. lepton* ecotypes were evaluated for yield components and seed physiological quality. Data from different locations were subjected to analysis of variance using the F test and, afterwards, a joint analysis was carried out with the necessary developments. The data on yield and physiological quality seeds were submitted to analysis of variance (ANOVA), and when significant, the grouping of means was performed using the Scott & Knott test at 5% probability. The genetic estimates were evaluated based on the phenotypic characters generating the Gower distance and, after this, two clustering methods were used. In addition, the relative contribution of characters was quantified using Singh's methodology and principal components. The 16 ecotypes of both species were differentiated through genetic studies. Regarding the morphological characteristics, hairiness and the number of racemes were the ones that most contributed to the differentiation in *P. lepton*, as well as the hairiness, leaf width and growth habit were the ones that most contributed in *P. notatum*. In the evaluation of the components of seed yield, it is suggested to discard the evaluation of the number of seeds attached to the raceme and the weight of a thousand seeds. The L3 .21 ecotype was superior to the others for apparent and pure seed mass, as well as showing higher averages for number and mass of seeds attached to the raceme, number of reproductive tillers and viability, which can be considered in future crosses.

**Keywords:** *Paspalum lepton*; *Paspalum notatum*; seed production; physiological quality seeds.

---

<sup>2</sup> Master of Science dissertation in Forage Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (111 p.) March, 2022.



## SÚMARIO

	Páginas
<b>1. CAPÍTULO I</b> .....	18
1.1. Introdução.....	18
1.2. Revisão bibliográfica.....	21
1.2.1. Bioma Pampa e Campos Sulinos.....	21
1.2.2. O gênero <i>Paspalum</i> L.....	23
1.2.3. Grupo Plicatula: <i>Paspalum leptum</i> (ex. <i>P. nicorae</i> Parodi). ..	25
1.2.4. Grupo Notata: <i>Paspalum notatum</i> Flüggé.....	26
1.2.5. Melhoramento genético de plantas forrageiras.....	28
1.2.6. Caracterização e avaliação de germoplasma.....	30
1.2.7. Estimação da diversidade genética.....	31
1.2.8. Rendimento de forrageiras tropicais e subtropicais.....	34
1.3. Hipóteses e objetivos.....	37
<b>2. CAPÍTULO II: Caracterização morfológica de ecótipos de <i>Paspalum leptum</i> e <i>Paspalum notatum</i></b> .....	38
2.1. Metodologia.....	38
2.1.1. Obtenção do material vegetal.....	38
2.1.2. Localização dos experimentos.....	39
2.1.3. Instalação dos experimentos.....	40
2.1.4. Metodologia da coleta de dados.....	40
2.1.5. Análise de dados.....	41
2.2. Resultados e discussão.....	42
2.2.1. <i>Paspalum leptum</i> .....	42
2.2.2. <i>Paspalum notatum</i> .....	57
<b>3. CAPÍTULO III: Caracterização através dos componentes de rendimento, produção e qualidade fisiológica de sementes de <i>Paspalum leptum</i></b> .....	69
3.1. Metodologia.....	69
3.1.1. Localização do experimento.....	69
3.1.2. Material vegetal utilizado nas avaliações.....	69

3.1.3. Modo de condução do experimento.....	69
3.1.4. Análise de dados.....	74
3.2. Resultados e discussão.....	74
3.2.1. Caracterização pelos componentes de rendimento e qualidade fisiológica de sementes de <i>Paspalum lepton</i> .....	74
3.2.2. Rendimento e qualidade fisiológica de sementes de <i>Paspalum lepton</i> .....	81
<b>4. Conclusão.....</b>	<b>92</b>
<b>5. Referências .....</b>	<b>93</b>
<b>6. Vita .....</b>	<b>106</b>

## RELAÇÃO DE TABELAS

Páginas

### 2. CAPÍTULO II: Caracterização morfológica de ecótipos de *Paspalum leptum* e *Paspalum notatum*

1. Resumo da análise de variância individual por ambiente para 16 ecótipos de *Paspalum leptum*, onde A- altura de planta, CF- comprimento de folha, LF- largura de folha, CB- comprimento de bainha, LB- largura de bainha, CE- comprimento do eixo floral, NR- número de racemos por inflorescência, CR- Comprimento de racemos, H- hábito de crescimento, P- pilosidade, MS- matéria 48
2. Análise conjunta de experimentos para 16 ecótipos de *Paspalum leptum*, onde A- altura de planta, CF- comprimento de folha, LF- largura de folha, CB- comprimento de bainha, LB- largura de bainha, CE- comprimento do eixo floral, NR- número de racemos por inflorescência, CR- Comprimento de racemos, H- hábito de crescimento, P- pilosidade, MS- matéria seca. 52
3. Composição dos grupos formados pelo método de otimização de Tocher em 16 ecótipos de *Paspalum leptum*, com base na matriz de distância de Gower. 53
4. Características descritivas dos grupos formados pelo método de Tocher em 16 ecótipos de *Paspalum leptum*, com base na matriz de distância de Gower, onde A- altura de planta (cm), CF- comprimento de folha (cm), LF- largura de folha (cm), CB- comprimento de bainha (cm), LB- largura de bainha (cm), CE- comprimento do eixo floral (cm), NR- número de racemos por inflorescência (unidade), CR- Comprimento de racemos (cm), H- hábito de crescimento (1 a 5), P- pilosidade (1 a 5), MS- matéria seca (g.vaso<sup>-1</sup>). 53
5. Componentes principais (PC), estimativas das variâncias (autovalor  $\lambda_j$ ), porcentagem da variância explicada pelos componentes (importância %) e variância acumulada (%) de 16 ecótipos de *Paspalum leptum*, onde A- altura de planta, CB- comprimento da bainha, LF- largura de folha, P- pilosidade, NR- número de racemos por inflorescência, MS- matéria seca, LB- largura da bainha, CF- comprimento de folha, CR- comprimento de racemo, A- altura de planta. 56

### 3. CAPITULO III: Caracterização através dos componentes de rendimento, produção e qualidade de sementes de *Paspalum leptum*

6. Resumo da análise de variância para 16 ecótipos de *Paspalum notatum* individual para cada ambiente, onde A- altura de planta, CF- comprimento de folha, LF- largura de folha, CB- comprimento de bainha, LB- largura de 59

bainha, CE- comprimento do eixo floral, NR- número de racemos por inflorescência, CR- Comprimento de racemos, H- hábito de crescimento, P- pilosidade, MS- matéria seca.

7. Análise conjunta de experimentos para 16 ecótipos de *Paspalum notatum*, 63 onde A- altura de planta, CF- comprimento de folha, LF- largura de folha, CB- comprimento de bainha, LB- largura de bainha, CE- comprimento do eixo floral, NR- número de racemos por inflorescência, CR- Comprimento de racemos, H- hábito de crescimento, P- pilosidade, MS- matéria seca.
8. Composição dos grupos formados pelo método de otimização de Tocher em 16 ecótipos de *Paspalum notatum* Flügge, com base na matriz de distância de Gower. 64
9. Características descritivas dos grupos formados pelo método de Tocher em *Paspalum notatum* Flügge, com base na matriz de distância de Gower, onde A- altura de planta (cm), CF- comprimento de folha (cm), LF- largura de folha (cm), CB- comprimento de bainha (cm), LB- largura de bainha (cm), CE- comprimento do eixo floral (cm), NR- número de racemos por inflorescência (unidade), CR- Comprimento de racemos (cm), H- hábito de crescimento (1 a 5), P- pilosidade (1 a 5), MS- matéria seca (g.vaso<sup>-1</sup>). 64
10. Componentes principais (PC), estimativas das variâncias (autovalor  $\lambda_j$ ), porcentagem da variância explicada pelos componentes (importância %) e variância acumulada (%) dos 16 acessos de *Paspalum notatum* Flügge, onde CR- comprimento de racemo, P-pilosidade, LF- largura de folha, H- hábito de crescimento, LB- largura de bainha, NR- número de racemos por inflorescência, A- altura de planta, CE- comprimento do eixo floral, P- pilosidade. 68
11. Composição dos grupos formados pelo método de otimização de Tocher em 16 ecótipos de *Paspalum leptum*, com base na matriz de distância de Gower. 75
12. Características descritivas dos grupos formados pelo método de Tocher em 16 ecótipos de *Paspalum leptum*, na matriz de distância de Mahalanobis ( $D^2$ ), onde ND- número de sementes debulhadas (unidade), NP- número de sementes presas (unidade), MD- massa de sementes debulhadas (g), MP- massa de sementes presas (g), NR- número racemos por inflorescência (unidade), CE- comprimento do eixo floral (cm), NS- número de sementes por racemo (unidade), CR- comprimento de racemos (cm), MR- massa de sementes por racemo (g), MP- massa de sementes presas ao racemo (g), MSA- massa de sementes aparente (g), MSP- massa de sementes puras (g), PZ- pureza das sementes (%), PMS- peso de mil sementes (g), PT- número de perfilhos totais (unidade), PV- número de perfilhos vegetativos (unidade), PR- número de perfilhos reprodutivos (unidade), VB- viabilidade (%), C1- plântulas normais aos sete dias (%), PA- plântulas anormais aos 28 dias (%), SD- sementes duras aos 28 dias (%), SM- sementes mortas aos 28 dias (%) e G- plântulas normais aos 28 76

- dias (%).
13. Componentes principais (PC), estimativas das variâncias (autovalor  $\lambda_j$ ), 80  
 porcentagem da variância explicada pelos componentes (importância %) e  
 variância acumulada (%) dos ecótipos de *Paspalum lepton*, onde NS-  
 número de sementes por racemo por inflorescência, MSP- massa de  
 sementes puras, PT- número de perfilhos totais, ND- número de sementes  
 debulhadas, PA- porcentagem de plântulas anormais aos 28 dias, VB-  
 viabilidade, PZ- pureza das sementes, SM- porcentagem de sementes  
 mortas aos 28 dias, MP- massa de sementes presas ao racemo, G-  
 porcentagem de plântulas normais aos 28 dias, NR- número racemos por  
 inflorescência, NP- número de sementes presas, PMS- peso de mil  
 sementes.
  14. Análise de variância, onde ND- número de sementes debulhadas (unidade), 82  
 P- número de sementes presas (unidade), MD- massa de sementes  
 debulhadas (g), MP- massa de sementes presas (g), NR- número racemos  
 por inflorescência (unidade), CE- comprimento do eixo floral (cm), NS-  
 número de sementes por racemo (unidade), CR- comprimento de racemos  
 (cm), MR- massa de sementes por racemo (g), MP- massa de sementes  
 presas ao racemo (g), MSA- massa de sementes aparentes (g), MSP-  
 massa de sementes puras (g), PZ- pureza das sementes (%), PMS- peso  
 de mil sementes (g), PT- número de perfilhos totais (unidade), PV- número  
 de perfilhos vegetativos (unidade), PR- número de perfilhos reprodutivos  
 (unidade).
  15. Componentes de médias de rendimento de ecótipos de *Paspalum lepton*, 86  
 onde ND- número de sementes debulhadas (unidade), NP- número de  
 sementes presas (unidade), MD- massa de sementes debulhadas (g), MP-  
 massa de sementes presas (g), NR- número racemos por inflorescência  
 (unidade), CE- comprimento do eixo floral (cm), NS- número de sementes  
 por racemo (unidade), CR- comprimento de racemos (cm), MR- massa de  
 sementes por racemo (g), MP- massa de sementes presas ao racemo (g),  
 MSA- massa de sementes aparentes (g), MSP- massa de sementes puras  
 (g), PZ- pureza das sementes (%), PMS- peso de mil sementes (g), PT-  
 número de perfilhos totais (unidade), PV- número de perfilhos vegetativos  
 (unidade), PR- número de perfilhos reprodutivos (unidade).
  16. Análise de variância, VB- viabilidade, C1- plântulas normais aos 7 dias (%), 87  
 PA- plântulas anormais aos 28 dias (%), SD- sementes duras aos 28 dias  
 (%), SM- sementes mortas aos 28 dias (%) e G- plântulas normais aos 28  
 dias (%).
  17. Agrupamento de média, VB- viabilidade (%), C1- plântulas normais aos 7 87  
 dias (%), PA- plântulas anormais aos 28 dias (%), SM- sementes mortas  
 aos 28 dias (%) e G- plântulas normais aos 28 dias (%).
  18. Correlações, onde ND- número de sementes debulhadas, NP- número de 90  
 sementes presas, MD- massa de sementes debulhadas, MP- massa de

sementes presas, NR- número racemos por inflorescência, CE- comprimento do eixo floral, NS- número de sementes por racemo, CR- comprimento de racemos, MR- massa de sementes por racemo, MP- massa de sementes presas ao racemo, MSA- massa sementes aparentes, MSP- massa de sementes puras, PZ- pureza das sementes, PMS- peso de mil sementes, PT- número de perfilhos totais, PV- número de perfilhos vegetativos, PR- número de perfilhos reprodutivos, VB- viabilidade, C1- porcentagem de plântulas normais aos sete dias, PA- porcentagem de plântulas anormais aos 28 dias, SD- porcentagem de sementes duras aos 28 dias, SM- porcentagem de sementes mortas aos 28 dias e G- porcentagem de plântulas normais aos 28 dias.

## RELAÇÃO DE FIGURAS

	Páginas
<b>2. CAPÍTULO II: Caracterização morfológica de ecótipos de <i>Paspalum leptum</i> e <i>Paspalum notatum</i></b>	
1. Locais de coleta de ecótipos de <i>Paspalum leptum</i> no estado do Rio Grande do Sul.	38
2. Locais de coleta de ecótipos de <i>Paspalum notatum</i> no estado do Rio Grande do Sul.	40
3. Dendrograma de dissimilaridade genética entre 16 ecótipos de <i>P. leptum</i> , obtido pelo método UPGMA, com base na matriz de distância Gower, considerando 11 caracteres. Índice de correlação cofenética = 0.87.	54
4. Contribuição relativa dos caracteres multicategóricos para a dissimilaridade genética de 16 ecótipos de <i>Paspalum leptum</i> , onde P- pilosidade, NR- número de racemos por inflorescência, MS- massa seca, A- altura de planta, LB- largura de bainha, CR- comprimento de racemo, CE- comprimento do eixo floral, CF- comprimento de folha, LF- largura de folha, CB- comprimento de bainha.	55
5. Dendrograma de dissimilaridade genética entre 16 ecótipos de <i>Paspalum notatum</i> Flügge, obtido pelo método UPGMA, com base na matriz de distância Gower, considerando 11 caracteres. Índice de correlação cofenética = 0.78	66
6. Contribuição relativa dos caracteres multicategóricos para a dissimilaridade genética de 16 acessos de <i>P. notatum</i> Flügge, onde P- pilosidade, A- altura de planta, CF- comprimento de folha, LF- largura de folha, LB- largura de bainha, CF- comprimento de folha, H- hábito de crescimento, MS- matéria seca, CE- comprimento do eixo floral, CR- comprimento de racemo e NR- número de racemos por inflorescência.	67
<b>3. CAPÍTULO III: Caracterização através dos componentes de rendimento, produção e qualidade de sementes de <i>Paspalum leptum</i></b>	
7. Local de condução do experimento de caracterização através dos componentes de rendimento e qualidade fisiológica de sementes de <i>Paspalum leptum</i> na Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre (2021).	70
8. Modo de condução do experimento para avaliar debulha em sementes de 16 ecótipos <i>Paspalum leptum</i> na Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul em Porto Alegre (2021).	71
9. Visualização de sementes de <i>Paspalum leptum</i> submetidas ao teste de tetrazólio no laboratório do Departamento de Agrometeorologia e	74

Forragicultura da UFRGS, em Porto Alegre em 2021. Nas figuras “A” e “B” as sementes estão inviáveis, enquanto que nas figuras “C” e “D” o endosperma apresenta coloração rosa vibrante, indicando presença de respiração, logo são viáveis.

10. Dendrograma de dissimilaridade genética entre 16 ecótipos de *P. lepton*, obtido pelo método UPGMA, com base na matriz Gower, considerando 27 caracteres. Índice de correlação cofenética = 0.75. 78
11. Contribuição relativa dos caracteres para a dissimilaridade genética de 16 ecótipos de *Paspalum lepton*, onde NR- número de racemos por inflorescência, PA- porcentagem de plântulas anormais, MSA- massa de sementes aparentes, MSP- massa de sementes puras, MD- massa de sementes debulhadas, CR- comprimento de racemo, SM- porcentagem de sementes mortas, MR- massa de sementes por racemo, PR- número de perfilhos reprodutivos, PZ- pureza, NS- número de sementes por racemo, ND- número de sementes debulhadas, G- germinação, C1- primeira contagem de germinação, PT- número de perfilhos totais, CE- comprimento do eixo floral, SD- porcentagem de sementes duras, PV- número de perfilhos vegetativos, PMS- peso de mil sementes, NP- número de sementes presas ao racemo, VB- viabilidade e MP- massa de sementes presas ao racemo. 79



**RELAÇÃO DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS**

<b>Abreviatura</b>	<b>Descrição</b>
cm	Centímetro
mm	Milímetro
g	Gramma
kg	Kilograma
t	Tonelada
ha	Hectares
nº	Número
A	Altura de planta
CF	Comprimento de folha
LF	Largura de folha
CB	Comprimento de bainha
LB	Largura de bainha
CE	Comprimento do eixo floral
NR	Número de racemos
CR	Comprimento de racemos
H	Hábito de crescimento
P	Pilosidade da folha
MS	Matéria seca
ND	Número de sementes debulhadas
NP	Número de sementes presas
MD	Massa de sementes debulhadas
MP	Massa de sementes presas
NS	Número de sementes por racemo
MR	Massa de sementes por racemo
MSA	Massa de sementes aparente
MSP	Massa de sementes puras
PZ	Pureza
PMS	Peso de mil sementes

PT	Número de perfilhos total
PV	Número de perfilhos vegetativos
PR	Número de perfilhos reprodutivos
VB	Viabilidade
C1	Porcentagem de plântulas normais aos sete dias
PA	Porcentagem de plântulas anormais aos 28 dias
SD	Porcentagem de sementes duras
SM	Porcentagem de sementes mortas
G	Germinação final aos 28 dias

## 1. CAPÍTULO I: Introdução e Revisão Bibliográfica

### 1.1. INTRODUÇÃO

As pastagens nativas são a base alimentar para herbívoros no Rio Grande do Sul, exercendo grande influência na produção animal no estado. A capacidade produtiva dos sistemas pastoris é afetada diretamente pelo manejo inadequado das áreas que, somado à expansão das fronteiras agrícolas, são fatores chave que aumentam a degradação e culmina em perda da biodiversidade desses campos, e diminui a qualidade da água e solo (Carvalho & Batello, 2009). Desse modo, a pecuária vem perdendo espaço nas regiões dos campos devido ao aumento no cultivo de soja e silvicultura (Pilar et al., 2009).

Novo et al. (2015) enfatizam que as gramíneas do gênero *Paspalum* são as mais importantes forrageiras cultivadas na América do Sul. Por sua vez, muitas espécies são bem adaptadas às condições de solo e clima do Rio Grande do Sul, resultando em aumento de produção de forragem (Graminho et al., 2017). Segundo Dall’Agnol et al. (2006) dentro do gênero encontram-se espécies que têm como característica maior resistência ao frio e boa produção e qualidade da forragem quando comparadas a outras gramíneas estivais nativas do estado. Vários autores confirmam a importância do gênero como pastagem cultivada pela sua alta variabilidade intra e interespecífica no germoplasma (Schultze-Kraft, 1980; Batista & Godoy, 2000).

A variabilidade é muito importante para programas de melhoramento da espécie pela possibilidade de encontrar genótipos promissores que possam ser incorporados através de hibridações, promovendo maior produtividade, qualidade de forragem e alongamento de ciclo devido à maior resistência ao frio. No momento, a cultivar Pensacola é a uma das poucas alternativas de espécies perenes estivais que são facilmente encontradas no mercado e que são propagadas via sementes (Pereira et al., 2011).

*Paspalum lepton* é nativa da América do Sul, onde ocorre no leste do Paraguai, noroeste da Argentina, Uruguai e Brasil (Novo et al., 2019). É perene, cespitosa ou possui rizomas curtos oblíquos ou verticais, forma touceiras densas e apresenta gluma e lema estéril com pubescência intensa ou albo-pilosas (Barreto, 1974). Apresenta apomixia obrigatória por aposporia, partenogênese e pseudogamia (Burson & Bennet, 1970). É uma espécie que ocorre geralmente

em solos arenosos, caracterizando maior tolerância à seca e à baixa fertilidade (Nabinger & Dall'Agnol, 2020). Graminho et al., (2017) avaliaram produção de matéria seca em um ano de experimento, onde acessos de *P. lepton* produziram de 11 a 13 t de matéria seca ha<sup>-1</sup>.

Já *Paspalum notatum* é uma das espécies presentes do sul do Brasil com maior prevalência, além de possuir alta qualidade de forragem e alta resistência ao pastejo e pisoteio (Cidade et al., 2013). É perene, possui o hábito cespitoso ou rizomatoso, folhas lanceoladas e filiformes, inflorescência com dois ou mais racemos conjugados e espiguetas solitárias com ausência de gluma (Zuloaga et al. 2004). A espécie é tetraploide, portanto, o modo de reprodução é através da apomixia (Burton, 1960). Dito isso, é possível induzir uma planta tetraploide a se tornar diploide sexual através de tratamento com colchicina (Quarin et al., 2001, 2003; Weiler et al., 2015). No que se refere à produção de matéria seca, Motta (2014) concluiu que um biótipo de *P. notatum* denominado Bagual produziu 14337 kg.ha<sup>-1</sup> de matéria seca total.

Estudos citológicos demonstram que a maior parte das espécies pertencentes ao gênero são tetraploides, o que determina a apomixia, enquanto isso, espécies diploides são sexuais (Ortiz et al., 2013). A apomixia é um modo de reprodução assexuada, caracterizado pela incompleta megasporogênese e fertilização do óvulo, resultando em progênies clonais. Desse modo, ocorre a perpetuação dos genótipos fixos, o que é positivo no melhoramento de forrageiras (Acuña et al., 2009). Porém, pode dificultar o cruzamento, impossibilitando a troca de alelos favoráveis, o que pode favorecer a perda de genótipos por fatores bióticos e abióticos (Adamowski, et al., 2005). A partir do momento que se descobre um genitor sexual, o cruzamento se torna possível, eliminando a barreira genética imposta pela apomixia (Rodrigues et al., 2003). Com isso, ao serem identificadas populações sexuais, os cromossomos podem ser duplicados, tornam-se tetraploides, onde é possível fazer o cruzamento desses com pólen de tetraploides apomíticos naturais (Sartor et al., 2011). Desse modo, ao mesmo tempo em que a apomixia pode ser uma característica que dificulta a hibridação, ela, quando superada, acaba sendo uma ferramenta de fixação de genes favoráveis, o que é muito vantajoso para o melhoramento das espécies forrageiras.

Devido à alta variabilidade presente dentro do gênero, a caracterização do germoplasma é eficiente para que seja possível identificar, diferenciar e descrever os acessos guardados de uma determinada espécie. O germoplasma é definido como sendo todo o material herdável de uma espécie, englobando a variabilidade, onde os genes são transmitidos de geração para geração (Cohen et al., 1991; Borém et al., 2017).

Desse modo, os caracteres fenotípicos podem ser uma importante ferramenta no estudo da diversidade genética, demonstrando eficiência na diferenciação de genótipos (Rezende et al., 2020). A aplicabilidade do melhoramento genético é ligada ao conhecimento da natureza e da intensidade das variações genéticas e ambientais que atuam no caráter (Silva et al., 2013).

Para isso, existe uma série de técnicas que podem ser utilizadas pelos melhoristas como análises multivariadas, análise discriminante, análise de componentes principais, análise de coordenadas e grupamento (Cruz et al., 2020). Vale destacar que a decisão sobre qual a melhor técnica pode variar dependendo do padrão de resultado que se espera, assim como vai depender das informações disponíveis para a utilização, que pode ser em relação a características morfológicas, fisiologia, ecologia ou informações genético-moleculares (Diniz Filho, 2000).

Além do estudo da diversidade genética, o presente trabalho avaliou a qualidade fisiológica e a produção de sementes de *Paspalum lepton*. A produção de sementes de forrageiras tropicais é uma atividade que tem algumas limitações devido às características das plantas e também porque muitas espécies foram pouco estudadas em relação à produção de sementes (Souza, 2013). Ainda segundo o autor, a produção comercial de sementes é prejudicada nos programas de melhoramento pelos genótipos avaliados serem retirados de ambientes naturais, mantendo algumas características selvagens que dificultam a produção de sementes em escala comercial. Ressalta-se que a produção de forragem é priorizada no desenvolvimento de híbridos, já que é o produto final consumido pelo gado, fazendo com que a produção de sementes acabe ficando em segundo plano (Humphreys & Riveros, 1986).

Posto isso, o objetivo do presente trabalho foi estudar a variabilidade existente entre 16 ecótipos coletados de *P. lepton* e 16 ecótipos de *P. notatum* coletados em diferentes regiões fisiográficas do estado do Rio Grande do Sul através de atributos morfológicos mensurados em quatro locais distintos. Em adição, foi avaliada a produtividade e qualidade de sementes dos 16 ecótipos de *P. lepton* a fim de verificar a existência de diversidade genética através dos componentes de rendimento, assim como mensurar a produtividade e qualidade fisiológica das sementes.

## **1.2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA**

### **1.2.1. Bioma Pampa e Campos Sulinos**

Biomass são definidos como regiões que podem ser diferenciadas devido às peculiaridades relacionadas à geografia, ao clima e associação de fauna e flora de um determinado local. Essas regiões possuem um tipo próprio de vegetação e organismos adaptados a certas características climáticas (Campbel, 1996).

Sendo assim, o bioma Pampa é encontrado no Sul Brasil, Noroeste da Argentina, Uruguai e em pequena parte do Paraguai (Pallarés et al., 2005). No Brasil, está localizado apenas na metade sul do estado do Rio Grande do Sul, porém, devido à intensa conversão das áreas campestres, restam apenas 46% dessa vegetação nativa em 2020 (MAPBIOMAS, 2020).

Já os Campos Sulinos fazem parte do bioma Pampa, assim como abrangem parte do bioma Mata Atlântica, estando associado a florestas com Araucárias. São ecossistemas típicos da região sul do Brasil e se desenvolvem em clima temperado, úmido e com chuvas distribuídas ao longo do ano (Pillar & Vélez, 2010). De acordo com Boldrini (2009), cerca de 2,2 mil espécies vegetais estão presentes nesse ecossistema.

A vegetação do tipo campestre, segundo Berreta (2001) é formada predominantemente por espécies gramíneas e herbáceas, sendo classificada no sistema internacional fitogeográfico como Estepe, que é utilizada para a alimentação de animais ruminantes. Dentro desse ecossistema, segundo dados do MMA (2000), existe um enorme número de espécies de Poaceae, Asteraceae, Cyperaceae, Fabaceae, Rubiaceae, Apiaceae e Verbenaceae. Devido à presença dessas espécies campestres, é um ambiente ideal para a produção de

animais herbívoros, proporcionando renda ao produtor através da extração desse recurso natural, além de ser interessante para atividades de ecoturismo no estado.

O bioma possui grande variabilidade de espécies de plantas, onde estima-se que existam em torno de 3.000 plantas vasculares, cerca de 450 espécies de gramíneas e em torno de 150 espécies de leguminosas que possuem relevância forrageira (Pacheco & Bauer, 2000). Além do potencial para alimentação de animais herbívoros, essas plantas prestam outros tipos de serviços ecossistêmicos de extrema importância ambiental e são fonte de recursos genéticos buscados pelos programas de melhoramento de forrageiras (Bencke et al., 2016; Nabinger et al., 2011).

Por ser fonte de alimento para herbívoros, os recursos forrageiros dos sistemas pastoris exercem grande influência na produção pecuária no estado. O manejo inadequado das áreas, juntamente com a expansão das fronteiras agrícolas são os principais fatores que prejudicam a conservação do bioma, resultando na perda da diversidade de fauna e flora, bem como na degradação dos solos e poluição da água (Carvalho & Batello, 2009).

Desde o século XVII, onde possivelmente ocorreu a introdução do gado no Rio Grande do Sul, a pecuária extensiva se faz presente nas regiões que contam com pastagens naturais dos Campos Sulinos. Com isso, os pecuaristas se beneficiam desse recurso natural para converter pastagem, ou fibra, em proteína através do pastejo, sendo a pecuária praticada em solos vistos como inadequados para a produção agrícola (Pillar et al., 2009; Arbeletche et al., 2013).

Segundo Silveira et al. (2017) as atividades pecuárias estão diminuindo nas regiões do bioma Pampa devido ao aumento da exploração por lavouras, principalmente de soja. Além disso, a invasão de *Eragrostis plana* Ness, conhecida como capimannoni, configura outra grande ameaça à degradação desses campos (Overbeck et al., 2007). Desse modo, a degradação e supressão dos campos afeta negativamente a biodiversidade e o papel ecossistêmico dos campos.

O cultivo de pastagens exóticas é uma prática que também acarreta enfraquecimento dos campos nativos, diminuindo a variabilidade genética, principalmente quando ocorre a expansão de um único genótipo de forma abrangente, como dos gêneros *Urochloa* e *Megathyrsus* que representam cerca de 80% das pastagens cultivadas no Brasil (Batista & Godoy, 2000). Ainda segundo os autores, isso só demonstra a necessidade da maior diversificação das opções de forrageiras no mercado, sendo importante também associar a experimentação de forma regional, a fim de explorar melhor a adaptabilidade dos genótipos ao ambiente. Com isso, observa-se a importância da disponibilização de novas gramíneas forrageiras nativas para o produtor, auxiliando na reconstrução da produtividade de áreas degradadas, retomando a pecuária economicamente viável e sustentável.

### **1.2.2. O gênero *Paspalum* L.**

A América do sul é o centro de origem e biodiversidade de grande parte das espécies pertencentes ao gênero *Paspalum*, o qual pertence à família Poaceae, (Batista & Godoy, 1998). *Paspalum* é o gênero de maior destaque dentro da tribo *Paniceae* pela grande quantidade de espécies e pela ampla distribuição geográfica, ocorrendo principalmente nas regiões dos trópicos e subtropicais da América, sendo encontradas dispersas na Ásia e também no continente africano (Aliscioni, 2002). Na América do Sul, estão presentes naturalmente em pastagens do Uruguai, Argentina, Paraguai e, no Brasil, se estende desde o Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo até Mato Grosso do Sul (Barreto, 1974).

O gênero é dividido, segundo Chase (1929), em 25 grupos informais. Dentre eles existem quatro grupos de destaque agrônomo, em que os representantes possuem características como alta produção e qualidade de forragem, apresentando boa aceitação pelos animais, sendo eles: *Plicatula*, *Notata*, *Dilatata* e *Livida*. Dentro do gênero se encontram mais de 300 espécies, adaptadas tanto aos trópicos e subtropicais, sendo algumas cultivadas como forrageiras de estação quente (Novo et al., 2017). Grande parte dessas espécies possuem características agrônomicas buscadas por melhoristas e alta



adaptabilidade aos variados ecossistemas existentes no Brasil (Batista & Godoy, 2000). Além disso, as espécies apresentam diversas características morfológicas, hábitos de crescimento, assim como diferentes modos de reprodução e variabilidade genética (Burson, 1997).

Segundo Dall'Agnol & Gomes (1987), diversos acessos de *Paspalum* superaram em potencial produtivo de matéria seca as cultivares exóticas mais produtivas que foram melhoradas geneticamente para essa característica, mesmo sem terem sido submetidos a qualquer tipo de seleção artificial, sendo a seleção natural a única que atuou na evolução desses acessos. Isso demonstra que vários ecótipos nativos têm um potencial genético que pode ser utilizado em programas de melhoramento para novas gramíneas forrageiras.

Além de possuir destaque entre as gramíneas pelo grande número de espécies nativas, também é conhecido por englobar a maior parte das espécies com qualidade de forragem, dominando as áreas em que estão presentes e são as principais responsáveis pela produção de matéria seca nas formações vegetais onde são encontradas (Valls & Pozzobon, 1987). Com isso, o gênero ostenta características de alto interesse agrônomo, visto que é a base alimentar para diferentes herbívoros. Em adição a isso, as espécies apresentam maior resistência ao frio, maior produção de matéria seca e de proteína bruta quando comparadas a outras nativas do estado (Prestes et al., 1976).

Há mais de 40 anos espécies do gênero *Paspalum* estão sendo procuradas para utilização em programas de melhoramento de plantas forrageiras devido às características agrônomicas conhecidas (Barreto, 1974). Sendo assim, é importante focar no estudo dessas espécies para que se possa utilizá-las de forma mais eficiente no melhoramento.

Vários autores já citaram a importância do gênero *Paspalum* como pastagem cultivada, principalmente devido à alta variabilidade genética existente dentro e entre as espécies, apontando evidências de que o centro de origem e diversidade do gênero seja a América do Sul (Chase, 1937; Burton, 1945; Burton, 1962 e Batista & Godoy).

### **1.2.3. Grupo Plicatula: *Paspalum leptum* (ex *P. nicorae* Parodi)**

O grupo *Plicatula* possui cerca de 30 espécies, onde muitas delas são tetraploides e possuem reprodução apomítica (Ortiz et al., 2013). As espécies que constituem o grupo se caracterizam por apresentarem ramos unilaterais espiciformes alternados nas inflorescências, hábito de crescimento é descrito como rizomatoso ou cespitoso, o antécio superior apresenta coloração acastanhada e brilhante e lema inferior ondulado. As espécies de maior representatividade para o grupo são: *P. lepton* (ex *P. nicorae*), *P. rojasii*, *P. parodii*, *P. yaquaronense*, *P. guenoarum* e *P. Plicatulum* (Barreto, 1974). Segundo Novo et al., (2017), o grupo *Plicatula* contém uma grande variedade de ecótipos que podem se destacar na produção de forragem.

Apesar de um grande número de espécies ser classificada como tetraploide e de reprodução apomítica, a descoberta de plantas diploides de reprodução sexual em populações naturais de *Paspalum plicatulum* foi de extrema importância, uma vez que possibilitou o cruzamento entre espécies compatíveis (Sartor et al., 2009). O modo de reprodução sexual encontrado viabiliza a combinação genética, o que favorece os programas de melhoramento.

A combinação genética através da hibridação envolvendo indivíduos diploides e tetraploides só é possível através da indução desse diploide sexual em tetraploide. A geração de tetraploides sexuais pode ser feita através do tratamento de sementes ou da cultura de calos com colchicina (mannQuarin et al., 2001), ou com algum agente antimitótico. Também podem ser usadas sementes, tecidos meristemáticos, filhos, estolhos, plantas jovens ou partes vegetativas para a indução da duplicação cromossômica (Silva et al. 2000).

De acordo com Novo et al. (2019), *Paspalum lepton* é uma espécie nativa da América do Sul, ocorrendo desde o leste do Paraguai, noroeste da Argentina, Uruguai e, no Brasil, é encontrado ao sul. São plantas perenes, cespitosas, possuem rizomas curtos oblíquos ou verticais, formam touceiras densas, apresentam gluma e lema estéril com pubescência intensa ou albo-pilosas (Barreto, 1974). A espécie geralmente ocorre em solos arenosos, o que confere maior tolerância à seca e a solos menos férteis (Nabinger & Dall’Agnol, 2020), apresenta apomixia obrigatória por aposporia, partenogênese e pseudogamia (Burson & Bennet, 1970). Foi encontrada por Sartor et al. (2011) apomixia facultativa com baixa taxa de sexualidade residual.

Acessos de *P. lepton* foram avaliados por Graminho et al. (2017) em relação a produção de matéria seca durante um período de um ano, onde se constatou que foi produzido 12.463 kg de matéria seca ha<sup>-1</sup>. Destaca-se que esses acessos não passaram por nenhum processo de melhoramento, dessa forma, podem ser promissores para o avanço nos programas de melhoramento com o gênero.

#### **1.2.4. Grupo Notata: *Paspalum notatum* Flüggé**

Notata é outro importante grupo do gênero, possuindo 22 espécies representantes, dentre elas a mais conhecida é *P. notatum* Flüggé (Pimenta et al., 2013). Esse grupo possui como semelhanças comuns o hábito cespitoso ou rizomatoso em espécies perenes, folhas lanceoladas e filiformes, inflorescência com dois ou mais racemos conjugados e espiguetas solitárias com ausência de gluma (Zuloaga et al. 2004).

*Paspalum notatum* é uma gramínea de hábito de crescimento rizomatoso, nativa da América do Sul e muito encontrada em campos nativos mais ao sul do continente (Burton, 1948). Tem como característica a alta produção de forragem nas estações mais quentes, porém, é menos tolerante a frio intenso (Otero, 1961). Devido à alta qualidade de forragem produzida, resistência ao pisoteio e com o pastejo favorecendo o crescimento da planta, tem sido considerada uma das plantas do Rio Grande do Sul com maior potencial forrageiro (Canto-Dorow et al., 1996; Pozzobon & Valls, 1997). Motta (2014) verificou que um biótipo de *P. notatum* denominado Bagual produziu mais de 14 t.ha<sup>-1</sup> de matéria seca total. Com isso, exemplifica-se o potencial forrageiro de um biótipo adaptado às condições edafoclimáticas da região que não passou por nenhum processo de melhoramento artificial.

O citótipo mais comum de *P. notatum* é tetraploide encontrado, por exemplo, em campos nativos do sul do Brasil, assim como no nordeste da Argentina, no Uruguai e sul do Paraguai (Quarin et al., 1984). Com isso, como a maior parte do seu germoplasma é tetraploide e apomítico, genótipos que demonstram características superiores podem ser selecionados a fim de obter incremento na produtividade de forragem dos acessos (Pozzobon & Valls, 1997).

A espécie é considerada a mais comum e frequente, representando de 20 a 40% da cobertura herbácea da maior parte dos campos nativos do Rio Grande do Sul (Barreto, 1974). Embora menos frequentes, citótipos diploides também são encontrados, principalmente na Argentina que são importantes para possibilitar o cruzamento sexual tanto dentro da mesma espécie, como com outras que tenham compatibilidade.

De acordo com Weiler (2013), poliploides sexuais podem ser gerados por meio de agentes antimitóticos, onde pode-se citar a colchicina. Silva et al. (2000) afirmam que esses agentes podem ser aplicados em sementes, tecidos meristemáticos, afilhos, estolhos, plantas jovens ou partes vegetativas. Quarin et al. (2001) obtiveram sucesso ao duplicar cromossomos de *P. notatum* através da colchicina diretamente em plântulas. No experimento, duas plantas tiveram seus cromossomos duplicados a utilizar 0,2 g/l de colchicina. Também foram induzidos calos de cultura de tecido jovem retirados das inflorescências da planta da mesma espécie. Esse material foi analisado para comprovar a eficiência da duplicação por citometria de fluxo. A região dos calos que foram, de fato, duplicados, foi utilizada para regenerar as plantas. Do total de 40 inflorescências, 37 tiveram calos regenerados, onde, 74% desses calos demonstraram boa indução da duplicação cromossômica na dose de 0,2 g/l de colchicina por 72 horas.

Estudos apontam que os acessos nativos demonstram alta produtividade de forragem, superior à cultivar comercial Pensacola (*P. notatum* var. *saurae*), que se tornou tradicional do Rio Grande do Sul (Prates, 1977; Steiner, 2005; Sawasato, 2007; Townsend, 2008). Faschinetto et al. (2012) avaliaram 52 acessos de *Paspalum notatum* que apresentaram produção mínima de 109 g planta<sup>-1</sup> de matéria seca de forragem e máxima de 469 g planta<sup>-1</sup> e, em contrapartida, Pensacola produziu 27 g planta<sup>-1</sup> de matéria seca.

Estudos no centro de origem da espécie são tão importantes quanto à variabilidade e biótipos de interesse agrônomico e necessitam ser mais estudadas em relação à produção de matéria seca e qualidade de forragem, aumentando a possibilidade de disponibilizar novas forrageiras competitivas a fim de diminuir problemas de nutrição de animais sob pastejo em diversas regiões. (Soares, 1977). Em suma, a Pensacola está obsoleta no mercado onde

muito germoplasma nativo consegue superar a cultivar comercial, corroborando com a ideia de que existe material superior dentro do bioma que deve ser explorado a fim de gerar novas cultivares que suprem melhor a necessidade dos produtores e que sejam mais adaptadas às condições únicas do estado.

#### **1.2.5. Melhoramento genético de plantas forrageiras**

As pastagens são um recurso abundante no Rio Grande do Sul, tornando a produção animal a pasto consideravelmente barata quando comparada a outros sistemas de criação. Sendo assim, linhas de pesquisa no melhoramento genético de forrageiras estão com enfoque na identificação de gêneros, diferentes espécies e ecótipos que tenham adaptação ao clima e às condições de solo na América do Sul (Schultze-Kraft, 1980). No Brasil observa-se que as principais forrageiras cultivadas são espécies exóticas, geralmente vindas da África, como espécies do gênero *Megathyrsus*, *Andropogon*, *Urochloa*, não explorando as forrageiras nativas que tem potencial para produção de forragem além de serem adaptadas às condições do sul do Brasil, como as do gênero *Paspalum* (Batista & Godoy, 2000).

Cerca de 80% das espécies do gênero *Paspalum* caracterizadas citologicamente são poliploides. Dentre essas espécies, 50% são tetraploides, apresentando apomixia como modo de reprodução da maior parte dos representantes (Quarin, 1992), o que favorece a formação de populações homogêneas (Quarin & Norrmann, 1990). Esse tipo de reprodução pode ser um empecilho para os programas de melhoramento já que dificulta a recombinação genética, que é necessária para proteger uma cultivar junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Além de dificultar o cruzamento, a impossibilidade de trocas entre alelos aumenta os riscos relacionados com a perda de genótipos por fatores bióticos e abióticos (Adamowski, *et al.*, 2005). Porém, quando um dos genitores tem reprodução sexual, o cruzamento se torna possível, eliminando a barreira genética imposta pela apomixia (Rodrigues *et al.*, 2003).

A apomixia é um modo de reprodução que ocorre de forma assexuada, caracterizado pela incompleta megasporogênese e fertilização do óvulo,

resultando em progênies clones da planta mãe. Esse modo de reprodução é encontrado nos genótipos estudados na pesquisa onde apresentam formação não reduzida do saco embrionário das células da nucela, conhecido como aposporia, além de apresentarem desenvolvimento do embrião por partenogonia seguido de fertilização do núcleo polar, denominado pseudogamia (Martínez et al., 2001).

É importante salientar que os representantes do gênero *Paspalum* caracterizados como diploides geralmente apresentam forma de reprodução sexuada e alogamia, enquanto a poliploidia está correlacionada com apomixia. Com isso, conclui-se que o gênero possui uma alta correlação entre o modo de reprodução e o nível de ploidia do indivíduo (Adamowski et al., 2005).

Dentro dos programas de melhoramento com forrageiras que apresentam apomixia existem duas linhas de pesquisa, onde uma tem como base a seleção dos genótipos superiores naturais baseados em uma coleção de germoplasma e a outra tem como base o cruzamento de genótipos poliploides sexuais, porém é muito raro de encontrá-los na natureza (Ortiz et al., 2004).

De acordo com Sartor et al. (2009) foram encontradas na espécie *P. plicatum* plantas diploides sexuais, o que facilitou o cruzamento com espécies compatíveis e, conseqüentemente, a obtenção de híbridos. Esses pesquisadores conseguiram gerar plantas tetraploides sexuais através da duplicação cromossômica de *Paspalum plicatum*, com colchicina, capazes de cruzar com tetraploides naturais. Para a obtenção desses tetraploides induzidos foram utilizadas sementes maduras, tratadas com colchicina, e colocadas para germinar. Após a germinação, o número de cromossomos foi verificado através de células da ponta da raiz, onde foram obtidas duas plantas tetraploides induzidas com seus correspondentes diploides isogênicos. O modo de reprodução dessas plantas foi determinado por meio da citometria de fluxo e teste de progênie, desse modo, os autores citados acima desenvolveram o primeiro tetraploide sexual de *P. plicatum*,

A descoberta de diploides sexuais é importante para os programas de melhoramento do gênero visto que a apomixia impossibilita cruzamentos e, com a possibilidade da reprodução sexual, essa barreira pode ser rompida,

possibilitando a hibridação. Porém, a apomixia tem como vantagem a perpetuação dos genótipos fixos, o que é positivo para o melhoramento de forrageiras (Acuña et al., 2009). Com isso, devem ser identificadas populações diploides, já que esses indivíduos são fontes de variação genética e, ao terem seus cromossomos duplicados, tornam-se tetraploides, onde é possível fazer o cruzamento desses com pólen de tetraploides apomíticos naturais (Sartor et al., 2011).

No Rio Grande do Sul, não foram encontradas espécies nativas tetraploides sexuais (Dahmer et al., 2008). Sendo assim, para que se consiga esses indivíduos é necessária a duplicação cromossômica do material diploide, podendo, dessa forma, utilizá-los como fêmeas receptoras em cruzamentos com indivíduos apomíticos (Quarin et al., 2001).

#### **1.2.6. Caracterização e avaliação de germoplasma**

Germoplasma é definido como todo o material herdável de uma determinada espécie, englobando toda a variabilidade que é transmitida de geração para geração (Cohen et al., 1991; Borém et al., 2017). A caracterização do germoplasma é importante para que se possa identificar, diferenciar e descrever os acessos existentes de uma determinada espécie. Para isso, é necessário a avaliação e mensuração de determinadas características nas plantas, as quais são denominados descritores morfológicos.

De acordo com Burle & Oliveira (2010), a maior herdabilidade desses caracteres são devido a poucos genes controlando o fenótipo e baixa interação com o meio ambiente. Com a caracterização morfológica é possível diferenciar taxonomicamente plantas, possibilita o reconhecimento da variabilidade existente, além de selecionar os descritores mais adequados para que se possa acessar a variabilidade genética presente no germoplasma (Hernandez-Villareal, 2013).

Os caracteres fenotípicos são muito utilizados para estudar a divergência genética entre os indivíduos e, com isso, tem se mostrado eficiente para a diferenciação de genótipos (Rezende et al., 2020). Cada carácter pode ter menos

ou mais importância na diferenciação de genótipos. Em soja, que é uma cultura muito estudada, o número de dias para a maturidade e florescimento, assim como altura de planta e peso de 100 grãos são características que contribuem para a diferenciação dos genótipos (Almeida et al., 2011; Nogueira 2011; Ferreira Jr. et al., 2015). Já a produtividade de grãos, e altura de inserção da primeira vagem não são características com tanta contribuição (Azevedo et al, 2004; Santos et al., 2011; Almeida et al., 2011)

Soster (2009) estudou características morfológicas e citogenéticas em espécies do gênero *Paspalum* e pôde inferir sobre a origem e, conseqüentemente, sobre os processos evolutivos da espécie. Desse modo, a autora destacou que o estudo da morfologia e citogenética dos acessos de populações naturais é importante para gerar um banco de dados a respeito da variabilidade, que pode ser utilizado na preservação assim como na disponibilização para o melhoramento de plantas. Em espécies do gênero *Paspalum* esses estudos ainda são incipientes, o que ressalta a importância da presente pesquisa.

### **1.2.7. Estimação da diversidade genética**

A biodiversidade é considerada a reunião de espécies de plantas, animais e microrganismos juntamente com o ambiente físico que fazem parte e processos ecológicos (Cruz et al., 2020). O estudo dos recursos genéticos é o meio pelo qual se pode manejar a potencialidade desses recursos biológicos que pode ser interessante por possuírem valor econômico agregado ou potencial nos genes (Querol, 1993). É uma ferramenta importante para os programas de melhoramento genético por ser um recurso que pode ser diretamente utilizado para agregar características favoráveis em uma determinada população.

A diversidade genética encontrada dentro de populações, assim como em bancos de germoplasma ou dentro dos programas de melhoramento genéticos, pode ser calculada pela diferença entre a mensuração dos valores fenotípicos (Cruz et al., 2020). Ainda segundo o autor, ao caracterizar a diversidade genética das espécies vegetais de interesse, os pesquisadores têm o interesse de agrupar os genótipos mais semelhantes entre si, a fim de que as maiores diferenças



ocorram entre os grupos formados. A estimação desses parâmetros fenotípicos e genéticos é um processo importante em qualquer programa de melhoramento genético, pois envolve o estudo amplo que contribui para a tomada de decisão de alguns pontos extremamente relevantes como escolha do método utilizado no programa, escolha dos caracteres selecionados tanto em etapas iniciais quanto em etapas avançadas e ao peso que deve ser atribuído a todo o caráter, em conjunto ou separado (Pereira, 2013).

A eficiência do melhoramento genético está intimamente ligada ao conhecimento da natureza e da intensidade das variações que têm origem genética e de ambiente atuando no caráter (Silva et al., 2013). Aliás, a importância também pode ser atribuída ao estudo de caracteres correlacionados (Assis et al., 2008) já que possibilitam a identificação de modificações que ocorrem em determinado caráter em função da seleção designada.

Existem diversas técnicas utilizadas pelos melhoristas como: análises multivariadas, análise discriminante, análises componentes principais, análise de coordenadas e grupamento (Cruz et al., 2020). Porém, a tomada de decisão sobre qual técnica é mais interessante para cada caso varia de acordo com o padrão de resultado que se espera chegar e com as informações disponíveis em relação às características morfológicas, à fisiologia, à ecologia ou informações genético-moleculares (Diniz Filho, 2000). É frequente a utilização da análise de variáveis multicategóricas para dados morfológicos que são de interesse agrônomo, os quais apresentam mais de duas classes por variável e estão relacionados com especificidades morfológicas e estruturais da planta (Cruz et al., 2011).

A análise de agrupamento é muito utilizada para a análise da divergência genética. Ela é uma técnica exploratória, que tem como objetivo a formação de hipóteses sobre o padrão de aglomeração estabelecido e, dessa forma, podem ser incorporadas outras técnicas visuais (Dias, 1998). O procedimento tem o intuito de agrupar acessos de interesse que possuem comportamento semelhante, levando em conta uma série de características morfológicas. O objetivo final da formação desses grupos é dividir um grupo original de observações em grupos diversos, de acordo com os critérios de similaridade (Cruz, 2006), podendo ser ilustrado por meio de dendrogramas. Conhecer a

variabilidade existente é importante para os programas de melhoramento por diminuir recombinações gênicas semelhantes, aumentando o ganho genético.

Sendo assim, os agrupamentos podem ser de otimização e hierárquicos. O primeiro necessita de uma matriz de dissimilaridade, criando, dessa forma, um grupo inicial, por pares de indivíduos que sejam mais semelhantes entre si e a entrada de um novo acesso no grupo gera um aumento no valor médio da distância dentro do grupo. O método hierárquico necessita constantemente recalcular o coeficiente de similaridade entre os grupos, dessa forma considerando a cada novo acesso o critério de admissão nos grupos (Cruz et al., 2011).

Em relação aos métodos hierárquicos, os mais utilizados para a avaliação de germoplasma vegetal são método do vizinho mais próximo, método do vizinho mais distante, Ward e o método da ligação média entre grupos (UPGMA); geralmente o pesquisador escolhe aquele que melhor representa a estrutura do agrupamento (Cruz et al., 2011). Já em relação aos métodos de otimização, o mais utilizado é o método de Tocher, o qual dispõe de um único critério de agrupamento, o que acaba representando a distância média dentro dos grupos menor que a distância média entre os grupos (Vasconcelos et al., 2007).

Porém, a caracterização do germoplasma é imprescindível para gerar a matriz de distâncias. Dentre elas, a euclidiana e distância de Mahalanobis ( $D^2$ ) e, para variáveis multicategóricas e binárias (ausência ou presença), são gerados coeficientes de dissimilaridade (Cruz, 2006).

Na análise multivariada também pode se verificar o valor discriminante das características do germoplasma através do método de Singh (1981) e de componentes principais. Segundo Cruz (2006), esses métodos determinam o peso dos caracteres avaliados para a determinação dos valores de distância. Essa informação é importante para, possivelmente, eliminar características que podem ser, de certa forma, irrelevantes.

#### **1.2.8. Rendimento de sementes de forrageiras tropicais e subtropicais**

Segundo Souza (2013), a produção de sementes é considerada uma atividade de alto risco ao produtor, isso porque a maior parte dos grupos de plantas forrageiras foram pouco estudadas do ponto de vista da produção de sementes, onde são observadas características de grande variabilidade de produção entre espécies, cultivares, anos, produtores e regiões. Ainda segundo o autor, uma das dificuldades na produção comercial de sementes está dentro do próprio programa de melhoramento que acaba desenvolvendo cultivares onde os genótipos que foram avaliados são retirados de ambientes naturais, mantendo algumas características selvagens, o que dificulta a produção de sementes em escala comercial. Ademais, o critério de seleção que é mais utilizado é a produção de forragem, já a produção de sementes acaba ficando em segundo plano (Humphreys & Riveros, 1986). Infelizmente, muitas vezes o máximo potencial de produção de sementes não coincide com a produção de forragem (Hopkinson et al., 1996), mas as causas dessa divergência nas produções ainda não foram totalmente elucidadas.

Outras limitações são encontradas na produção de sementes de espécies forrageiras tropicais e subtropicais, como baixa taxa de formação de sementes (Souza, 2013), onde Reush (1961) encontrou como resultado um intervalo de taxa de produção de sementes de vários genótipos de *Paspalum dilatatum* entre 5 e 48%. Lopes et al. (2017), avaliou como a interação no manejo de cortes influencia a produção de sementes em dois anos de um ecótipo de *Paspalum guenoarum* denominado "Azulão". As produtividades apresentadas na pesquisa foram maiores no segundo ano, onde as plantas não foram cortadas, obtendo valores de 850 a 794 kg.ha<sup>-1</sup> de sementes, respectivamente no primeiro ano de implantação e 784 a 627 kg.ha<sup>-1</sup> no segundo ano.

Segundo Souza (2013) são vários as possíveis causas para a baixa formação de sementes, como doenças causadas por fungos, por exemplo *Claviceps*, *Ustilago* e *Tilletia*; abortamento de óvulos, estéreis ou que não foram fertilizados devido à má formação dos gametas; condições climáticas adversas e deficiências nutricionais. O ergot, causado pelo fungo *Claviceps paspali*, reduz consideravelmente a qualidade de sementes de genótipos de *Paspalum notatum* (Acunã et al., 2007; Burton 1955; Knight & Bennett; 1953). Muitos produtores de

sementes da cultivar Argentine atribuem redução considerável na qualidade das sementes devido à presença do fungo (Rios, et al., 2015).

Além da baixa formação de sementes, foi citado pelo autor a presença de mecanismos de dispersão e alta taxa de degrana, prejudicando a produção de sementes, assim como a não existência de características visuais que possam distinguir a maturidade das sementes; os períodos de emergência das inflorescências são muito longos, o que resulta em diferentes proporções de sementes maduras e imaturas, sinalizando a falta de sincronismo. Essa assincronia acaba limitando a eficiência dos métodos de colheita, assim como a avaliação para estudo.

A determinação dos componentes de rendimento de sementes de gramíneas forrageiras ocorre no início do desenvolvimento vegetativo da planta até o estágio de desenvolvimento reprodutivo, com isso, são avaliados desde o número de perfilhos, inflorescências, a porcentagem, fertilidade e peso das sementes colhidas (Carámbula, 1981).

Na fase vegetativa é estabelecido o primeiro componente do rendimento, que é o potencial produtivo, representado pelo número de perfilhos por unidade de área de superfície. Já na fase reprodutiva é onde consegue-se avaliar os componentes relacionados à inflorescência, sendo eles: número de inflorescências por unidade de área, racemos por inflorescência e número de flores por racemo. Após a polinização serão determinados o número de sementes por inflorescência e o peso dessas sementes, que variam muito em função da eficiência da polinização, fertilização, fecundação e de como vai evoluir o desenvolvimento das sementes (Nabinger, 1984). Ainda segundo Nabinger (1984), os componentes de rendimento são controlados tanto pela genética quanto pelo ambiente em relação às condições edafoclimáticas e de manejo, sendo assim, alguns fatores podem ser controlados pelo produtor, dependendo do nível de investimento e conhecimento sobre a cultura. Como existem variações entre as espécies, o manejo das espécies é muito particular, e deve ser efetuado a fim de que ocorra o favorecimento do componente de produção mais problemático e de maior importância para aumentar o rendimento final na produção de sementes.

Além dessas características, Humphreys (1986) destaca que devem ser avaliados o número de perfilhos por unidade de área; porcentagem de sobrevivência de perfilhos até que a planta entre em estágio de floração e sobrevivência de perfilhos férteis; número de racemos por inflorescência; peso individual da semente; porcentagem das sementes colhidas e porcentagem de sementes viáveis. De acordo com Lopes & Franke (2011), o número de perfilhos reprodutivos é a característica que está mais correlacionada com a produção de sementes em *Paspalum notatum* Flüggé var. *notatum*. Ainda segundo os autores, a emissão prolongada dos perfilhos vegetativos acaba influenciando de forma negativa os componentes de rendimento.

Lopes (2009) avaliou a produção de sementes em *Paspalum notatum* Flüggé var. *notatum*, onde observou a maior produtividade nos ecótipos André da Rocha e Bagual aos 108 dias após o plantio, com 66,44 kg.ha<sup>-1</sup> e 162,50 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Vale destacar que, nesse trabalho, os ecótipos eram nativos, logo não sofreram seleção, além de que doses de fertilizantes não foram testadas. Já em um experimento de Gates & Burton (1998) envolvendo produção de sementes de *Paspalum notatum* Flüggé var. *saurae* Parodi sob diversas doses de nitrogênio, fósforo e potássio, foi obtida produção de 514 kg.ha<sup>-1</sup> ao aplicar uma dose de 224 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, 25 kg.ha<sup>-1</sup> de fósforo e 47 kg.ha<sup>-1</sup> de potássio. Gramíneas geralmente respondem bem à aplicação de fertilizantes nitrogenados como Pensacola (Adjei et al., 1992).

Ressalta-se que a falta de informações a respeito da produção e manejo de sementes do gênero *Paspalum* tem dificultado a multiplicação comercial de espécies agronomicamente interessantes (Pizarro, 2000). Além disso, a carência de novos materiais nativos do gênero adaptados às condições edafoclimáticas do estado impossibilitam a utilização, por parte do produtor.

### **1.3. HIPÓTESES E OBJETIVOS**

#### **Hipóteses:**

- A diversidade genética de ecótipos de *Paspalum notatum* e *Paspalum lepton* pode ser avaliada através de atributos morfológicos.
- Há diferença de produção e qualidade fisiológica de sementes de ecótipos de *Paspalum lepton*.

**Objetivos gerais:**

O objetivo do trabalho é avaliar a diversidade genética através de atributos morfológicos de ecótipos de *Paspalum lepton* e *Paspalum notatum* a fim de selecionar progenitores para futuros cruzamentos, bem como avaliar rendimento e qualidade de sementes de ecótipos de *Paspalum lepton*.

**Objetivos específicos:**

- a) Caracterizar morfológicamente ecótipos de *P. lepton* e *P. notatum* de diferentes regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul.
- b) Avaliar a diversidade genética com base em parâmetros morfológicos e componentes de rendimento de sementes.
- c) Quantificar o rendimento de sementes de diferentes ecótipos de *Paspalum lepton* através da avaliação dos componentes de rendimento.
- d) Avaliar a qualidade fisiológica das sementes colhidas nos ecótipos de *Paspalum lepton*.

**2. CAPÍTULO II: CARCATERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE ECÓTIPOS DE *Paspalum lepton* E *Paspalum notatum***

## 2.1. METODOLOGIA

### 2.1.1 Obtenção do material vegetal

Foram coletados em diferentes regiões, na metade sul do Rio Grande do Sul, no verão de 2017, diversos ecótipos de *P. leptum* (Figura 1) e *P. notatum* (Figura 2). Foram selecionados visualmente por nota de produção de matéria seca 16 ecótipos de *P. leptum* e 16 de *P. notatum* que seguiram para as avaliações morfológicas.

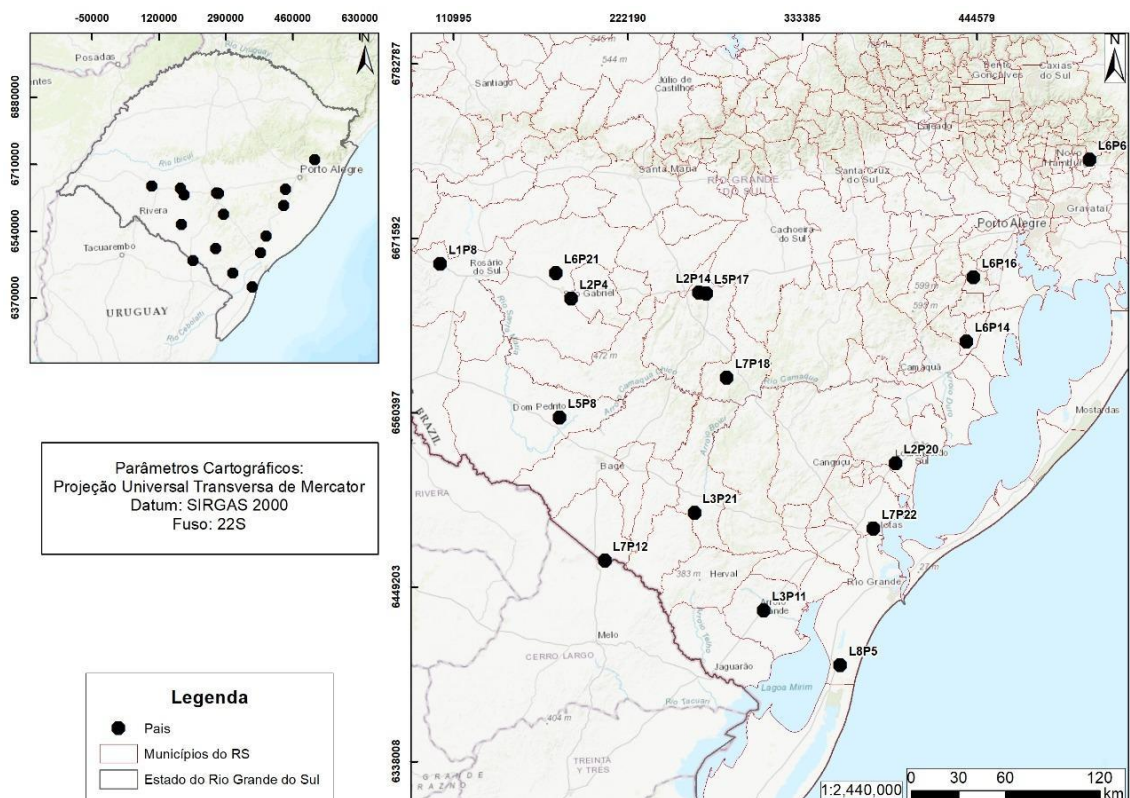


Figura 1 - Locais de coleta de ecótipos de *Paspalum leptum* no estado do Rio Grande do Sul.

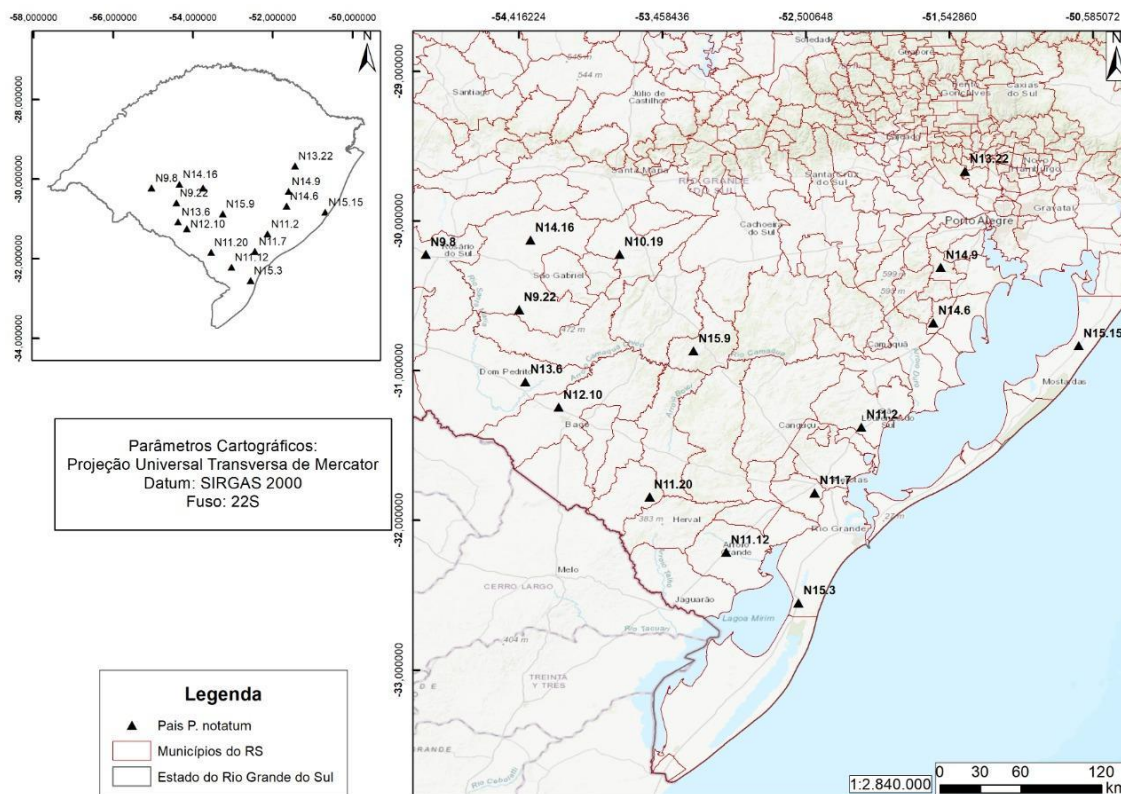


Figura 2 - Locais de coleta de ecótipos de *Paspalum notatum* no estado do Rio Grande do Sul.

### 2.1.2 Localização dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos no ano de 2018 nos municípios de Bagé, Eldorado do Sul, Capão do Leão e São Gabriel. Em Eldorado do Sul, o experimento foi desenvolvido dentro da Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), situada na Depressão Central, cerca de 57 km de Porto Alegre, entre as latitudes de 30°5'9"S e 51°37'5"W. A temperatura média anual é de 18,8°C, a máxima média é de 24,4°C e a mínima média de 13,9°C, com uma precipitação anual de 1445 mm (Bergamaschi et al., 2013).

Em Bagé o experimento foi conduzido na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Pecuária Sul. O município de Bagé, localizado na fronteira oeste do estado, está entre as coordenadas 31°19'43" S de latitude e 54°6'26" W de longitude. Segundo a classificação de Köppen (IPAGRO, 1979), o clima da região é caracterizado como subtropical úmido (Cfa), com temperaturas médias máximas em torno de 24°C e médias mínimas de



aproximadamente de 13°C. As precipitações ficam ao redor de 1400 mm por ano.

Em Capão do Leão, o experimento foi instalado na Universidade Federal de Pelotas (UFPel). O município fica localizado na região sul do estado com latitude de 31°42' S e longitude de 52°24' W, a cerca de 54 m acima do nível do mar. A precipitação anual é de 1392 mm, temperatura média anual de 17°C, a média máxima é de 23,1°C e a média fica em torno de 14°C.

Em São Gabriel, o experimento foi instalado na Universidade Federal do Pampa (Unipampa), campus São Gabriel. O município fica localizado entre a latitude 30°20'38" S e longitude 54°20'31" W, situada a 118 m de altitude. A temperatura média do ano de 2020 foi de 19,3°C e a quantidade de chuva acumulada durante o ano foi de 983 mm.

### **2.1.3. Instalação dos experimentos**

Os experimentos foram instalados nos quatro locais na primavera/verão de 2018 e foram mantidos até o final do verão de 2020. Foram geradas mudas através de sementes para os ecótipos selecionados transplantando-as para vasos de dois litros preenchidos com substrato composto por Turfa de *Sphagnum*, vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola e fertilizante NPK. A unidade experimental era o vaso, que foram previamente identificados e colocados em campo em quatro blocos aleatorizados. A irrigação foi realizada diariamente, de acordo com as necessidades das plantas. Apesar da irrigação, as plantas permaneceram em situação de campo com temperatura e fotoperíodo naturais.

### **2.1.4. Metodologia da coleta de dados**

Foram feitas duas desfolhas nas plantas, uma para uniformizar o crescimento e a segunda para avaliação da matéria seca produzida. Os cortes foram realizados a 5 cm, quando *Paspalum notatum* atingiu 15 cm e quando *Paspalum lepton* atingiu 20 cm. A massa fresca foi levada para a estufa a 50°C até que o peso se tornou constante, o que ocorreu em 7 dias.

Para as avaliações morfológicas que ocorreram no verão de 2020, foram feitas cinco medições por unidade experimental, formando uma média dessas avaliações para gerar uma repetição. A descrição das avaliações está apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 - Características medidas nos 16 ecótipos de *Paspalum lepton* e *Paspalum notatum* e descrição da metodologia utilizada para avaliação nos diferentes locais.

Característica	Unidade de medida	Metodologia de avaliação
Altura de planta	cm	Avaliada no afilho reprodutivo a partir do primeiro nó, na base, até a base dos racemos;
Comprimento de folha	cm	Medida nas folhas que estão inseridas logo abaixo da folha bandeira;
Largura de folha	mm	Medida na metade da lâmina foliar. A avaliação deve ser feita nas folhas que estão inseridas logo abaixo da folha bandeira;
Comprimento de bainha	cm	Avaliação deve ser feita na folha que está inserida no último nó da haste, antes do eixo floral. O comprimento começa na inserção do nó da haste e vai até a altura da lígula;
Largura de bainha	mm	Medida na mesma folha que foi medido o comprimento da bainha. Deve ser medida na região mediana da bainha;
Comprimento do eixo floral	cm	Avaliada a partir do último nó do eixo floral até o ápice;
Quantidade de racemos por inflorescência	nº	Contagem feita na haste reprodutiva;
Comprimento do racemo	cm	Avaliada na inflorescência a partir da base até o ápice do racemo;
Hábito de crescimento	-	Medida através de escala visual de 1 a 4, onde 1 é considerado ereto, 2 é semi ereto, 3 é semi prostrado e 4 prostrado;
Pilosidade	-	Medida através de escala visual de 1 a 5, onde 1 é ausência, 2 é baixa incidência de pelos, 3 é média incidência, 4 é alta e 5 muito alta incidência de pelos;
Matéria seca	g	Medida após secagem da matéria fresca.

### 2.1.5. Análise dos dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, através do teste F. Posteriormente, realizou-se a análise conjunta e, quando a razão entre o maior e o menor quadrado médio residual não ultrapassou o valor sete (Banzato & Kronka, 2006), procedeu-se os desdobramentos necessários.

A estimativa da diversidade genética foi realizada com base em caracteres fenotípicos obtidos, gerando a distância de Gower, para dados multicategóricos. Posteriormente, foram empregados dois métodos de agrupamento, o hierárquico através do UPGMA e o de otimização pelo método

de Tocher (Rao, 1952). A discriminação dos caracteres para diversidade genética foi estudada através da metodologia proposta por Singh (1981) e o método de componentes principais utilizando o critério de Jolliffe (1972).

## **2.2. Resultados e Discussão**

### **2.2.1 *Paspalum leptum***

Os resultados da análise de variância para as características mensuradas nos experimentos em cada ambiente estão descritos na Tabela 1. Na análise individual em Bagé, observou-se que as características de comprimento de folha, comprimento de bainha, comprimento de racemo e hábito não apresentaram diferenças significativas por ecótipo, mas o restante das características diferiu. Stansfield (1974) e Rezende (2002) afirmaram que valores de herdabilidade acima de 70 são considerados altos. Desse modo, a característica que apresentou alta herdabilidade foi altura de planta (70,94). Através dos valores de herdabilidade, da variância ambiental e fenotípica pode-se afirmar que as características altura é mais influenciada pela genética do que pelo ambiente em que os ecótipos estão inseridos. A produção de matéria seca apresentou CV mais alto dentre as características, e a largura da folha o mais baixo (13,88).

Em Eldorado do Sul observou-se que a altura de planta, comprimento de bainha, comprimento do eixo floral, comprimento do racemo e matéria seca não apresentaram diferenças significativas entre genótipos na análise. A característica que apresentou maior herdabilidade foi a largura da bainha, (90,64), seguido pela largura de folha (85,16) e número de racemos (79,48), já a que apresentou menor herdabilidade foi o comprimento do racemo (15,29). A maior variância genotípica foi da altura com (12,13) seguido pela matéria seca, com (10,54) de variação.

Quase todas as características avaliadas em Capão do Leão apresentaram diferenças significativas entre os ecótipos, exceto comprimento da folha, comprimento da bainha e largura da bainha. Os CV foram relativamente baixos, variando entre 7,61 para largura de folha e 22,4 para hábito de crescimento. O valor de herdabilidade estimado mais alto foi 86,46 para largura de folha e 81,18

para produção de matéria seca, 80,18 para matéria seca e 73,53 para comprimento do eixo floral.

Em São Gabriel, as únicas características que apresentaram diferença significativa entre os ecótipos foram largura da bainha e matéria seca. Os valores de CV variaram de 9,88 a 69,63. Nenhuma característica apresentou alta herdabilidade.

De acordo com Carvalho et al. (2001) é possível obter ganhos genéticos através da seleção de caracteres de alta herdabilidade, de identificação fácil bem como que evidencie alta correlação com o caractere de interesse, obtendo, dessa forma, maiores ganhos em menor espaço de tempo. Porém, a herdabilidade de determinada característica depende da população e do ambiente em que o genótipo está inserido (Falconer, 1960). Desse modo, a herdabilidade varia dependendo da condição ambiental e da população.

A Tabela 2 é referente à análise conjunta dos quatro locais do experimento. Nessa, observa-se que, a única característica dependente apenas do genótipo foi comprimento de racemo, embora também tenha variado com o ambiente. Comprimento de folha, largura de folha, comprimento de bainha, largura de bainha, comprimento de racemo e hábito de crescimento variaram apenas com o ambiente. Todas as demais características (altura de planta, comprimento do eixo floral, número de racemos, pilosidade e matéria seca) demonstraram efeito da interação genótipo x ambiente. Os CV variaram de 15,09 para altura de planta a 144,27 para comprimento de bainha.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância individual por ambiente para 16 ecótipos de *Paspalum lepton*, onde A- altura de planta, CF- comprimento de folha, LF- largura de folha, CB- comprimento de bainha, LB- largura de bainha, CE- comprimento do eixo floral, NR- número de racemos por inflorescência, CR- Comprimento de racemos, H- hábito de crescimento, P- pilosidade, MS- matéria seca.

Bagé												
FV	GL	Quadrado médio										
		A	CF	LF	CB	LB	CE	NR	CR	H	P	MS
Ecótipo	15	327,77*	18,83 <sup>ns</sup>	0,021*	11,79 <sup>ns</sup>	0,033*	89,99*	3,78*	0,81 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>	0,49*	93,94*
Resíduo	48	95,24	13,52	0,01 <sup>ns</sup>	7,34	0,01	46,16	1,14	0,68	0,23	0,22	32,57
Total	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CVe (%)	-	23,98	17,39	13,88	23,32	17,47	23,69	25,56	18,32	19,98	18,94	30,68
Variância fenotípica	-	81,94	4,71	0,005	2,95	0,008	22,49	0,94	0,2	0,1	0,12	23,48
Variância ambiental	-	23,81	3,34	0,002	1,84	0,004	11,54	0,28	0,17	0,05	0,05	8,14
Variância genotípica	-	58,13	1,33	0,003	1,11	0,004	10,95	0,66	0,03	0,04	0,07	15,34
Herdabilidade	-	70,94	28,18	52,05	37,7	49,42	48,71	69,71	15,29	44,71	55,88	65,33
CVg(%)	-	18,74	6,62	7,23	9,07	8,63	11,54	19,39	3,89	8,98	10,66	21,05
Razão CVg/CVe	-	0,78	0,31	0,52	0,39	0,49	0,48	0,83	0,21	0,44	0,56	0,68

Eldorado do Sul												
FV	GL	Quadrado médio										
		A	CF	LF	CB	LB	CE	NR	CR	H	P	MS
Ecótipo	15	139,33 <sup>ns</sup>	12,93*	0,02*	243,40 <sup>ns</sup>	0,05*	40,39 <sup>ns</sup>	4,41*	0,35 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>	0,33*	104,26 <sup>ns</sup>
Resíduo	48	90,81	4,46	0,003	259,61	0,005	24,08	0,90	0,26	3,17	0,12	15,22
Total	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CVe (%)	-	18,36	15,47	10,15	103,40	11,99	17,04	19,78	10,98	38,78	16,63	30,87
Variância fenotípica	-	34,83	3,23	0,005	60,85	0,013	10,09	1,10	0,08	0,14	0,08	26,06
Variância ambiental	-	22,70	1,11	0,0008	64,90	0,001	6,02	0,22	0,06	0,07	0,03	15,22
Variância genotípica	-	12,13	2,11	0,004	0	0,012	4,07	0,87	0,02	0,06	0,05	10,84
Herdabilidade	-	34,81	65,47	85,16	0	90,64	40,39	79,48	25,39	44,64	62,5	41,60
CVg(%)	-	6,70	32,16	12,15	0	188,65	7,01	19,46	3,20	17,41	10,73	13,03
Razão CVg/CVe	-	0,36	0,68	1,19	0	0,95	0,41	0,98	0,29	0,44	0,64	0,42

Capão do Leão												
FV	GL	Quadrado médio										
		A	CF	LF	CB	LB	CE	NR	CR	H	P	MS
Ecótipo	15	88,64*	9,23 <sup>ns</sup>	0,01*	1,63 <sup>ns</sup>	0,039 <sup>ns</sup>	79,55*	0,92*	0,72*	0,34*	0,26*	197,01*
Resíduo	48	35,94	9,56	0,002	1,53	0,034	21,40	0,34	0,14	0,15	0,12	37,06
Total	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CVe (%)	-	10,22	15,43	7,61	12,92	24,33	9,52	13,49	10,96	22,40	11,02	20,96
Variância fenotípica	-	22,16	2,30	0,004	0,40	0,009	19,88	0,23	0,18	0,08	0,06	49,25
Variância ambiental	-	8,98	2,39	0,0006	0,38	0,008	5,35	0,08	0,03	0,03	0,02	9,26
Variância genotípica	-	13,17	0	0,003	0,02	0,001	14,53	0,14	0,14	0,04	0,03	39,98
Herdabilidade	-	59,44	0	86,46	5,88	13,61	73,53	63,00	80,49	24,67	54,90	81,18
CVg(%)	-	6,18	0	9,62	1,61	4,83	7,85	8,81	11,13	12,82	6,07	1,03
Razão CVg/CVe	-	0,60	0	1,26	0,12	0,19	0,82	0,65	1,01	0,57	0,55	0,90

São Gabriel												
FV	GL	Quadrado médio										
		A	CF	LF	CB	LB	CE	NR	CR	H	P	MS
Ecótipo	15	67,95 <sup>ns</sup>	70,52 <sup>ns</sup>	0,70 <sup>ns</sup>	4,22 <sup>ns</sup>	3,79*	50,72 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,79 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	206,62*
Resíduo	48	37,93	53,42	0,53	4,25	1,56	4415	0,24	0,57	0,24	0,33	68,86
Total	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CVe (%)	-	9,88	69,63	69,63	30,38	20,72	19,95	10,51	19,91	34,80	33,55	19,48
Variância fenotípica	-	16,98	17,63	0,17	1,05	0,95	12,68	0,04	0,19	0,06	0,10	51,65
Variância ambiental	-	9,48	13,36	0,13	1,06	0,39	11,03	0,06	0,14	0,06	0,08	17,21
Variância genotípica	-	7,50	4,27	0,04	0	0,56	1,64	0	0,05	0,005	0,19	34,44
Herdabilidade	-	44,18	24,23	24,23	0	58,83	12,95	0	27,84	8,73	18,54	66,67
CVg(%)	-	4,39	19,69	19,69	0	12,39	3,84	0	6,18	5,38	8,00	13,77
Razão CVg/CVe	-	0,44	0,28	0,28	0	0,59	0,19	0	0,31	0,15	0,23	0,70

(\*) valores significativos a 0,5%.

(ns) não significativo.

Para avaliar a divergência genética dos ecótipos estudados, empregaram-se estudos baseados em modelos preditivos, utilizando métodos aglomerativos. O método de otimização de Tocher é muito utilizado no melhoramento de plantas e consiste em posicionar os genótipos em grupos não vazios e mutualmente exclusivos (Cruz et al., 2012). Através dele foram gerados quatro grupos distintos, formados por genótipos homogêneos (Tabela 3). O grupo IV foi constituído por apenas um ecótipo, já os grupos II e III tiveram três representantes em cada. Cerca de 56% dos ecótipos de *P. lepton* foram posicionados no grupo I. O método de Tocher leva em consideração que as médias das medidas de dissimilaridade dentro de cada grupo criado devem ser menor que as distâncias médias entre os grupos (Cruz & Regazzi, 1997). Dessa forma é possível, através do mesmo, aumentar a distância entre os grupos e diminuir dentro do próprio grupo. Então, foi possível observar ecótipos mais ou menos semelhantes a partir desses grupos homogêneos, tornando mais eficaz a visualização das diferenças genéticas.

A matéria seca produzida é uma característica de importância para o melhoramento de plantas forrageiras, já que é a parte da planta que será consumida pelo animal. Sendo assim, a descrição das características permite observar quais são mais importantes para o melhoramento e em qual grupo estão os genótipos com as características buscadas. Na Tabela 4 estão listadas as características descritivas dos grupos formados através do método de otimização de Tocher. O grupo III, representado pelos ecótipos L3.11, L8.5 e L2.20, foi o grupo em que os ecótipos produziram mais matéria seca na média, assim como maior altura de planta e largura de folha, podendo ser considerado um grupo promissor para o avanço da seleção dos ecótipos devido ao potencial para alimentação animal.

O grupo III também apresentou maior número de racemos por inflorescência, um importante componente do rendimento de sementes forrageiras quando o intuito é aumentar a produção de sementes. Essa característica é limitada por fatores genéticos, e variam de acordo com o ecótipo (Lopes & Frank, 2011). Lopes et al., (2017) estudaram a variabilidade da quantidade de racemos por inflorescência e concluíram que nos dois anos de avaliação em que o experimento ocorreu, o mesmo genótipo foi superior para

essa característica. Com isso, ao visar a produção de sementes, os indivíduos do grupo III podem ser considerados promissores, já que produzem mais racemos por inflorescência (5 racemos) e por essa característica estar mais relacionada a fatores genéticos do que ambientais. O grupo II apresentou maior pilosidade (3) em relação aos demais grupos. De acordo com Burton et al. (1977), menor incidência de pelos parece conferir maior palatabilidade para as plantas forrageiras, característica importante para a produção animal. Outras características como o hábito de crescimento e altura podem ser relacionadas com a capacidade da planta em cobrir o solo rapidamente e, dessa forma, competir com as plantas espontâneas indesejadas (Motta et al., 2020). O hábito de crescimento variou de semiereto (grupos I, II e III) a ereto (grupo IV). O hábito também pode determinar, por exemplo, a altura de corte das cultivares, o melhor método de pastejo, assim como a forma que a planta cobre o solo, sendo um fator importante para diminuição de plantas daninhas devido à maior capacidade de competição.



Tabela 2 - Análise conjunta de experimentos para 16 ecótipos de *Paspalum lepton*, onde A- altura de planta, CF- comprimento de folha, LF- largura de folha, CB- comprimento de bainha, LB- largura de bainha, CE- comprimento do eixo floral, NR- número de racemos por inflorescência, CR- Comprimento de racemos, H- hábito de crescimento, P- pilosidade, MS- matéria seca.

FV	GL	Quadrado médio										
		A	CF	LF	CB	LB	CE	NR	CR	H	P	MS
Tratamento	15	279,91*	26,80 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	75,22 <sup>ns</sup>	1,18 <sup>ns</sup>	73,44 <sup>ns</sup>	3,28 <sup>ns</sup>	1,11*	0,6 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	235,87*
Ambiente	3	5780,32*	1122,33*	2,85*	876,48*	455,08*	5657,14*	5,21*	22,46*	14,03*	22,77*	6542,56*
Trat x Amb	45	114,59*	45,38 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	174,17 <sup>ns</sup>	2,56 <sup>ns</sup>	62,41*	2,01*	0,52 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	0,32*	121,98*
Resíduo	192	64,98	38,87	0,51	247,02	1,52	33,94	0,66	0,41	0,23	0,20	49,84
CVe (%)	-	15,09	40,49	96,15	144,27	60,71	16,72	18,03	15,70	27,68	18,91	24,44
Componente quadrático genotípico	-	10,33	-1,16	-0,02	-6,18	-0,08	0,69	0,07	0,03	0,01	0,13	7,118
Componente de variância GxA	-	11,62	1,52	0,014	-17,07	0,24	6,67	0,31	0,02	0,02	0,03	16,91
Variância residual	-	64,98	38,87	0,51	247,02	1,52	33,94	0,66	0,41	0,41	0,20	49,84
Coefficiente de determinação genotípico	-	59,05	-69,31	-291,41	-131,44	-116,80	15,02	38,66	53,21	44,5	38,74	48,28
Coefficiente de variação genético	-	6,02	-2,95	-5,33	0	0	2,38	6,25	4,69	7,38	4,79	9,23
Razão CVg/CVe	-	0,39	0	0	0	0	0,14	0,34	0,29	0,26	0,25	0,37

(\*) valores significativos a 0,5%.

(ns) não significativo.

Tabela 3 - Composição dos grupos formados pelo método de otimização de Tocher em 16 ecótipos de *Paspalum leptum*, com base na matriz de distância de Gower.

Grupos	Ecótipos
I	L6.6; L6.21; L2.8; L7.18; L6.14; L5.17; L2.14; L3.21; L5.8
II	L7.12; L7.22; L6.16
III	L3.11; L8.5; L2.20
IV	L1.8

Tabela 4 - Características descritivas dos grupos formados pelo método de Tocher em 16 ecótipos de *Paspalum leptum*, com base na matriz de distância de Gower, onde A- altura de planta (cm), CF- comprimento de folha (cm), LF- largura de folha (cm), CB- comprimento de bainha (cm), LB- largura de bainha (cm), CE- comprimento do eixo floral (cm), NR- número de racemos por inflorescência (unidade), CR- Comprimento de racemos (cm), H- hábito de crescimento (1 a 5), P- pilosidade (1 a 5), MS- matéria seca (g.vaso<sup>-1</sup>).

Caractere	Grupos			
	I	II	III	IV
A	51,76	52,57	60,50	49,40
CF	15,34	15,63	16,13	13,10
LF	0,74	0,78	0,76	0,65
CB	10,52	9,38	10,97	18,40
LB	2,14	2,15	1,67	1,81
CE	33,80	37,13	36,57	32,10
NR	4	4	5	4
CR	4,09	3,88	4,40	4,05
H	2	2	2	1
P	2	3	2	2
MS	26,57	28,77	35,30	30,70

Apesar de muitas de muitas características não influenciarem diretamente na produção forrageira, a avaliação dos caracteres é uma predição de sucesso na seleção, sendo importante de forma indireta para visualizar grupos heterogêneos que podem ser utilizados como pais em cruzamentos a fim de aumentar o ganho genético das progênes. A análise das características das plantas para a diversidade genética é muito importante para aumentar os ganhos de seleção no melhoramento de plantas (Voss-Fels et al., 2019), sendo essa diversidade verificada por esses dois métodos.

Dentre os métodos das médias de distância, o UPGMA é considerado por muitos pesquisadores como um dos mais eficientes (Dias, 1998). Ao observar a distância genética apresentada no dendrograma de dissimilaridade pelo método de agrupamento UPGMA (Figura 3), observa-se que os ecótipos menos distantes geneticamente são L6.6 e L6.21, seguido por L7.12 e L7.22. Em contrapartida, o que mais se distanciou geneticamente foi L1.8. De acordo Streck

et al. (2017) o índice de correlação cofenética pode ser considerado alto a partir de 0,7, indicando um bom ajuste das representações gráficas das distâncias e matriz original (0,87). Esse fato possibilita auxiliar na tomada de decisão para, por exemplo, definir pais de um cruzamento, já que dessa forma possibilita a visualização dos ecótipos que são menos semelhantes entre si, aumentando o ganho genético.

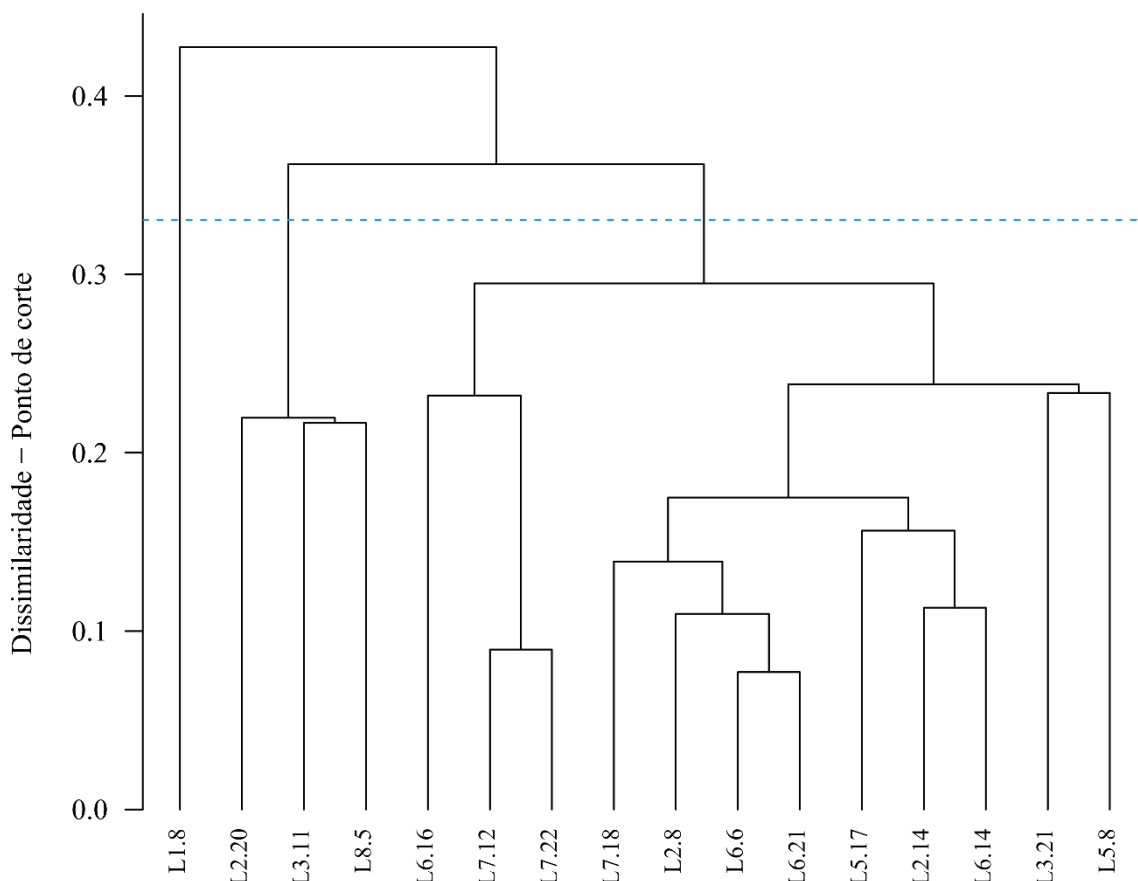


Figura 3 - Dendrograma de dissimilaridade genética entre 16 ecótipos de *P. lepton*, obtido pelo método UPGMA, com base na matriz de distância Gower, considerando 11 caracteres. Índice de correlação cofenética = 0.87.

Comparativamente, o método Tocher agrupou os ecótipos em quatro grupos heterogêneos, enquanto o método de UPGMA alocou os ecótipos em três grupos. Apesar dessa divergência, os métodos tiveram resultados semelhantes ao colocar o ecótipo L1.8 sozinho e os ecótipos L8.5, L3.11 e L2.20 em outro grupo, onde foram considerados com médias mais altas ao analisar a Tabela 4. Ao estudar a caracterização fenotípica e distância genética de 92 acessos de arroz irrigado através utilização de análises multivariadas, Streck et

al. (2017) observaram que, ao avaliar os acessos da espécie, muitos foram aglomerados principalmente em função da sua subespécie, o que demonstra consenso na forma de agrupar.

A Figura 4 apresenta a contribuição relativa dos caracteres avaliados para a dissimilaridade genética dos materiais pela metodologia de Singh (1981). A pilosidade foi o parâmetro morfológico que apresentou maior contribuição para diversidade genética entre os ecótipos, apresentando em torno de 29% de contribuição, enquanto a quantidade de racemos por inflorescência contribuiu com 20% e a matéria seca cerca de 10%. Por outro lado, a largura e comprimento de folha foram os que menos contribuíram para a distinção dos grupos, sendo menos de 5% cada.

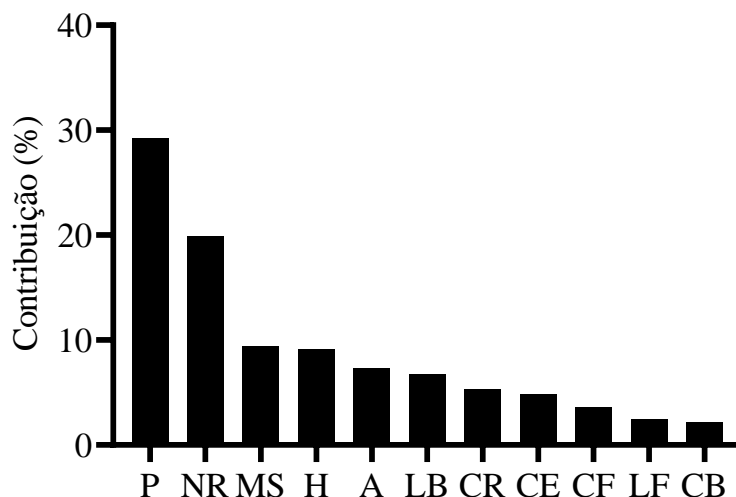


Figura 4 - Contribuição relativa dos caracteres multicategóricos para a dissimilaridade genética de 16 ecótipos de *Paspalum lepton*, onde P- pilosidade, NR- número de racemos por inflorescência, MS- massa seca, A- altura de planta, LB- largura de bainha, CR- comprimento de racemo, CE- comprimento do eixo floral, CF- comprimento de folha, LF- largura de folha, CB- comprimento de bainha.

A análise dos componentes principais (Tabela 5) é uma análise de divergência genética que consiste em transformar conjunto de variáveis originais em conjunto de variáveis que têm dimensão equivalentes, que são denominados de componentes principais (Cruz et al., 2012; Villela, 2013). Autovalores ( $\lambda_j$ ) foram estimados para os componentes principais, e variaram de 0,02 a 3,45, já a importância teve variação de 0,21% até 31,37%. Nesse caso, os cinco

primeiros componentes foram mais efetivos pois retiveram 90,32% da variabilidade acumulada, dentro desses componentes, os caracteres que mais contribuíram para a variabilidade genética foram: altura de planta, comprimento de bainha, largura de folha, pilosidade e número de racemos por inflorescência. Porém, os dois primeiros retiveram mais da metade da variabilidade, já que a altura de planta teve importância de 31,37% e o comprimento de bainha teve 25,53%, totalizando 56,89% da importância relacionada com a variabilidade. Avaliar uma planta através da altura pode ser interessante visto que Bakhuis (1960) afirmou que a produção de forragem tem correlação com a altura de pastagem. Ademais, Dann (1966) obteve um coeficiente de correlação entre essas duas características de 95% em pastagens decumbentes. Desse modo, escolher plantas mais altas pode sugerir maior produção de matéria seca.

Os últimos seis componentes apresentaram menor importância para a distinção da variabilidade presente nos acessos. Através da análise dos componentes principais é possível calcular a importância relativa de cada caractere, permitindo o descarte de avaliações de alguns que não influenciam tanto na determinação da divergência genética (Cruz et al., 2012). Matéria seca, largura da bainha, comprimento da bainha, comprimento da folha, comprimento de racemo, altura de planta e comprimento de bainha foram os caracteres que menos tiveram contribuição na variabilidade acumulada.

Tabela 5 - Componentes principais (PC), estimativas das variâncias (autovalor  $\lambda_j$ ), porcentagem da variância explicada pelos componentes (importância %) e variância acumulada (%) de 16 ecótipos de *Paspalum leptum*, onde A- altura de planta, CB- comprimento da bainha, LF- largura de folha, P- pilosidade, NR- número de racemos por inflorescência, MS- matéria seca, LB- largura da bainha, CF- comprimento de folha, CR- comprimento de racemo, A- altura de planta.

PC	$\lambda_j$	Importância (%)	% Acumulada	Destaque	Recomendação*
PC1	3,45	31,37	31,37	A	
PC2	2,80	25,53	56,89	CB	
PC3	1,65	15,04	71,94	LF	
PC4	1,22	11,10	83,03	P	
PC5	0,80	7,28	90,32	NR	
PC6	0,37	3,45	93,77	MS	Descarte
PC7	0,36	3,28	97,05	LB	Descarte
PC8	0,17	1,57	98,62	CF	Descarte
PC9	0,09	0,86	99,49	CR	Descarte
PC10	0,03	0,30	99,78	A	Descarte
PC11	0,02	0,21	100	CB	Descarte

\*De acordo com o critério de Jolliffe (1972).

Em um estudo que caracterizou fenotipicamente 90 cultivares de soja, Nogueira (2011) verificou 82,98% da variação total em três componentes principais. Esse mesmo autor observou que a dispersão oriunda dos componentes principais permitiu complementar a interpretação da variabilidade dos genótipos em comparação aos métodos de agrupamento UPGMA e Tocher. Villela (2013) também afirmou que os resultados obtidos pelo método dos componentes principais reforçam os resultados obtidos pelos outros dois métodos anteriormente citados.

No que tange a contribuição relativa (Figura 4), a pilosidade e número de racemos por inflorescência foram as características que mais contribuíram para a divergência entre os ecótipos, enquanto para os componentes principais (Tabela 5) as que se destacaram foram altura de planta, comprimento da bainha, largura de folha, pilosidade e número de racemos por inflorescência. Sendo assim, através do método dos componentes principais, sugeriu-se o descarte dos caracteres de matéria seca, largura da bainha, comprimento de folha, comprimento de racemo, altura de planta e comprimento de bainha.

Os métodos são distintos, dessa forma, cada um dá devida importância a uma determinada característica. Desse modo, a utilização de mais de um método de avaliação da importância das características para diminuir o número de características avaliadas é essencial para observar os resultados de uma forma complementar. Em comum aos dois métodos destacam-se em importância: pilosidade e número de racemos por inflorescência. Já as características que em ambos os métodos foram consideradas menos influentes são comprimento de folha e comprimento de racemo e largura da bainha.

### **2.2.2. *Paspalum notatum***

A análise de variância individual na localidade de Bagé apresentou diferença significativa em todas as características estudadas exceto para largura da folha (Tabela 6). Os CV apresentaram variação elevada cujo maior CV (92,52) foi para a característica largura de folha, e o menor (3,63) foi o hábito de crescimento. As herdabilidades mais altas foram encontradas na matéria seca (73,43), largura da bainha (73,56), comprimento de eixo floral (79,98),

comprimento da bainha (84,92), comprimento de folha (85,11), altura de planta (89,11), comprimento de racemo (94,2) e número de racemos por inflorescência (97,43).

Em Eldorado do Sul todas as características avaliadas apresentaram diferenças significativas entre ecótipos, exceto para a o número de racemos por inflorescência. Os CVs variaram entre 4,1 no hábito de crescimento a 59,7 na largura da bainha, sendo o maior coeficiente de variação para a localidade. Os caracteres que apresentaram maior herdabilidade foram matéria seca (84,24), altura de planta (88,81), comprimento de bainha (91,48), comprimento de folha (96,16), pilosidade (95,62) e hábito de crescimento (99,35).

Para o município de Capão do Leão, o número de racemos por inflorescência não diferiu entre os ecótipos. A característica também foi a que apresentou o maior coeficiente de variação (28,85). O menor CV foi observado na largura da bainha (9,09). As herdabilidades mais altas foram matéria seca (83,71), comprimento de racemo (85,84), comprimento de bainha (89,36), pilosidade (89,75), comprimento de folha (91,32), altura de planta (92,3), largura de bainha (94,11), comprimento do eixo floral (95,15) e largura de folha (96,33).

Em São Gabriel foram cinco características que apresentaram diferença significativa: altura de planta, largura da folha, comprimento do eixo floral, comprimento de racemo e matéria seca. Os coeficientes de variação apresentaram variações de 8,7 na quantidade de racemos por inflorescência a 45,04 para comprimento da bainha. As maiores herdabilidades foram encontradas nas características de largura de folha (73,49), comprimento de racemo (80,30), altura de planta (84,66) e matéria seca (92,63).

Tabela 6 - Resumo da análise de variância para 16 ecótipos de *Paspalum notatum* individual para cada ambiente, onde A- altura de planta, CF- comprimento de folha, LF- largura de folha, CB- comprimento de bainha, LB- largura de bainha, CE- comprimento do eixo floral, NR- número de racemos por inflorescência, CR- Comprimento de racemos, H- hábito de crescimento, P- pilosidade, MS- matéria seca.

Bagé													
FV	GL	Quadrado médio											
		A	CF	LF	CB	LB	CE	NR	CR	H	P	MS	
Ecótipo	15	317,22*	14,79*	0,83 <sup>ns</sup>	22,63*	0,03*	109,79*	4,06*	11,25*	0,06*	0,59*	28,65*	
Resíduo	48	34,52	2,20	0,82	3,41	0,01	20,97	0,10	0,65	0,02	0,18	7,61	
Total	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CVe (%)	-	23,85	13,41	92,52	18,4	13,48	18,85	12,75	11,63	3,63	30,03	35,21	
Variância fenotípica	-	79,30	3,69	0,21	5,65	0,01	27,45	1,01	2,81	0,01	0,14	7,16	
Variância ambiental	-	8,63	0,55	0,21	0,85	0,002	5,49	0,02	0,16	0,005	0,04	1,90	
Variância genotípica	-	70,67	3,14	0,001	4,80	0,006	21,95	0,98	2,65	0,01	0,10	5,26	
Herdabilidade	-	89,11	85,11	0,75	84,92	73,56	79,98	97,43	94,2	66,66	69,13	73,43	
CVg(%)	-	1,43	1,19	4,04	21,92	11,24	18,84	39,29	23,43	2,57	22,47	29,27	
Razão CVg/CVe	-	0,94	4,0	0,04	1,18	0,83	0,99	3,08	2,01	0,71	0,75	0,83	

Eldorado do Sul													
FV	GL	Quadrado médio											
		A	CF	LF	CB	LB	CE	NR	CR	H	P	MS	
Ecótipo	15	171,77*	63,41*	0,06*	4,61*	0,36*	68,75*	0,16 <sup>ns</sup>	6,62*	2,41*	1,43*	147,19*	
Resíduo	48	19,20	23,71	0,002	0,39	0,12	28,98	0,28	3,48	0,1	0,06	23,19	
Total	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CVe (%)	-	10,60	33,12	9,02	19,88	59,75	19,38	23,57	28,15	4,10	18,60	34,78	
Variância fenotípica	-	42,94	15,82	0,01	1,15	0,09	17,18	0,04	1,65	0,60	0,35	36,79	
Variância ambiental	-	4,80	5,92	0,0006	0,09	0,03	7,24	0,07	0,87	0,003	0,01	5,79	
Variância genotípica	-	38,14	9,92	0,01	1,05	0,06	9,94	0	0,78	0,59	0,34	31,0	
Herdabilidade	-	88,81	62,60	96,16	91,49	66,18	57,84	0	47,42	99,35	95,62	84,24	
CVg(%)	-	14,94	21,43	22,58	32,60	41,79	11,35	0	13,37	25,37	43,49	40,22	
Razão CVg/CVe	-	1,41	0,64	2,50	1,64	0,69	0,58	0	0,47	6,18	2,34	0,91	

Capão do Leão													
FV	GL	Quadrado médio											
		A	CF	LF	CB	LB	CE	NR	CR	H	P	MS	
Ecótipo	15	313,77*	29,48*	0,06*	11,19*	0,07*	853,35*	0,09 <sup>ns</sup>	8,29*	0,48*	0,96*	61,64*	
Resíduo	48	24,14	2,55	0,002	1,19	0,004	41,1	0,36	1,7	0,17	0,09	10,03	
Total	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CVe (%)	-	12,43	11,08	5,87	15,79	9,09	18,51	28,85	14,66	12,24	22,62	20,48	
Variância fenotípica	-	78,44	7,37	0,01	2,79	0,01	213,33	0,02	2,07	0,12	0,24	15,41	
Variância ambiental	-	6,03	0,64	0,0004	0,29	0,001	10,27	0,08	0,29	0,4	0,02	2,51	
Variância genotípica	-	72,41	6,00	0,01	2,50	0,02	203,05	0	1,78	0,07	0,21	12,90	
Herdabilidade	-	92,30	91,32	96,93	89,36	94,11	95,18	0	85,84	63,36	89,75	83,71	
CVg(%)	-	21,53	17,97	16,51	22,89	18,18	41,14	0	18,06	8,04	33,47	23,21	
Razão CVg/CVe	-	1,73	1,62	2,81	1,44	2,0	2,22	0	1,23	0,65	1,47	1,13	



São Gabriel												
FV	GL	Quadrado médio										
		A	CF	LF	CB	LB	CE	NR	CR	H	P	MS
Ecótipo	15	307,50*	12,23 <sup>ns</sup>	0,06*	9,96 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	85,06*	0,029 <sup>ns</sup>	3,76*	0,73 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	391,70*
Resíduo	48	47,15	8,93	0,01	8,10	0,01	37,06	0,03	0,74	0,47	0,04	28,87
Total	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CVe (%)	-	16,12	34,73	27,89	45,04	22,08	20,17	8,70	11,75	30,76	20,68	20,16
Variância fenotípica	-	76,87	3,06	0,01	2,42	0,005	21,26	0,007	0,94	0,18	0,01	97,92
Variância ambiental	-	11,78	2,23	0,004	2,02	0,004	9,26	0,007	0,18	0,11	0,01	7,22
Variância genotípica	-	65,08	0,82	0,01	0,39	0,0004	12,0	0	0,75	0,06	0	90,70
Herdabilidade	-	84,66	26,99	73,49	16,42	8,54	56,42	0	80,30	34,65	0	92,63
CVg(%)	-	18,94	10,56	23,22	9,98	3,37	11,48	0	11,86	11,20	0	35,74
Razão CVg/CVe	-	1,17	0,30	0,83	0,22	0,15	0,57	0	1,01	0,36	0	1,77

(\*) valores significativos a 0,5%.

(<sup>ns</sup>) não significativo.

De acordo com Stansfield, (1974) e Rezende (2002), a herdabilidade de uma característica pode ser considerada alta acima de 70. Conforme Rossmann (2001), a herdabilidade influencia a próxima geração por representar a proporção da variação fenotípica que pode ser herdada. Utilizar a estimação de herdabilidade para os caracteres de interesse pode ser útil para indicar predições de ganhos genéticos (Cândido et al., 2011). Sendo assim, pode-se esperar da matéria seca, por exemplo, maiores ganhos genéticos, já que apresentou herdabilidade alta em todos os ambientes.

Foram observadas divergências nos valores de herdabilidade nos diferentes locais avaliados. São Gabriel apresentou as menores herdabilidades quando comparado aos outros locais. A herdabilidade é uma variável que pode mudar (Ramalho et al., 2008), isso porque ela não é apenas uma propriedade da variável, mas é mensurada em conjunto com a população e condições ambientais. Sendo assim, a variação pode ocorrer devido às diferenças de manejo de local para local e condições climáticas, impactando na herdabilidade. Qualquer divergência no modo de condução pode acarretar diferença nos valores de herdabilidade já que para a estimação desse parâmetro genético é levado em conta a variação fenotípica das plantas.

A Tabela 7 apresenta a análise de todos os municípios de forma conjunta. Apenas o comprimento de racemo, a pilosidade e a matéria seca se dependeram apenas do ecótipo, embora tenham variado com o ambiente e com a interação ecótipo x ambiente. Todas as características variaram com o ambiente. Já na interação ecótipo x ambiente, exceto a largura da folha não dependeu. Os CVs tiveram variação entre 15,9 para altura de planta até 47,08 para largura da bainha.

Na avaliação da divergência genética dos 16 ecótipos de *P. notatum*, empregou-se estudos baseados em modelos preditivos, utilizando métodos aglomerativos. A Tabela 8 apresenta a composição dos grupos que se formaram a partir do método de otimização de Tocher. Dessa forma foram criados seis grupos homogêneos com os 16 ecótipos de *P. notatum*. O primeiro grupo foi composto por sete ecótipos geneticamente homogêneos, ou seja, 44% dos representantes; no grupo II reuniram-se 4 ecótipos, no III agruparam-se dois e os outros três grupos restantes foram compostos por apenas um ecótipo. Essa

metodologia de avaliação é muito utilizada no melhoramento de plantas e consiste em posicionar os genótipos em grupos não vazios e mutualmente exclusivos (Cruz et al., 2012). A principal vantagem do método é conseguir detectar a variabilidade presente em acessos, agrupando-os quando geneticamente semelhantes, ou colocando-os em grupos separados quando divergentes.

Tabela 7 - Análise conjunta de experimentos para 16 ecótipos de *Paspalum notatum*, onde A- altura de planta, CF- comprimento de folha, LF- largura de folha, CB- comprimento de bainha, LB- largura de bainha, CE- comprimento do eixo floral, NR- número de racemos por inflorescência, CR- Comprimento de racemos, H- hábito de crescimento, P- pilosidade, MS- matéria seca.

FV	GL	Quadrado médio										
		A	CF	LF	CB	LB	CE	NR	CR	H	P	MS
Tratamento	15	409,44 <sup>ns</sup>	49,94 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>	11,30 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	208,05 <sup>ns</sup>	0,82 <sup>ns</sup>	18,46*	1,34 <sup>ns</sup>	1,59*	253,34*
Ambiente	3	4603,55*	569,88*	3,49*	496,43*	0,34*	1044,57*	2,50*	7,05*	34,86*	1,99*	3996,77*
Trat x Amb	45	240,92*	34,18*	0,65 <sup>ns</sup>	19,22*	0,21*	303,11*	1,21*	3,95*	1,44*	0,49*	127,46*
Resíduo	192	34,56	17,46	0,79	6,91	0,09	37,41	0,25	1,75	0,44	0,09	17,43
CVe (%)	-	15,94	34,39	129,60	40,14	47,08	20,90	22,24	18,80	20,96	24,17	26,28
Componente quadrático genótipo	-	10,53	0,98	-0,02	-0,49	-0,003	-5,94	-0,02	0,90	-0,006	0,06	7,86
Componente de variância GxA	-	48,36	3,92	-0,03	2,88	0,02	62,27	0,22	0,51	0,23	0,09	25,79
Variância residual	-	34,56	17,46	0,79	6,91	0,09	37,41	0,25	1,75	0,44	0,09	17,43
Coefficiente de determinação genótipo	-	41,15	31,55	-144,21	-70,08	-35,71	-45,69	-47,39	78,57	-722	68,93	49,68
Coefficiente de variação genético	-	8,80	8,16	0	0	0	0	0	13,52	0	20,29	17,66
Razão CVg/CVe	-	0,55	0,24	0	0	0	0	0	0,72	0	0,84	0,67

(\*) valores significativos a 0,5%.

(ns) não significativo.

Tabela 8 - Composição dos grupos formados pelo método de otimização de Tocher em 16 ecótipos de *Paspalum notatum* Flügge, com base na matriz de distância de Gower.

Grupos	Ecótipos
I	N13.6; N14.6; N11.20; N15.15; N15.13; N11.12; N14.16
II	N14.9; N15.9; N9.8; N10.19
III	N11.7; N12.10
IV	N9.22
V	N11.2
VI	N13.22

O grupo VI criado através do método de otimização de Tocher (Tabela 9) apresentou maior produção de matéria seca e maior altura de planta, representado pelo ecótipo N13.22. O agrupamento que menos produziu matéria seca e o com menor altura de planta é o IV, representado pelo ecótipo N9.22.

Tabela 9 - Características descritivas dos grupos formados pelo método de Tocher em *Paspalum notatum* Flügge, com base na matriz de distância de Gower, onde A- altura de planta (cm), CF- comprimento de folha (cm), LF- largura de folha (cm), CB- comprimento de bainha (cm), LB- largura de bainha (cm), CE- comprimento do eixo floral (cm), NR- número de racemos por inflorescência (unidade), CR- Comprimento de racemos (cm), H- hábito de crescimento (1 a 5), P- pilosidade (1 a 5), MS- matéria seca ( $g.vaso^{-1}$ ).

Caractere	Grupos					
	I	II	III	IV	V	VI
A	35,36	41,42	35,60	29,30	32,30	46,30
CF	11,17	14,05	10,52	11,30	13,00	15,70
LF	0,61	0,70	0,83	1,04	0,57	0,73
CB	6,25	7,23	5,87	7,29	5,72	8,06
LB	0,65	0,68	0,77	0,51	0,52	0,74
CE	28,11	31,75	30,3	22,60	25,40	37,30
NR		2	2	2	3	2
CR	6,43	7,71	7,45	6	6,38	10
H	3	3	4	3	3	3
P	1	1	2	1	1	1
MS	14,50	16,32	16,2	12,20	17,30	26,50

O grupo III foi o que se destacou com a presença de maior pilosidade. A pilosidade, nada mais é que a presença de tricomas na superfície vegetal. A primeira barreira da planta contra patógenos e artrópodes herbívoros é a superfície da folha (Fordyce & Agrawal, 2001). Desse modo, a presença de tricomas está correlacionado com a maior resistência à herbivoria. Por outro lado, apesar de proteger contra essas ameaças, a maior quantidade de tricomas podem dificultar a herbivoria pelos animais domésticos (Simmons & Gurr, 2005; Wei et al., 2012). A presença de tricomas pode ser uma característica de plantas interessante em programas de melhoramento

genético de diversas espécies, porém, para plantas forrageiras, a diminuição da pilosidade deve ser priorizada a fim de aumentar o consumo da forragem pelos animais.

Todos os grupos apresentaram hábito de crescimento semiprostrado, exceto o grupo III classificado como prostrado. Plantas eretas investem menos em estruturas de reserva, o que pode ser negativo quando submetidas ao pastejo intenso ou aos estresses climáticos (Weiler et al., 2018). Ao avaliar a persistência e o hábito de crescimento de acessos de *P. notatum*, Pedreira & Brown (1996) compararam Tifton 9 e T14 com a cultivar Pensacola e, observaram que embora mais altas, as plantas tinham menor formação de rizomas acima do solo, o que diminuiu a persistência das mesmas no inverno em 51 e 64%, respectivamente, enquanto a Pensacola teve persistência de 90%. Ademais, *P. notatum* é encontrado em locais onde o pastejo é mais intenso justamente porque a manutenção dos pontos de crescimento de uma determinada área foliar, mesmo com pastejo intenso, é a razão para maior persistência e dominância da espécie nessas condições (Nabinger et al., 2009). Desse modo, o grupo III pode ser promissor para o melhoramento dessa característica, por apresentar hábito mais prostrado.

De acordo com Dias 1998, entre os métodos das médias de distância, o UPGM é considerado por muitos pesquisadores como um dos mais eficientes. Esse método hierárquico consiste em agrupar os genótipos estudados em um processo repetitivo em vários níveis até formar um dendrograma ou diagrama de árvore (Cruz et al., 2012). Desse modo, o ecótipo que apresentou maior dissimilaridade genética através do dendrograma obtido pelo método UPGMA (Figura 5) foi o ecótipo N13.22. Pelo ponto de corte do dendrograma foi criado três grupos distintos geneticamente, metade dos grupos formados pelo método de otimização de Tocher. O ecótipo N13.22 ficou alocado sozinho e um grupo, enquanto os ecótipos N11.17 e N12.10 foram posicionados em outro. O restante dos ecótipos ficou acumulado em um único grande grupo. O índice de correlação cofenética (0,78) é considerado alto por Sokal & Rohlf (1962), sugerindo um bom ajuste das representações gráficas das distâncias e matriz original.

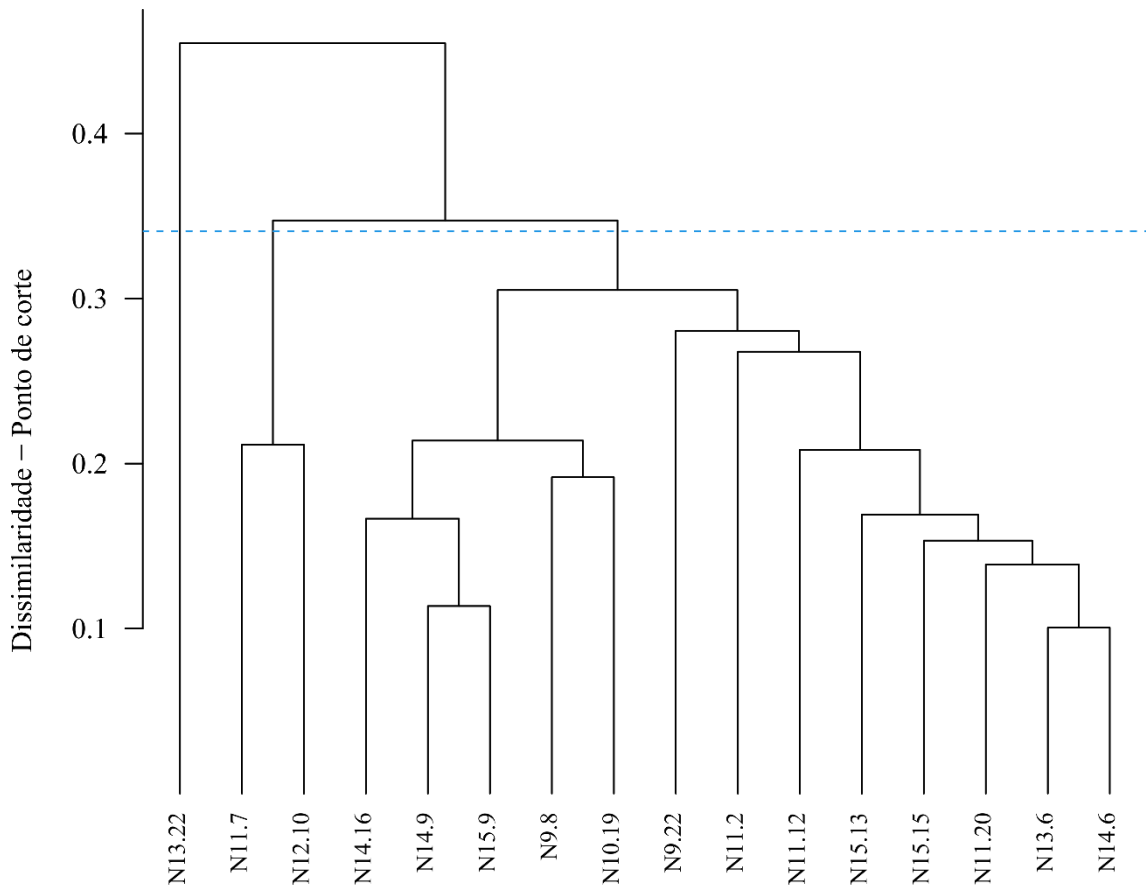


Figura 5 - Dendrograma de dissimilaridade genética entre 16 ecótipos de *Paspalum notatum* Flügge, obtido pelo método UPGMA, com base na matriz de distância Gower, considerando 11 caracteres. Índice de correlação cofenética = 0.78.

Ao comparar os dois métodos de agrupamento apresentados, observa-se que o método Tocher agrupou os ecótipos em seis grupos heterogêneos, enquanto o método de UPGMA alocou os ecótipos em três grupos. Embora tenha havido essa divergência, os métodos apresentaram resultados semelhantes alocando o ecótipo N13.22 sozinho e os ecótipos N11.17 e N12.10 em outro grupo. Ao analisar a Tabela 9, observa-se que o ecótipo N13.22, que foi posicionado sozinho nos dois métodos, foi o que sobressaiu em relação à produção de matéria seca, componente. Com isso, verifica-se que o método de Tocher foi mais sensível em distinguir outros grupos que não foram separados pelo UPGMA, mas o resultado não foi tão divergente já que o melhor ecótipo foi colocado separado dos demais.

A contribuição dos caracteres multicategóricos envolvidos na identificação da dissimilaridade genética está apresentado na Figura 6. A característica que mais contribuiu para identificar essas diferenças e separar os grupos foi a pilosidade (cerca de 13%), seguido pela altura da planta (12%), largura da folha (11%) e largura da

bainha (10%). Por outro lado, o caractere que menos contribuiu foi a quantidade de racemos por inflorescência (7,5%).

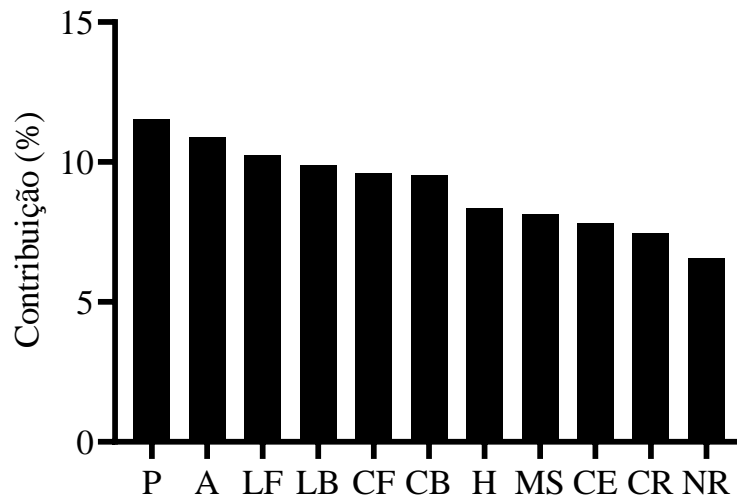


Figura 6 - Contribuição relativa dos caracteres multicategóricos para a dissimilaridade genética de 16 acessos de *P. notatum* Flügge, onde P- pilosidade, A- altura de planta, CF- comprimento de folha, LF- largura de folha, LB- largura de bainha, CF- comprimento de folha, H- hábito de crescimento, MS- matéria seca, CE- comprimento do eixo floral, CR- comprimento de racemo e NR- número de racemos por inflorescência.

Observa-se na análise dos componentes principais, presente na Tabela 10, que o autovalor ( $\lambda_j$ ) dos componentes variou de 0 a 4,47 e a importância alternou entre 0,09% e 40,71%. Os cinco primeiros componentes foram os que apresentaram a maior variância acumulada (91,74%), determinando, dessa forma, os componentes de maior importância. Dentre desses cinco componentes principais, os caracteres que mais influenciaram foram comprimento de racemos, pilosidade, largura da folha, hábito de crescimento e largura da folha novamente. Já nos componentes de menor importância, a largura da bainha, quantidade de racemos por inflorescência, altura da planta, comprimento do eixo floral, pilosidade e comprimento do racemo foram as características de menor influência e, através do estudo, sugere-se o descarte das características avaliadas por não terem influência significativa na diferenciação dos ecótipos.



Tabela 10 - Componentes principais (PC), estimativas das variâncias (autovalor  $\lambda_j$ ), porcentagem da variância explicada pelos componentes (importância %) e variância acumulada (%) dos 16 acessos de *Paspalum notatum* Flüggé, onde CR- comprimento de racemo, P-pilosidade, LF- largura de folha, H- hábito de crescimento, LB- largura de bainha, NR- número de racemos por inflorescência, A- altura de planta, CE- comprimento do eixo floral, P- pilosidade.

PC	$\lambda_j$	Importância (%)	% Acumulada	Destaque	Recomendação*
PC1	4,47	40,71	40,71	CR	
PC2	2,06	18,80	59,51	P	
PC3	1,43	13,06	72,57	LF	
PC4	1,36	12,38	84,95	H	
PC5	0,74	6,79	91,74	LF	
PC6	0,44	4,05	95,79	LB	Descarte
PC7	0,19	1,79	97,58	NR	Descarte
PC8	0,12	1,10	98,68	A	Descarte
PC9	0,08	0,80	99,48	CE	Descarte
PC10	0,04	0,43	99,91	P	Descarte
PC11	0,00	0,09	100	CR	Descarte

\*De acordo com o critério de Jolliffe (1972).

Ao caracterizar fenotipicamente 90 cultivares de soja, Nogueira (2011) verificou 82,98% da variação total em três componentes principais. Esse mesmo autor observou que a dispersão advinda dos componentes principais permitiu complementar a interpretação da variabilidade dos genótipos em comparação aos métodos de agrupamento UPGMA e Tocher. Villela (2013) também afirmou que os resultados obtidos pelo método dos componentes principais reforçam os resultados obtidos pelos outros dois métodos anteriormente citados.

Porém, ao comparar o método dos componentes principais com a contribuição relativa dos caracteres, algumas divergências foram encontradas. Na Figura 6, a maior contribuição relativa dos caracteres foi determinada pela pilosidade e seguido pela altura da planta, largura de folha, largura de bainha, comprimento de folha e comprimento de bainha hábito de crescimento e matéria seca. Já Tabela 10, através do método dos componentes principais, foi sugerido o descarte da largura de bainha número de racemos, altura de folha, comprimento do eixo floral, pilosidade e comprimento de racemo.

Desse modo, as características que mais influenciaram na diferenciação dos grupos em comum aos dois métodos foram largura de folha e hábito de crescimento, enquanto que a que menos influenciou em comum aos dois métodos foi número de racemos por inflorescência.

### **3. CAPÍTULO III: CARACTERIZAÇÃO ATRAVÉS DOS COMPONENTES DE RENDIMENTO, DA PRODUÇÃO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Paspalum leptum***

#### **3.1. Metodologia**

##### **3.1.1. Localização do experimento**

O local de realização do estudo foi na Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no departamento Agrometeorologia e Plantas Forrageiras durante o verão de 2020/2021. O experimento foi conduzido em casa da vegetação, com sistema de irrigação por aspersão e fotoperíodo controlado fornecendo 16 horas de luz.

##### **3.1.2. Material vegetal utilizado nas avaliações**

O material utilizado é o mesmo oriundo das coletas realizadas no experimento de caracterização morfológica (16 ecótipos de *Paspalum leptum* coletados em diferentes regiões do estado). As mudas foram geradas através das sementes coletadas dos ecótipos selecionados, e foram transplantadas para vasos de dois litros preenchidos com substrato composto por Turfa de *Sphagnum*, vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola e fertilizante NPK (Figura 7). Após o estabelecimento das mudas foi realizado um corte de padronização devido à diversidade de estágios fenológicos entre as plantas.



Figura 7 – Local de condução do experimento de caracterização através dos componentes de rendimento e qualidade fisiológica de sementes de *Paspalum lepton* na Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre (2021).

### **3.1.3. Modo de condução do experimento**

Os 16 ecótipos foram analisados em esquema unifatorial em delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições.

Ao início da emissão de perfilhos reprodutivos foram realizadas contagens semanais de inflorescências emitidas e, após a antese, uma inflorescência por vaso foi ensacada com sacos de tule (Figura 8), afim de avaliar a debulha dos ecótipos.



Figura 8 - Modo de condução do experimento para avaliar debulha em sementes de 16 ecótipos *Paspalum lepton* na Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul em Porto Alegre (2021).

Após a maturação das sementes, os sacos com as inflorescências foram retirados da haste e seguiram para a avaliação dos atributos detalhados no Quadro 2.

Quadro 2 - Características relacionadas à debulha nos 16 ecótipos de *Paspalum lepton* e descrição da metodologia.

Característica	Unidade de medida	Metodologia de avaliação
Número de sementes caídas	nº	Contagem do número de sementes que ficaram retidas nos sacos;
Número sementes presas	nº	Contagem do número de sementes que ficaram presas à espiguetas;
Peso sementes caídas	g	Pesagem em balança de precisão das sementes que ficaram retidas nos sacos;
Peso de sementes presas	g	Pesagem em balança de precisão das sementes que ficaram presas à espiguetas.

Paralelamente à avaliação, foram determinados os componentes de rendimento de sementes. Para isso, duas inflorescências foram avaliadas por vaso, como descrito no Quadro 3.

Quadro 3 - Características relacionadas aos componentes de rendimento de sementes dos 16 ecótipos de *Paspalum leptum* e descrição da metodologia.

Característica	Unidade de medida	Metodologia de avaliação
Número de racemos por inflorescência	nº	Contagem dos racemos em cada inflorescência;
Comprimento do eixo floral	cm	Avaliada a partir do último nó do eixo floral até o ápice;
Número de sementes por racemo	nº	Contagem do número de sementes fixadas nos racemos;
Comprimento de racemo	cm	Medição da base do racemo até o ápice;
Peso das sementes	g	Pesagem em balança de precisão.
Perfilhos totais	nº	Contagem direta do número de perfilhos totais por vaso;
Perfilhos vegetativos	nº	Contagem direta do número de perfilhos em estágio vegetativo por vaso;
Perfilhos reprodutivos	nº	Contagem direta do número de perfilhos em estágio reprodutivo por vaso.

A partir dos dados obtidos nas duas avaliações, foram feitas médias para formar uma repetição por vaso. Todas as sementes colhidas de cada vaso, foram pesadas. Após, foi determinada a pureza através de adaptação das prescrições contidas nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009) e os resultados foram expressos em porcentagem. A adaptação foi necessária porque a amostra de trabalho não era suficiente e, além disso, a colheita foi feita de forma manual e controlada, excluindo assim a presença de sementes de outras plantas. Dessa forma, para separar as sementes puras foi utilizado um soprador de sementes modelo South Dakota regulado na abertura quatro graus durante um minuto. As sementes de maior velocidade terminal (sementes cheias) permanecem depositadas na parte inferior da coluna, e as espiguetas vazias ou com sementes malformadas são alocadas na parte superior. Dessa forma, efetuou-se a pesagem das sementes aparentes e puras. Todos os outros testes foram retirados da amostra de sementes puras.

Para a mensuração do peso de mil sementes utilizaram-se oito subamostras de 100 sementes oriundas das porções de sementes limpas de cada amostra. Essas sementes foram separadas e contadas manualmente e, após, tiveram sua massa aferida em balança analítica.

A qualidade das sementes dos ecótipos de *Paspalum leptum* foi determinada no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agrometeorologia e Plantas forrageiras da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, através do teste de germinação. Antes da instalação do experimento utilizou-se Maxim® XL, fungicida

utilizado no tratamento de sementes, aplicado em dose única nas mesmas para evitar a proliferação de microrganismos prejudiciais à germinação. A dosagem utilizada foi 300 ml pc.100 kg<sup>-1</sup> de sementes diluído em um volume de calda de 500 ml de água para 100 kg de sementes.

O teste de germinação foi feito com quatro repetições contendo 50 sementes alocadas em caixas do tipo gerbox, forradas com duas folhas papel mata-borrão umedecidas com 2,5 vezes o peso do papel com solução de KNO<sub>3</sub>. As caixas foram depositadas em câmaras do tipo B.O.D com fotoperíodo programado de 16 horas de luz e 8 horas no escuro e a temperatura foi regulada em 35°C, sendo essa metodologia adaptada de Brasil (2009) visto que até o presente momento não existe referência para *Paspalum lepton*. A primeira contagem de germinação foi realizada aos sete dias, onde contabilizou-se o número de plântulas normais, e aos 28 dias realizou-se a última contagem, onde foram determinados o número de plântulas normais, plântulas anormais, sementes duras e sementes mortas que, posteriormente, foram transformados em porcentagem.

Para determinação da viabilidade das sementes realizou-se o teste de tetrazólio de acordo com metodologia adaptada por Dias, L. W. (metodologia adaptada da RAS não publicada). Desse modo, as sementes que não germinaram no teste de germinação foram pré-condicionadas em caixas do tipo gerbox sobre uma tela suspensa. Ao fundo da caixa adicionou-se 40mL de água. As sementes permaneceram nessa condição durante 24 horas a 20°C. Após, realizou-se o pré-umedecimento das sementes, as quais foram embaladas em papel germitest umedecido com água destilada utilizando 2,5 vezes o peso do papel seco durante 24 horas a 25°C. Os rolos foram envoltos em saco plástico para evitar a desidratação. Passado esse período, as sementes foram cortadas em sentido longitudinal ao longo do embrião, mantendo o endosperma unido para a avaliação os dois lados da mesma semente. Após o corte, as sementes foram submersas em solução de 2,3,5 – trifênil cloreto de tetrazólio a 0,5% de concentração mantendo-as no escuro e a 30°C durante 24 horas. Para a avaliação, utilizou-se lupa de aumento em 50X, avaliando a coloração dos tecidos do embrião. As duas partes do embrião foram expostas para a avaliação e, quando observado uma coloração rosada uniforme, o embrião foi considerado viável (Figura 9).

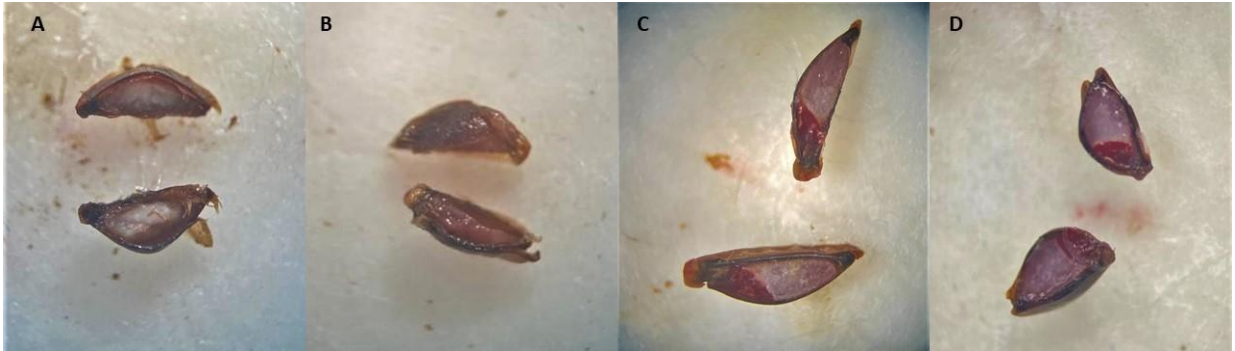


Figura 9 - Visualização de sementes de *Paspalum lepton* submetidas ao teste de tetrazólio no laboratório do Departamento de Agrometeorologia e Forragicultura da UFRGS, em Porto Alegre em 2021. Nas figuras “A” e “B” as sementes estão inviáveis, enquanto que nas figuras “C” e “D” o endosperma apresenta coloração rosa vibrante, indicando presença de respiração, logo são viáveis.

#### 3.1.4. Análise dos dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância para cada local, através do teste F. Posteriormente, realizou-se a análise conjunta e, quando a razão entre o maior e o menor quadrado médio residual não ultrapassou o valor sete (Banzato & Kronka, 2006), procedeu-se os desdobramentos necessários. Além disso, quando necessário foi realizado o agrupamento de médias pelo teste de Scott e Knott (1974). Foram estimados os coeficientes de correlação entre as variáveis, cuja significância foi avaliada pelo teste t de Student, a 1 e 5% de probabilidade.

A estimativa da diversidade genética foi realizada com base em caracteres fenotípicos obtidos, gerando a distância de Gower, para dados multicategóricos. Posteriormente, foi empregado dois métodos de agrupamento, o hierárquico através do UPGMA e o de otimização pelo método de Tocher (Rao, 1952). A discriminação dos caracteres para diversidade genética foi estudada através da metodologia proposta por Singh (1981) e o método de componentes principais utilizando o critério de Jolliffe (1972).

### 3.2. Resultados e discussão

#### 3.2.1. Caracterização pelos componentes de rendimento e qualidade fisiológica de sementes de *Paspalum lepton*

Dentre 16 os ecótipos de *Paspalum lepton* avaliados, seis grupos homogêneos foram criados (Tabela 11). O primeiro grupo foi o que mais reuniu representantes com



62,5% homogêneos pelo método de otimização de Tocher. Os outros representantes alocaram-se em diferentes grupos contendo apenas um ecótipo.

Tabela 11. Composição dos grupos formados pelo método de otimização de Tocher em 16 ecótipos de *Paspalum leptum*, com base na matriz de distância de Gower.

Grupos	Ecótipos
I	L6.16; L7.18; L5.17; L7.12; L6.6; L8.5; L7.22; L2.8; L3.11; L2.14; L5.8
II	L6.14
III	L2.20
IV	L3.21
V	L6.21
VI	L1.8

Na Tabela 12 estão as médias das características descritivas dos grupos de brasilecótipos formados pelo método de otimização de Tocher. A partir disso, pode-se inferir que o grupo IV, onde foi alocado apenas o ecótipo L3.21, foi o que apresentou valores superiores tanto na produtividade de sementes quando na qualidade. Conforme Lopes et & Frank (2011a), é imprescindível avaliar o potencial de rendimento de sementes para materiais nativos, já que é o meio mais fácil, rápido e econômico para se propagar e manter a população de plantas no campo. Souza (2001) também sugeriu que a semente é o meio propagativo mais rápido e barato do que o transplante de mudas, já que as sementes são armazenadas e transportadas com mais facilidade. Deste modo, destacou-se o ecótipo L3.21 sendo o que mais produziu sementes aparentes, com 2,279 g e 1,625 g de sementes puras por vaso.

O número de sementes que se mantiveram presas aos racemos foi maior no grupo IV. Essa característica é desejável em plantas forrageiras propagadas por sementes, uma vez que a debulha indica baixa capacidade de retenção das sementes ligadas à planta (Souza, 2001). Em gramíneas do gênero *Paspalum*, condições climáticas durante a maturação pode ser um fator que influencia na abscisão de sementes e elevadas taxas de debulha resultam em perdas no rendimento e qualidade de sementes, sendo considerada a maior limitação para a produção (Young, 1986). Com isso, ecótipos que apresentam maior retenção de sementes devem ser priorizados no melhoramento. Dessa forma, a retenção de sementes pode ser uma característica controlada pela genética, o que pode ser modificada via melhoramento.



Tabela 12 - Características descritivas dos grupos formados pelo método de Tocher em 16 ecótipos de *Paspalum leptum*, na matriz de distância de Mahalanobis ( $D^2$ ), onde ND- número de sementes debulhadas (unidade), NP- número de sementes presas (unidade), MD- massa de sementes debulhadas (g), MP- massa de sementes presas (g), NR- número racemos por inflorescência (unidade), CE- comprimento do eixo floral (cm), NS- número de sementes por racemo (unidade), CR- comprimento de racemos (cm), MR- massa de sementes por racemo (g), MP- massa de sementes presas ao racemo (g), MSA- massa de sementes aparente (g), MSP- massa de sementes puras (g), PZ- pureza das sementes (%), PMS- peso de mil sementes (g), PT- número de perfilhos totais (unidade), PV- número de perfilhos vegetativos (unidade), PR- número de perfilhos reprodutivos (unidade), VB- viabilidade (%), C1- plântulas normais aos sete dias (%), PA- plântulas anormais aos 28 dias (%), SD- sementes duras aos 28 dias (%), SM- sementes mortas aos 28 dias (%) e G- plântulas normais aos 28 dias (%).

Caractere	Grupos					
	I	II	III	IV	V	VI
ND	16	28	24	12	17	9
NP	40	42	59	80	37	69
MD	0,02	0,05	0,04	0,01	0,02	0,02
MP	0,06	0,04	0,13	0,09	0,05	0,24
NR	3	3	3	3	3	3
CE	26,59	29,32	30,64	29,68	27,22	29,24
NS	14	9	26	29	19	36
CR	2,34	1,69	2,82	2,88	2,45	3,31
MR	0,08	0,02	0,11	0,12	0,06	0,17
MSA	0,27	0,16	0,91	2,27	0,19	1,74
MSP	0,21	0,10	0,57	1,62	0,14	1,21
PZ	75,32	61,37	62,23	71,21	74,48	69,06
PMS	1,54	1,76	2,28	1,82	1,79	2,08
PT	53,40	41,16	36,00	43,16	50,16	58,00
PV	51	40	28	24	48	42
PR	4	2	8	19	3	16
VB	69	71	80	94	66	74
C1	0	1	0	0	0	1
PA	0	0	1	0	2	1
SD	91	93	80	96	70	82
SM	5	5	12	1	8	3
G	5	2	8	4	21	15

Ainda sobre o ecótipo L3.21, apesar da baixa taxa de germinação do material (4%), foi o que apresentou maior viabilidade (94%). Isso pode ser explicado pela alta porcentagem de sementes duras presentes ao final do teste de germinação (96%). Assim como outras gramíneas estivais, o gênero *Paspalum* ainda está nos estágios iniciais da domesticação (Glison et al., 2021). Dentre as características selvagens, o gênero apresenta alta taxa de dormência das sementes (Adkins et al., 2002). McCormick et al. (2009) observou que a dormência das sementes pode ser um fator

limitante para a adoção de gramíneas estivais, especialmente em regiões de clima quente. Desse modo, a presença de muitas sementes duras e alta viabilidade é um indicativo da presença de dormência nem sementes de *P. leptan*. A dormência do gênero está descrita como resultado da pálea e lema muito desenvolvidas (Glison et al., 2021). Sendo assim, a escarificação ou armazenamento a seco por um período são aliados para superar a dormência das sementes (Glison et al., 2015; 2017; Maeda & Pereira, 1997, West & Marousky, 1989).

Apesar da maior produtividade de sementes do grupo IV, observamos que o peso de mil sementes (PMS) é de 1,82 g, perdendo para o grupo VI (2,08 g) e III (2,28 g). Isso quer dizer que as sementes são, de fato, menores, porém, em maior número, já que a massa das sementes puras foi a mais alta. Protctor (1996) afirmou que a competição por nutrientes entre as inflorescências influencia no tamanho das sementes, sendo que a supressão de nutrientes pode ocorrer num período anterior à meiose ainda no saco embrionário. Carvalho et al. (2006), ao avaliar *P. maximum* Jacq., observaram que a translocação dos fotoassimilados do perfilho principal para o mais jovem foi menor (6,5%) do que quando comparado ao perfilho primário para o principal (14%). A partir disso, pode-se pressupor que, devido à quantidade maior de perfilhos reprodutivos (19) que ocorreu no grupo IV, pode ter havido alta competição entre os perfilhos, culminando em menor peso final das sementes.

Formou-se três grupos pelo método UPGMA (Figura 10), pelo ponto de corte estabelecido em 0,34. Apesar da divergência entre eles, o índice de correlação cofenética (0,82) é alto por (Sokal & Rohlf, 1962), o que sugere um ajuste adequado das representações gráficas das distâncias e matriz original.

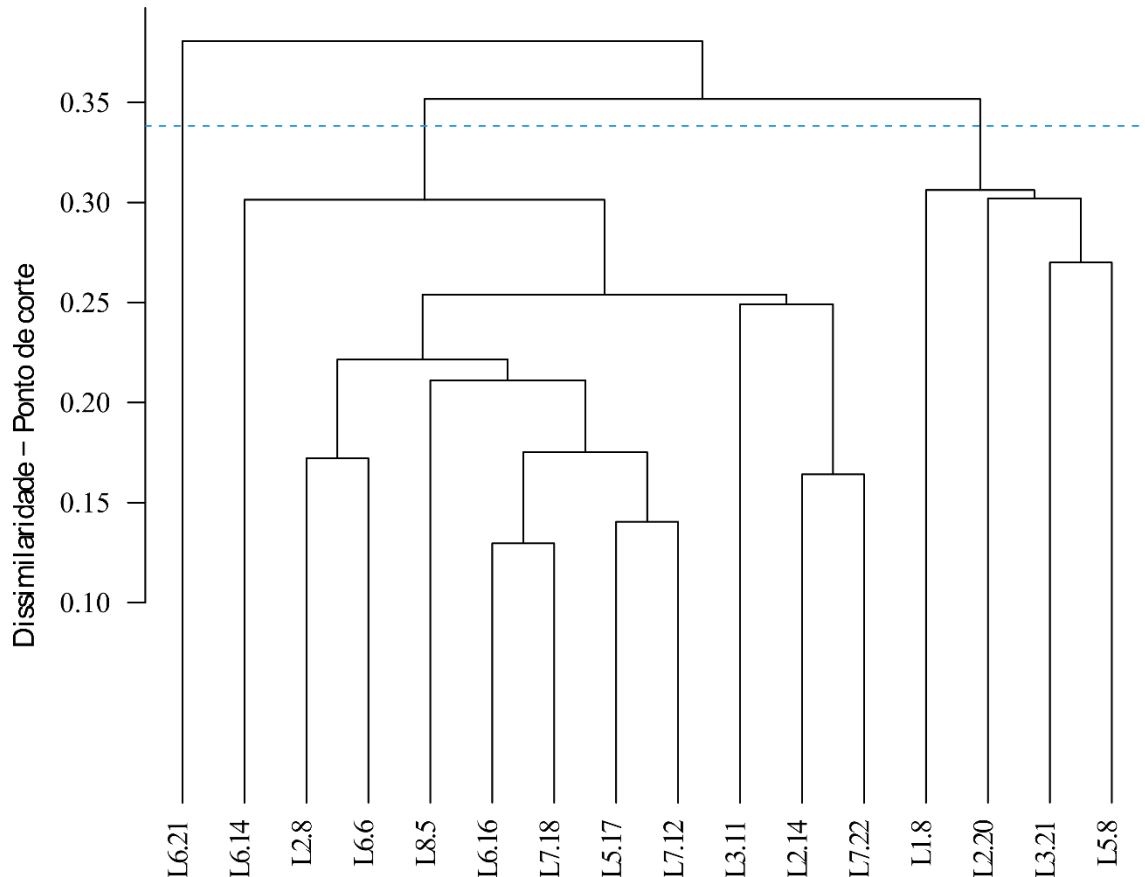


Figura 10 - Dendrograma de dissimilaridade genética entre 16 ecótipos de *P. lepton*, obtido pelo método UPGMA, com base na matriz Gower, considerando 27 caracteres. Índice de correlação cofenética = 0.75.

O primeiro grupo formado a partir do método UPGMA foi formado apenas por um representante (L6.21). O segundo grupo foi extremamente grande, reunindo 11 dos 16 genótipos, o que se considera desvantajoso, pois de acordo com Brito et al. (2021) a formação de conjuntos com muitos genótipos agrupados pode ser um fator que limita a escolha de genitores, principalmente por levar em consideração as proximidades entre ecótipos. Já o terceiro conjunto foi o que mais divergiu entre os métodos, alocando os ecótipos L1.8, L2.20, L3.21 e L5.8 juntos quando, no método de Tocher, os mesmos estavam em grupos separados e sozinhos.

O método de Tocher utiliza um critério global para agrupar os genótipos, o que faz com que acabe dividindo em mais grupos com apenas um representante, já que os agrupamentos são influenciados pela distância dos genótipos que foram agrupados (Vasconcelos et al., 2007). Esses métodos de agrupamento se mostram úteis nos programas de melhoramento por evitar a recombinação genética de indivíduos semelhantes, favorecendo o ganho genético (Oliveira, 2002). Além disso, demonstra

maior tendência em formar grupos maiores e com genótipos isolados em outros grupos (Luz et al., 2016; Amaral Júnior et al., 2017; Peixoto et al., 2020).

A contribuição que cada caractere teve para auxiliar na classificação dos grupos pela diversidade através dos diferentes métodos está apresentada na Figura 11. O componente com maior participação na variabilidade foi o número de racemos por inflorescência, contribuindo com cerca de 11,2% na diferenciação dos conjuntos. Os outros três caracteres que mais contribuíram foram a porcentagem de plântulas anormais (9,45%), o rendimento de sementes aparentes (8,89%) e rendimento de sementes puras (8,7%).

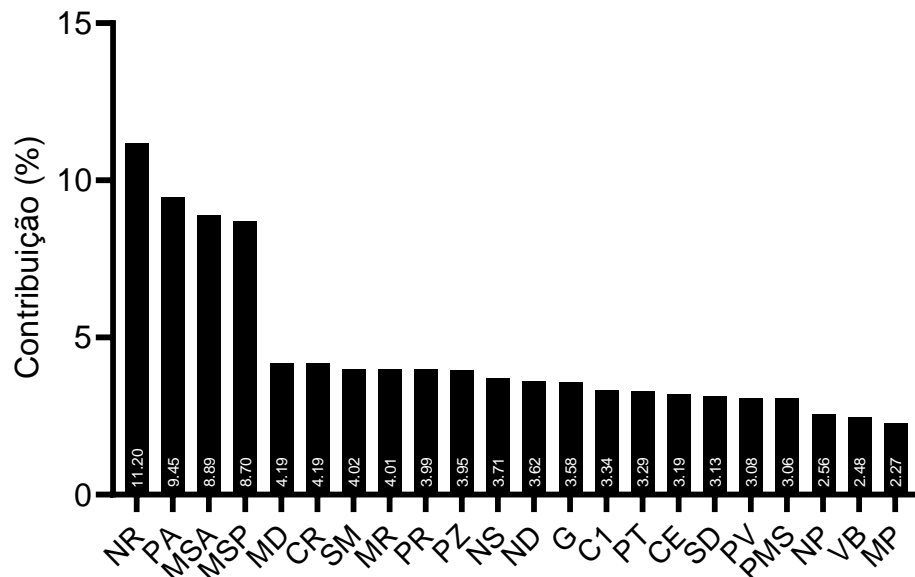


Figura 11 - Contribuição relativa dos caracteres para a dissimilaridade genética de 16 ecótipos de *Paspalum lepton*, onde NR- número de racemos por inflorescência, PA- porcentagem de plântulas anormais, MSA- massa de sementes aparentes, MSP- massa de sementes puras, MD- massa de sementes debulhadas, CR- comprimento de racemo, SM- porcentagem de sementes mortas, MR- massa de sementes por racemo, PR- número de perfilhos reprodutivos, PZ- pureza, NS- número de sementes por racemo, ND- número de sementes debulhadas, G- germinação, C1- primeira contagem de germinação, PT- número de perfilhos totais, CE- comprimento do eixo floral, SD- porcentagem de sementes duras, PV- número de perfilhos vegetativos, PMS- peso de mil sementes, NP- número de sementes presas ao racemo, VB- viabilidade e MP- massa de sementes presas ao racemo.

Na Tabela 13, os autovalores ( $\lambda_j$ ) variaram de 0,02 a 8,16, enquanto a importância de cada caractere variou de 0,48 a 30,25. Nesse método, os 10 primeiros componentes principais foram mais importantes na determinação da variabilidade dos

ecótipos cuja variância acumulada foi de 98,21%. Destes, o número de sementes por racemo, teve uma importância de 30,25% sobre a variabilidade.

Tabela 13 - Componentes principais (PC), estimativas das variâncias (autovalor  $\lambda_j$ ), porcentagem da variância explicada pelos componentes (importância %) e variância acumulada (%) dos ecótipos de *Paspalum lepton*, onde NS- número de sementes por racemo por inflorescência, MSP- massa de sementes puras, PT- número de perfilhos totais, ND- número de sementes debulhadas, PA- porcentagem de plântulas anormais aos 28 dias, VB- viabilidade, PZ- pureza das sementes, SM- porcentagem de sementes mortas aos 28 dias, MP- massa de sementes presas ao racemo, G- porcentagem de plântulas normais aos 28 dias, NR- número racemos por inflorescência, NP- número de sementes presas, PMS- peso de mil sementes.

PC	$\lambda_j$	Importância (%)	% Acumulada	Destaque	Recomendação*
PC1	8,16	30,25	30,25	NS	
PC2	5,29	19,62	49,87	MSP	
PC3	2,81	10,43	60,31	PT	
PC4	2,35	8,72	69,03	ND	
PC5	1,94	7,18	76,22	PA	
PC6	1,79	6,63	82,85	VB	
PC7	1,36	5,06	87,91	PZ	
PC8	0,93	3,46	91,37	SM	
PC9	0,75	2,81	94,19	MP	
PC10	0,72	2,70	96,89	PA	
PC11	0,35	1,32	98,21	G	Descarte
PC12	0,17	0,65	98,87	NR	Descarte
PC13	0,15	0,55	99,43	MSP	Descarte
PC14	0,13	0,48	99,92	NP	Descarte
PC15	0,02	0,75	100	PMS	Descarte

\*De acordo com o critério de Jolliffe (1972).

Em comparação com a contribuição relativa apresentada na Figura 11, a massa de sementes puras teve contribuição de 19,62% nessa e de 8,7% naquela, sendo uma das principais características na contribuição relativa dos caracteres para a dissimilaridade genética.

Através da técnica dos componentes principais pode-se calcular a importância relativa dos caracteres estudados permitindo o descarte de alguns que não tenham tanta influência na determinação das divergências genéticas (Cruz et al., 2012). O critério utilizado foi estabelecido por Jolliffe (1972). Deste modo, foi sugerido o descarte de algumas características que apresentaram menor influência tanto na avaliação dos componentes principais quanto para contribuição relativa, sendo elas: germinação (G), número de sementes presas ao racemo (NP) e peso de mil sementes (PMS).

### **3.2.2. Rendimento e qualidade fisiológica de sementes de *Paspalum lepton***

A análise de variância dos componentes de rendimento de sementes e qualidade de *Paspalum lepton* está descrita na Tabela 15. Houve diferença significativa entre os ecótipos para todas as características dos componentes de rendimento estudadas. A característica que apresentou a menor variação genotípica foi a massa de sementes que sofreram debulha natural (0,00006) e a maior foi o número de sementes presas (296,86). A variância ambiental teve mínimo de 0,00005 e 38,75 para as mesmas características, respectivamente.

As características consideradas, segundo Stansfield (1974) e Rezende (2002) com altas herdabilidades (Tabela 14) foram comprimento do eixo floral (75,35), perfilhos vegetativos (75,71), comprimento de racemos (83,33), número de sementes presas (87,44), pureza (90,12), número de sementes por racemo (90,51), perfilhos reprodutivos (91,73), massa de sementes puras (92,15) e peso de mil sementes (99,82). A herdabilidade é um parâmetro genético útil para auxiliar na tomada de decisão sobre qual melhora estratégia de seleção, já que pode ser feita a predição do ganho de seleção através dela (Fehr, 1987; Ramalho et al., 1993). A partir dessa informação pode-se dizer que as características citadas anteriormente podem auxiliar nos ganhos de seleção no melhoramento genético devido à alta herdabilidade.

Tabela 14 - Análise de variância, onde ND- número de sementes debulhadas (unidade), P- número de sementes presas (unidade), MD- massa de sementes debulhadas (g), MP- massa de sementes presas (g), NR- número racemos por inflorescência (unidade), CE- comprimento do eixo floral (cm), NS- número de sementes por racemo (unidade), CR- comprimento de racemos (cm), MR- massa de sementes por racemo (g), MP- massa de sementes presas ao racemo (g), MSA- massa de sementes aparentes (g), MSP- massa de sementes puras (g), PZ- pureza das sementes (%), PMS- peso de mil sementes (g), PT- número de perfilhos totais (unidade), PV- número de perfilhos vegetativos (unidade), PR- número de perfilhos reprodutivos (unidade).

Fonte de variação	Quadrado médio															
	ND	NP	MD	MP	NR	CE	NS	CR	MR	MSA	MSP	PZ	PMS	PT	PV	PR
Blocos	242,31	668,81	0,001	0,015	0,25	32,74	191,84	1,37	0,016	0,29	0,14	30,43	0,00	87,9	147,54	38,88
Ecótipos	363,08*	1851,71*	0,0007*	0,016*	0,53*	91,93*	372,37*	1,68*	0,012*	2,71*	1,36*	372,15*	0,01*	354,84*	586,71*	162,21*
Resíduo	136,06	232,52	0,0003	0,009	0,27	22,65	35,30	0,28	0,005	0,19	0,10	36,74	0,00	123,37	143,25	13,40
Média	16,40	45,03	0,027	0,076	3,0	27,41	17,22	2,42	0,090	0,51	0,37	72,93	0,16	51,0	46,33	5,38
CVe (%)	71,10	33,86	67,46	123,73	17,53	17,36	34,48	21,79	83,06	85,30	86,96	8,31	3,25	22,55	25,83	67,97
Variância fenotípica	60,51	308,61	0,0001	0,002	0,088	15,32	62,06	0,28	0,002	0,45	0,22	62,02	0,002	59,14	98,28	27,03
Variância ambiental	22,67	38,75	0,00005	0,001	0,046	3,77	5,88	0,046	0,0009	0,03	0,01	6,12	0,00	22,06	23,87	2,23
Variância genotípica	37,83	269,86	0,00006	0,001	0,042	11,54	56,17	0,23	0,001	0,41	0,20	55,90	0,002	37,07	74,41	24,80
h <sup>2</sup>	62,52	87,44	54,02	45,43	48,12	75,35	90,51	83,33	56,17	92,76	92,15	90,12	99,82	62,69	75,71	91,73
CVg (%)	37,49	36,8	29,86	46,09	6,89	12,39	43,50	19,89	38,39	124,73	121,69	10,25	31,75	11,93	18,61	92,47
Razão CVg/CVe	0,52	1,07	0,44	0,37	0,39	0,71	0,95	0,91	0,46	1,46	1,39	1,23	9,75	0,52	0,72	1,36

(<sup>\*</sup>) valores significativos a 0,5%.

(<sup>ns</sup>) não significativo.

Encontram-se na Tabela 15 os agrupamentos de médias pelo teste de Scott & Knott. Os ecótipos que mais sofreram debulha natural foram L3.11, L6.14 e L2.20, mantendo de 23 a 33 sementes por inflorescência ensacada. Ao passo que os ecótipos L3.21 e L1.8 apresentaram menor abscisão de sementes, retendo 79 e 69 sementes, respectivamente. Considerar ecótipos que apresentam alta retenção de sementes nos racemos é interessante para programas de melhoramento genético por aumentar o rendimento de sementes, já que a queda natural diminui a quantidade nos racemos e, conseqüentemente acaba diminuindo o rendimento final de sementes colhidas. As sementes de *Paspalum* apresentam desuniformidade de amadurecimento, desse modo, Burson (1983) afirmou que a colheita de sementes imaturas reduz a qualidade fisiológica final das sementes. Devido à alta herdabilidade apresentada pela característica, pode ser interessante utilizar o ecótipo L3.21 como pai em futuros cruzamentos a fim de aumentar a retenção de sementes das progênies.

O número de sementes por racemo foi maior no L1.8 com 36 sementes, e o segundo que mais se destacou foi L3.21 com 29. Quanto à produção de sementes aparentes, destacaram-se os ecótipos L3.21, L1.8 e L5.8. Esses materiais também foram superiores na massa de sementes puras, com L3.21 produzindo 1,62 g de sementes puras e L1.8 e L5.8 produzindo 1.21 g e 0.97 g, respectivamente. Esses ecótipos também se destacaram na produção de perfilhos reprodutivos por vaso, onde os melhores foram L3.21, com 19 perfilhos reprodutivos e L1.8, com 16 perfilhos reprodutivos por vaso. Um dos componentes de rendimento de sementes mais importante no aumento da produtividade em gramíneas forrageiras é o número de perfilhos reprodutivos por área (Andrade, 1999). Com a maior produção de perfilhos reprodutivos, maior vai ser o rendimento final de sementes (Souza, 2001), deixando clara essa relação no presente estudo.

Apesar de não ser o foco do trabalho, vale ressaltar que muitas das características citadas como número de inflorescências, número de sementes por inflorescência e número de sementes por racemo pode ser



favorecido dependendo das práticas de manejo utilizadas, como através da adubação nitrogenada, o que pode aumentar o rendimento das sementes (Humphreys & Riveros, 1986).

Em relação à qualidade fisiológica das sementes, os resultados da análise de variância estão descritos na Tabela 16. A primeira contagem de germinação (C1) e a porcentagem de plântulas anormais aos 28 dias (PA) não se diferiram significativamente entre ecótipos, e o restante das variáveis avaliadas diferiram entre si. A variância ambiental apresentou um intervalo de 0,11 (PA) a 13,53 (SD), enquanto a genotípica variou de 0 (porcentagem de plântulas normais na primeira contagem) a 477 (VB). A característica que demonstrou maior herdabilidade foi viabilidade (98,31), seguido pela porcentagem de sementes duras (78,24), porcentagem de sementes mortas (75,01) e germinação (71,55).

A alta herdabilidade dessas características pode garantir ganhos genéticos em futuros cruzamentos com a espécie, já que, através da herdabilidade, pode-se prever ganhos genéticos. Priorizar cruzamentos de pais com maior viabilidade e sementes com menos dormência pode ser eficiente por aumentar a taxa de germinação das mesmas. Foram reportados os efeitos da qualidade fisiológica na velocidade e uniformidade de plântulas de trigo, além da emergência total e estabelecimento de plantas (Schuch & Lin, 1982a; Schuch & Lin, 1982b) onde, em experimentos realizados, foi constatado que a redução da qualidade das sementes causou desuniformidade na emergência das plântulas. Desse modo, garantir qualidade fisiológica das sementes é aumentar as chances de ter uma pastagem bem formada.

Tabela 15 - Componentes de médias de rendimento de ecótipos de *Paspalum lepton*, onde ND- número de sementes debulhadas (unidade), NP- número de sementes presas (unidade), MD- massa de sementes debulhadas (g), MP- massa de sementes presas (g), NR- número racemos por inflorescência (unidade), CE- comprimento do eixo floral (cm), NS- número de sementes por racemo (unidade), CR- comprimento de racemos (cm), MR- massa de sementes por racemo (g), MP- massa de sementes presas ao racemo (g), MSA- massa de sementes aparentes (g), MSP- massa de sementes puras (g), PZ- pureza das sementes (%), PMS- peso de mil sementes (g), PT- número de perfilhos totais (unidade), PV- número de perfilhos vegetativos (unidade), PR- número de perfilhos reprodutivos (unidade).

Ecótipos	ND	NP	MD	MP	NR	CE	NS	CR	MR	MSA	MSP	PZ	PMS	PT	PV	PR
L3.11	33,33 a	5,67d	0,04a	0,01 <sup>ns</sup>	3a	27,45a	10d	3,11a	0,03b	0,18c	0,14c	73,18b	1,63f	62,83a	59a	5c
L6.14	28,17 a	14,67c	0,05a	0,04	3a	29,32a	9d	1,69c	0,02b	0,16c	0,10c	61,37d	1,75e	41,17b	40a	2c
L8.5	24,83 a	50,67b	0,02b	0,04	3a	23,88b	15c	2,39b	0,16a	0,14c	0,09c	56,49d	1,49g	64,50a	62a	2c
L2.20	23,67 a	58,67b	0,04a	0,13	3a	30,64a	26b	2,82a	0,11a	0,91c	0,57c	62,24d	2,27a	36,00b	28b	8b
L6.21	17,00 b	36,83c	0,02b	0,05	2b	27,22a	19c	2,45b	0,06b	0,19c	0,14c	74,48b	1,79e	50,17b	48a	3c
L2.14	16,83 b	27,67c	0,03a	0,05	3a	19,44b	8d	1,57c	0,07b	0,08c	0,06c	80,81a	0,24k	52,67a	52a	1c
L2.8	16,83 b	36,67c	0,03a	0,07	3a	34,18a	20c	2,11b	0,10a	0,29c	0,23c	78,43a	2,14b	45,00b	44a	4c
L5.8	16,67 b	39,17c	0,01b	0,06	2b	28,43a	24b	3,24a	0,09a	1,26b	0,97b	77,80a	1,93d	56,67a	47a	9b
L7.22	15,83 b	29,67c	0,02b	0,03	2b	23,49b	11d	2,53b	0,01b	0,11c	0,08c	68,18c	0,95j	55,00a	55a	3c
L6.6	15,00 b	40,50c	0,03b	0,06	3a	32,12a	12d	2,39b	0,13a	0,32c	0,26c	83,13a	2,15b	51,17b	47a	4c
L7.18	12,17 b	57,00b	0,02b	0,07	3a	23,43b	14c	2,07b	0,03b	0,13c	0,10c	81,37a	1,43h	48,67b	46a	3c
L3.21	11,67 b	79,50a	0,01b	0,09	3a	29,68a	29b	2,88a	0,12a	2,27a	1,62a	71,22b	1,82e	43,17b	24b	19a
L1.8	9,00 b	69,17a	0,02b	0,24	2b	29,24a	36a	3,31a	0,17a	1,74b	1,21b	69,07c	2,07c	58,00a	42a	16a
L6.16	8,83 b	50,17b	0,02b	0,09	3a	30,82a	14c	2,33b	0,08b	0,13c	0,10c	81,53a	1,63f	48,50b	47a	2c
L5.17	6,83 b	57,50b	0,01b	0,08	3a	26,12b	16c	2,13b	0,09a	0,23c	0,18c	74,84b	2,14b	55,33a	54a	3c
L7.12	5,83 b	40,00c	0,01b	0,06	3a	23,20b	13d	1,86c	0,09a	0,09c	0,07c	72,78b	1,18i	47,16b	46a	2c
Média	16,40	45,03	0,027	0,076	3,0	27,41	17,22	2,42	0,090	0,51	0,37	72,93	0,16	51,0	46,33	5,38
CV (%)	71,10	33,86	67,46	123,73	17,53	17,36	34,48	21,79	83,06	85,30	86,96	8,31	3,25	22,55	25,83	67,97

\*Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott.

Tabela 16 - Análise de variância, VB- viabilidade, C1- plântulas normais aos 7 dias (%), PA- plântulas anormais aos 28 dias (%), SD- sementes duras aos 28 dias (%), SM- sementes mortas aos 28 dias (%) e G- plântulas normais aos 28 dias (%).

Fonte de variação	Quadrado médio					
	VB	C1	PA	SD	SM	G
Blocos	47,04	0,22	1,16	77,08	5,5	101,34
Ecótipos	1940,86*	0,29 <sup>ns</sup>	0,8 <sup>ns</sup>	248,91*	58,66*	139,71*
Resíduo	32,70	0,31	0,45	54,1	14,65	39,74
Média	71,5	0,09	0,25	88,68	5,25	6,26
CVe (%)	7,99	601,56	269,97	8,29	72,91	100,62
Variância fenotípica	485,21	0,073	0,2	62,22	14,66	34,92
Variância ambiental	8,17	0,079	0,11	13,53	3,66	9,93
Variância genotípica	477,03	0	0,86	48,69	11,0	24,99
h <sup>2</sup>	98,31	0	43,05	78,24	75,01	71,55
CVg (%)	30,54	0	117,37	7,86	63,18	79,78
Razão CVg/CVe	3,81	0	0,43	0,94	0,86	0,79

(\*) valores significativos a 5%.

(<sup>ns</sup>) não significativo.

A Tabela 17 é referente à qualidade fisiológica das sementes de *Paspalum lepton* colhidas no experimento. Todos os ecótipos tiveram germinação nula ou baixíssima durante esse período. Na contagem final da germinação, aos 28 dias, não houve diferença significativa entre os ecótipos para a porcentagem de plântulas anormais, mas a porcentagem de sementes duras e mortas foram distintas entre os genótipos. A porcentagem de sementes duras se manteve muito alta, variando de 70% (L6.21) a 100% (L2.14), e a quantidade de sementes mortas alternaram entre 0% (L7.22 e L2.14) e 12% (L6.18 e L2.20).

Tabela 17 – Agrupamento de média, VB- viabilidade (%), C1- plântulas normais aos 7 dias (%), PA- plântulas anormais aos 28 dias (%), SM- sementes mortas aos 28 dias (%) e G- plântulas normais aos 28 dias (%).

Ecótipos	VB	C1	PA	SD	SM	G
L3.21	94a	0 <sup>ns</sup>	0 <sup>ns</sup>	95a	1b	3b
L5.17	91a	0	0	90a	7a	3b
L5.8	88a	0	0	90a	8a	1b
L2.8	88a	0	1	89a	4b	5b
L6.16	83,25b	0	0	82b	12a	5b
L6.6	81,5b	0	0	82b	4b	14a
L2.20	79,75b	0	0	80b	12a	7b
L8.5	75,5c	0	0	90a	6a	4b
L1.8	74c	0	0	81b	3b	15a
L6.14	70,5c	1	0	93a	5b	2b
L3.11	68c	0	0	92a	3b	10a
L7.12	67,5c	0	0	96a	1b	2b
L6.21	66,25c	0	2	70b	7a	21a
L7.18	60d	0	0	87a	9a	3b
L7.22	56,75d	0	0	98a	0b	1b
L2.14	0e	0	0	100a	0b	0b
Média	71,5	0,09	0,25	88,68	5,25	6,26
CV (%)	7,99	601,56	269,97	8,29	72,91	100,62

\*Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott.

A viabilidade foi mais alta nos ecótipos L3.21 (94%), L5.17 (91%), L5.8 (88%) e L2.8 (88%), onde todos tiveram taxas de germinação mais baixas.

Sendo assim, a porcentagem de germinação é baixa, mas ao observar a viabilidade avaliada através do teste de tetrazólio, os ecótipos L3.21, L5.17, L5.8 e L2.8 foram os que apresentaram mais sementes viáveis. Maeda e Pereira (1997) destacaram a alta incidência de dormência presente em sementes de *Paspalum notatum*. A dormência é caracterizada como a incapacidade de germinação da semente mesmo com todas as condições ideais de ambiente (Brasil, 2009). De acordo com Beck (2012), o fenômeno é um dos principais fatores que diminui a capacidade de germinação das sementes de forrageiras cultivadas. Essa dormência geralmente é estrutural, devido à impermeabilidade do pericarpo às trocas de gases com o ambiente, impedindo que a semente absorva água suficiente para a germinação (Andrade e Vaughan, 1980). Sendo assim, conclui-se que as sementes não germinadas e viáveis podem estar dormentes, sendo necessário a superação a fim de obter maiores taxas de germinação. Ainda não há recomendação para escarificação de sementes de *Paspalum lepton*, porém, para *Paspalum notatum*, a regra para superação de dormência é escarificar com  $S_2O_4$  e, após, semear em substrato umedecido com  $KNO_3$  (Brasil, 2009).

Na Tabela 18 está descrita as correlações entres os caracteres estudados para o rendimento e qualidade fisiológica de sementes. Observa-se algumas correlações significativas entre as características avaliadas. Há correlação entre duas ou mais variáveis no estudo quando uma sofre alterações, levando a modificações em outras. Essas correlações podem ser positivas, quando o aumento em uma variável culmina no aumento da outra, ou negativa, quando o aumento em uma acaba diminuindo a outra (Carvalho et al., 2004). Ainda pode ocorrer ausência de correlação, quando não existe nenhuma associação entre as variáveis. Carvalho et al. (2004) classificaram as magnitudes das correlações em nula ( $r=0$ ), fraca ( $r= 0$  a  $0,30$ ), média ( $0,30$  a  $0,60$ ), forte ( $r=0,60$  a  $0,90$ ), fortíssima ( $r= 0,90$  a  $0,99$ ) e perfeita ( $r=1$ ).

Desse modo, 11 das correlações significativas podem ser consideradas fracas, 41 médias, 10 fortes e uma perfeita. Dentre essas correlações, a massa de sementes aparente e a massa de sementes puras se correlacionaram positivamente com o número de perfilhos reprodutivos por vaso, sendo  $r=0,87$  e  $r=0,88$ , respectivamente. Com isso, pode-se afirmar que quanto maior o número de perfilhos reprodutivos por área, maior produção de sementes. Esse resultado corrobora com a afirmação feita por Andrade (1999), que diz que um dos componentes mais importantes para a determinação da produção de sementes forrageiras é o número de perfilhos reprodutivos. Quanto mais perfilhos reprodutivos forem emitidos, maior o número de inflorescências e, conseqüentemente, maior a produção final de sementes (Souza, 2001).

Humphreys e Riveros (1986) afirmam que a produção final de sementes é dependente do produto entre três componentes de rendimento, sendo eles o número de perfilhos reprodutivo por área (componentes de maior peso no rendimento), número de sementes por inflorescência e peso de mil sementes. Porém, segundo Souza (2001), a quantidade de perfilhos reprodutivos é uma característica que pode ser manejada a fim de favorecer ou não seu aumento, por exemplo, através época, número e altura de cortes, assim como época e quantidade de adubação nitrogenada.

Além disso, formou-se uma correlação perfeita positiva entre massa bruta de sementes colhidas e massa de sementes puras. A existência dessa correlação se deve ao fato de que, quanto mais sementes produzidas e colhidas, maior será a quantidade final de sementes limpas.

Outras correlações fortes que foram formadas é entre perfilhos totais (PT) e perfilhos vegetativos (PV) ( $r=0,89$ ), entre peso de mil sementes e viabilidade ( $r=0,84$ ) e entre sementes duras (SD) e germinação aos 28 dias (G), onde visualiza-se uma correlação forte negativa ( $r=-0,80$ ).

Tabela 18 - Correlações, onde ND- número de sementes debulhadas, NP- número de sementes presas, MD- massa de sementes debulhadas, MP- massa de sementes presas, NR- número racemos por inflorescência, CE- comprimento do eixo floral, NS- número de sementes por racemo, CR- comprimento de racemos, MR- massa de sementes por racemo, MP- massa de sementes presas ao racemo, MSA- massa sementes aparentes, MSP- massa de sementes puras, PZ- pureza das sementes, PMS- peso de mil sementes, PT- número de perfilhos totais, PV- número de perfilhos vegetativos, PR- número de perfilhos reprodutivos, VB- viabilidade, C1- porcentagem de plântulas normais aos sete dias, PA- porcentagem de plântulas anormais aos 28 dias, SD- porcentagem de sementes duras aos 28 dias, SM- porcentagem de sementes mortas aos 28 dias e G- porcentagem de plântulas normais aos 28 dias.

	ND	NP	MD	MP	NR	CE	NS	CR	MR	MSA	MSP	PZ	PMS	PT	PV	PR	VB	C1	PA	SD	SM	
ND	1																					
NP	-0,21*	1																				
MD	0,83**	-0,13	1																			
MP	-0,19	0,37*	-0,12	1																		
NR	0,09	0,13	0,13	-0,07	1																	
CE	0,16	0,15	0,21*	0,08	0,31**	1																
NS	-0,10	0,59*	-0,12	0,37**	-0,14	0,36**	1															
CR	0,18	0,26*	0,01	0,26*	-0,08	0,35**	0,67**	1														
MR	-0,02	0,19	-0,06	0,05	-0,01	0,17	0,45**	0,37**	1													
MB	-0,04	0,45*	-0,09	0,29**	-0,11	0,15	0,63**	0,51**	0,33**	1												
MPV	-0,04	0,44*	-0,10	0,22*	-0,10	0,17	0,62**	0,51**	0,35**	1,00**	1											
PZ	-0,29**	-0,10	-0,11	-0,19	0,08	0,13	-0,03	-0,06	0,06	-0,06	-0,01	1										
PMS	0,01	0,30*	-0,02	0,19	0,02	0,54**	0,43**	0,33**	0,20	0,33**	0,32**	-	1									
PT	0,09	-0,08	0,01	-0,08	-0,07	-0,12	-0,07	0,21*	0,04	-0,09	-0,07	0,00	-0,13	1								
PV	0,09	-	0,03	-0,14	-0,02	-0,19	-0,35**	-0,06	-0,17	-0,47**	-0,46**	0,01	-0,26**	0,89**	1							
PR	-0,07	0,40*	-0,10	0,14	-0,09	0,17	0,62**	0,52**	0,41**	0,87**	0,88**	0,01	0,31**	-0,03	-0,46**	1						

VB	-0,06	0,35*	-0,20	0,00	-0,07	0,36**	0,40**	0,26*	0,13	0,35**	0,36**	-	0,84**	-0,03	-0,19	0,35**	1						
C1	0,11	0,07	0,15	0,37**	0,12	0,02	0,03	0,02	-0,06	0,08	0,04	-	0,07	-0,11	-0,07	-0,02	-0,03	1					
PA	-0,20	0,00	-0,10	0,32**	-0,15	0,07	0,04	-0,05	-0,08	-0,03	-0,05	0,08	0,18	-0,05	0,00	-0,08	0,03	0,09	1				
SD	0,02	-0,11	0,04	-0,19	0,03	-0,23	-0,23	-0,17	-0,10	-0,03	-0,02	-	-0,45**	0,08	0,09	0,02	-0,25**	-	-0,51**	1			
SM	0,04	0,07	-0,01	-0,01	0,01	0,06	0,08	-0,06	-0,20	-0,07	-0,07	-	0,36**	-0,24	-0,15	-0,17	0,31**	0,00	0,10	-0,56**	1		
G	-0,06	0,01	-0,06	0,17	-0,02	0,22	0,20	0,30*	0,22	0,05	0,05	0,10	0,33**	0,13	0,06	0,07	0,11	0,01	0,46**	-0,80**	0,03		

A correlação entre a massa de mil sementes e a viabilidade ( $r=0,84$ ) também chama atenção. A qualidade fisiológica de sementes é importante por refletir num aumento de produtividade, melhorando o desempenho inicial das plântulas e, conseqüentemente, o crescimento e desenvolvimento da cultura (Pádua et al., 2010; Szarecki et al., 2018). Esse atributo das sementes é determinado no período da formação, fazendo com que, além disso, o acúmulo de reservas também esteja correlacionado com a intensidade fotossintética e com o fluxo de assimilados direcionados aos órgãos reprodutivos da planta (Maia, 2007).

Já a correlação negativa existente entre a porcentagem de sementes germinadas e a porcentagem sementes duras pode ocorrer devido à dormência, muito presente em espécies de gramíneas tropicais (Beck, 2012). A dormência acaba impedindo, mesmo com todas as necessidades ambientais satisfeitas, a germinação, sendo assim, quanto maior a taxa de sementes duras, maior a porcentagem de sementes não germinadas.

Outra correlação forte formada foi entre a massa de sementes colhidas bruta e de sementes puras viáveis com o número de sementes por racemo ( $r=0,62$  e  $r=0,63$ , respectivamente).

A correlação pode ser uma ferramenta importante no melhoramento, já que podem ser feitas seleções simultâneas dos caracteres, ou ainda quando uma característica sugere baixa herdabilidade, dificultando a identificação e resposta para se obter ganho genético (Santos & Vencovsky, 1986). De acordo com Falconer e MaCkay (1996), é possível obter progressos mais rápidos quando é selecionado um caractere altamente herdável, fácil mensuração e identificação, e que ainda tenha evidência de ser altamente correlacionado, facilita o processo quando comparado ao uso da seleção direta.



#### 4. Conclusão

Através desse estudo de divergência genética, conclui-se que os 16 ecótipos de *Paspalum lepton* e *Paspalum notatum* apresentam diferenças com base em caracteres morfológicos, formando grupos heterogêneos tanto pelo método de otimização de Tocher como pelo método hierárquico UPMGA.

Em *P. lepton* observa-se que as características em comum aos dois métodos que são consideradas mais importantes na divergência genética são pilosidade e número de racemos por inflorescência. As que menos influenciam para a divergência são largura da bainha, comprimento de racemo e comprimento de folha, sendo assim, sugere-se o descarte dessas últimas.

Para *P. notatum*, os caracteres que contribuem em ambos os métodos para determinar divergência genética são pilosidade, largura de folha e hábito de crescimento, enquanto a característica com menor importância e passível de descarte é número de racemos por inflorescência.

O estudo da divergência nos 16 ecótipos de *P. lepton*, através dos componentes de rendimento, considera o ecótipo L3.21 superior para as características de rendimento de sementes para número de sementes retidas ao racemo, quantidade de perfilhos reprodutivos, massa de sementes puras, sementes duras e viabilidade.

A partir da contribuição relativa e dos componentes principais dos caracteres estudados, sugere-se o descarte do número de sementes presas ao racemo e peso de mi, sementes, pois pouco influenciam na determinação da divergência genética entre os ecótipos.

O rendimento de sementes tanto aparentes quanto puras do ecótipo L3.21 é superior aos demais. O mesmo também é alocado nas maiores médias em relação ao número de sementes presas ao racemo, menor número de sementes que sofreram debulha natural, maior número de perfilhos reprodutivos e, apesar de apresentar baixa taxa de germinação, tem maior percentual de viabilidade.

Desse modo, o genótipo L3.21 é superior aos demais em termos de produtividade e qualidade de sementes. Sendo assim, esse ecótipo mostra-se promissor, podendo ser utilizado como progenitor em futuros cruzamentos, visando maior rendimento e qualidade de sementes.

## 5. REFERÊNCIAS

- ACUNÃ, C. A. *et al.* Reproductive characterization of bahiagrass germplasm. **Crops Science**, Madison, v. 47, p. 1711-1717, 2007.
- ACUNÃ, C. A. *et al.* Bahiagrass tetraploid germplasm: reproductive and agronomic characterization of segregating progeny. **Crop Science**, Madison, v. 49, p. 581-588, 2009.
- ADAMOWSKI, E. D. V. *et al.* Chromosome numbers and meiotic behavior of some *Paspalum* accessions. **Genetic and Molecular Biology**, Ribeirao Preto, v. 28, n. 4, p. 773-780, 2005.
- ADJET, M.; MISLEVY, P.; CHASON, W. Seed yield of bahiagrass sorin response to sward management by phenology. **Agronomy Journal**, Stanford, v. 82, n. 1, p. 599-603, 1992.
- ADKINS, S. W.; BELLAIRS, S. M.; LOCH, D. S. Seed dormancy mechanisms in warm season grass species. **Euphytica**, Netherlands, v. 126, n. 1, p. 13-20, 2002.
- ALISCIONI, S. S. Contribución a la filogenia del género *Paspalum* (POACEAE: PANICOIDEAE: PANICEAE). **Annals of the Missouri Botanical Garden**, United States, v. 89, n. 4, p. 504-523, 2002.
- ALMEIDA, R. D.; PELUZIO, J. M.; EFFÉRI, F. S. Divergência genética entre cultivares de soja, sob condições de várzea irrigada, no sul do Estado Tocantins. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 108-105, 2011.
- AMARAL JÚNIOR, A. T. *et al.* Prospecting of tomato hybrids for table and industry via mixed modeling and multivariate analysis. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 20-25, 2017.
- ANDRADE, R. V.; VAUGHAN, C. C. Avaliação de sementes firmes de Pensacola Bahia e milheto. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 2, n. 2, p. 57-66, 1980.
- ANDRADE, R. P. **Situação atual e perspectivas da produção e pesquisa em sementes de forrageiras tropicais**. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 1999. 28 p. (Documentos, 11).
- ARBELETCHÉ, P.; LITRE, G.; HERMES, M. Ganaderia familiar y transformaciones territoriales: el impacto del avance de las monoculturas en el Bioma Pampa. **Revista Interdisciplinaria de Estudios Agrarios**, Buenos Aires, n. 36, set. 2012. Disponível em: <[http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/riear/riear\\_v36\\_n1\\_03.pdf](http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/riear/riear_v36_n1_03.pdf)> Acesso em 25 de jan. de 2022.

- ASSIS, G. M. L. *et al.* Seleção de genótipos de amendoim forrageiro para cobertura do solo e produção de biomassa aérea no período de estabelecimento utilizando-se metodologia de modelos mistos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.37, n. 11, p. 1905-1911, 2008.
- AZEVEDO, P. H. *et al.* Divergência genética entre genótipos de soja ausentes de enzimas lipoxigenases. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 51, n. 298, p. 663-670, 2004.
- BAKHUIS, J. Estimating pasture production by use of grass length and sward density. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v. 8, n. 3, p. 211-224, 1960.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 3. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 247 p.
- BARRETO, I. L. **O Gênero *Paspalum* (Gramineae) no Rio Grande do Sul**. 1974. 258 f. Dissertação (Livre-Docência – Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1974.
- BATISTA L. A. R.; GODOY, R. Caracterização preliminar e seleção de germoplasma do gênero *Paspalum* para a produção de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 23-32, 2000.
- BATISTA, L. A. R.; GODOY, R. Capacidade de produção de sementes em acessos do Gênero *Paspalum*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 841-847, 1998.
- BATISTA, L. A. R.; GODOY, R. Variabilidade intraespecífica em *Paspalum notatum* Fluegge. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 43., 1997, Goiânia. **Anais** [...] Ribeirão Preto: SBG, [1997]. 323 p.
- BECK, A. P. A. **Produção de sementes de dois *Ecótipos De Paspalum Notatum* Flügge sob diferentes doses de nitrogênio e regimes de corte**. 2012. 140 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- BENCKE, A. G., CHOMENKO, L.; SANT'ANNA, D. M. O que é o Pampa, In: CHOMENKO, L.; BENCKE, A. G. (ed.). **Nosso Pampa Desconhecido**. Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 2016. p. 16-27.
- BERGAMASCHI, H. *et al.* **Boletins agrometeorológicos da Estação Experimental Agrônômica da UFRGS: Série Histórica 1970-2012**. In: Boletim Agrometeorológico: Estação Experimental Agronomica/UFRGS: Eldorado do Sul. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia da UFRGS, 1970. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013. 1 CD-ROM.
- BERRETA, E. J. Ecophysiology and management response of the subtropical grasslands of Southern South America. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., [2001], São Pedro, SP. **Proceedings** [...]. Piracicaba, SP:

- FEALQ, 2001. p. 939-946. Disponível em: <<https://uknowledge.uky.edu/igc/19/25/4/>>. Acesso em 12 de dez. de 2021.
- BOLDRINI, I. I. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. *In*: PILLAR, V. D, MÜLLER S.C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. (ed.). **Campos Sulinos**: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 63-77.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. **Melhoramento de plantas**. 7. ed. Viçosa: Editora UFV, 2017. v. 1. 543 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009.
- BRITO, O. G. *et al.* Genetic divergence between half-sibling progenies of kale using different multivariate approaches. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 39, p. 178-185, 2021.
- BURLE, M. B.; OLIVEIRA, M. do S. P. **Manual de curadores de germoplasma**. Brasília: EMBRAPA, 2010.
- BURSON, B. L. Apomixis and sexuality in some *Paspalum* species. **Crop Science**, Madison, v. 37, n. 1, p. 1347-1351, 1997.
- BURSON, B. L.; BENNETT, H. W. Cytology, method of reproduction, and fertility of *Brunswickgrass*, *Paspalum nicarae Parodi* 1. **Crop Science**, Madison, v.10, n. 2, p. 184-187, 1970.
- BURSON, B. L.; CORREA, J.; POTTS, H. C. Anatomical basis for seed shattering in kleingrass and guineagrass. **Crop Science**, Madison, v. 23, p. 747-751, 1983.
- BURTON, G. W. Breeding Pensacola Bahiagrass, *Paspalum notatum*: I. Method of reproduction 1. **Agronomy Journal**, United States, v. 47, n. 7, p. 311-314, 1955.
- BURTON, G. W. The method of reproduction of common bahiagrass, *Paspalum notatum*. **Journal American Society of Agronomic**, Madison, v. 40, p. 443-452, 1948.
- BURTON, G. W. Conventional breeding of dallisgrass, *Paspalum dilatatum Poir.* **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 6, p. 491-494, 1962.
- BURTON, G. W. Dallisgrass seed sources. **Journal American Society of Agronomy**, Madison, v. 37, n. 2, p. 458-468, 1945.
- BURTON, G. W. *et al.* Pleiotropic effects of the tr trichomeless gene in pearl millet on transpiration, forage quality and pest resistance. **Crop Science**, Madison, v. 17, p. 613-616, 1977.

CAMPBELL, N. A. **Biology**. 4th ed. Menlo Park: The Benjamin/Cummings Publishing Company, 1996.

CÂNDIDO, L. S. *et al.* Seleção de progênies de meios-irmãos do composto Isanão VF-1 de milho na safra e safrinha. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, p. 947-953, 2011.

CANTO-DOROW, T. S.; LONGUI-WAGNER, H. M.; VALLS, J. F. M. Revisão taxonômica das espécies de *Paspalum* L. grupo Notata (*Poaceae* – *Paniceae*) do Rio Grande do Sul. **Iheringia**, Porto Alegre, v. 47, n. 1, p. 4-44, 1996.

CARÀMBULA, M. **Produccion de semillas de plantas forrageras**. Montevideo, Uruguay: Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur, 1981. 518 p.

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

CARVALHO P. C. F.; BATELLO C. Access to land, livestock production and ecosystem conservation in the Brazilian Campos biome: the natural grasslands dilemma. **Livestock Science**, Netherlands, v. 120, n. 1, 158-162, 2009.

CARVALHO, D. D.; IRVING, L. J.; CARNEVALLI, R. A. Distribution of current photosynthate in two guinea grass cultivars. **Journal Experimental Botany**, United Kingdom, v. 57, n. 1, p. 2015-2024, 2006.

CARVALHO, F. I. F.; LORENCETTI, C.; BENIN, G. **Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal**. Pelotas: UFPel, 2004.

CHASE, A. New species of *Paspalum* from tropical America. **Journal of Washington Academy of Sciences**, Washington, v. 27, n. 4, p. 143-146, 1937.

CHASE, A. **The North American species of *Paspalum***. [S.l.]: GPO, Contributions from the United States National Herbarium, 1929. v. 28. 310 p.

CIDADE, F.W. *et al.* Genetic variation in polyploid forage grass: assessing the molecular genetic variability in the *Paspalum* genus. **BMC genetics**, London, v. 14, n. 1, p. 1-19, 2013.

COHEN, J. I.; ALCORN, J. B.; POTTER, C. S. Utilization and conservation of genetic resources: International projects for sustainable agriculture. **Economic Botany**, New York, v. 45, n. 2, p. 190-199, 1991.

CRUZ, C. D. Análise multivariada e simulação. *In*: CRUZ, C. D. **Programa Genes: análise multivariada e simulação**. Viçosa: Ed. UVF, 2006. p. 45-137.

CRUZ, C. D.; FERREIRA, F. M.; PESSONI, L. A. **Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética**. 2. ed. Visconde de Rio Branco, MG: Suprema Gráfica Editora, 2020. v. 1. 620 p.

CRUZ, C. D.; FERREIRA, F. M.; PESSONI, L. A. Diversidade genética baseada em informações fenotípicas. *In*: CRUZ, C. D.; FERREIRA, F. M.; PESSONI, L.

A. **Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011. p. 2-28.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2012. 514 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1997. 390 p.

DAHMER, N. *et al.* Cytogenetic data for *Paspalum notatum* Flugge accessions. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 65, n. 4, p. 381-388, 2008.

DALL'AGNOL, M.; STEINER, M. G.; BARÉA, K. Perspectiva de lançamento de cultivares de espécies forrageiras nativas: o gênero *Paspalum*. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, ÊNFASE IMPORTÂNCIA E POTENCIAL PRODUTIVO DA PASTAGEM NATIVA, 2006, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia [da] UFRGS, 2006. p. 149-162.

DALL'AGNOL, M; GOMES, K. E. Avaliação inicial da produção de matéria seca de espécies do gênero *Paspalum*. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE MELHORAMENTO GENÉTICO DE PASPALUM, 1987, Nova Odessa. **Anais [...]** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1987. p. 51-55.

DANN, P. R. A calibration method for estimating pasture yield. **Journal Australian Institute of Agricultural Science**, Australia, v. 32, n. 1, p. 46-49, 1966.

DIAS, L. A. S. Análises multidimensionais. In: ALFENAS, A.C. (ed.). **Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins: fundamentos e aplicações em plantas e microorganismos**. Viçosa: UFV, 1998. p. 401-475.

DINIZ FILHO, J. A. **Métodos filogenéticos comparativos**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. 120 p.

FALCONER, D. S.; MACKAY, J. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. 4. ed. Malaysia: Lonman, 1996. 464 p.

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, 2012.

FEHR, W. R. **Principles of cultivars development**. New York: Macmillan Publishing Company, 1987. 536 p.

FERREIRA JR., J. A. *et al.* Diversidade genética em linhagens avançadas de soja oriundas de cruzamentos biparentais, quádruplos e óctuplos. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 46, n. 2, p. 339-351, 2015.

FORDYCE, J.A.; AGRAWAL, A.A. The role of plant trichomes and caterpillar group size on growth and defence of the pipevine swallowtail *Battus philenor*. **Journal of Animal Ecology**, London, v. 70, n. 6, p. 997-1005, 2001.

GATES, R. N.; BURTON, G. W. Seed yield and seed quality response of Pensacola and improved Bahiagrasses to fertilization. **Agronomy Journal**, Stanford, v. 90, n. 1, p. 607-611, 1998.

GLISON, N. *et al.* Modelling seedling emergence in *Paspalum* species using environmental data from field experiments. **Grass and Forage Science**, United Kingdom, v. 76, n. 3, p. 363-377, 2021.

GLISON, N.; VIEGA, L.; SPERANZA, P. Differential incidence of the lemma on seed germination among different *Paspalum dilatatum* genotypes. **Journal of seed science**, Londrina, v. 39, p. 133-141, 2017.

GLISON, N. *et al.* Variability in germination behaviour of *Paspalum dilatatum* Poir. seeds is genotype dependent. **Grass and Forage Science**, United Kingdom, v. 70, n. 1, p. 144-153, 2015.

GLISON, N. *et al.* Modelling seedling emergence in *Paspalum* species using environmental data from field experiments. **Grass and Forage Science**, United Kingdom, v. 76, n. 3, p. 363-377, 2021.

GRAMINHO, L. A. *et al.* Forage characters of different *Paspalum* species in Rio Grande do Sul: a meta-analysis. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, n. 07, 2017.

HERNÁNDEZ-VILLAREAL, A. E. Caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. **Revista Bio ciencias**, Tepic, v. 2, n. 3, p. 113-118, 2013.

HOPKINSON, J. E. *et al.* Reproductive physiology, seed production and seed quality of *Brachiaria*. In: MILES, L. E.; MAAS, B. L.; VALLE, C. B. **Brachiaria: Biology, Agronomy and Improvement**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIA, 1996. p. 124-140.

HUMPHREYS, L. R. **Tropical pasture seed production, plant production and protection**. Roma: FAO, 1986. 203 p. (Planta Production and Protection Paper, 8).

HUMPHREYS, L. R.; RIVEROS, F. **Tropical pasture seed production, plant production and protection**. Roma, FAO, 1986. 203 p. (Planta Production and Protection Paper, 8).

IPAGRO. **Observações meteorológicas no estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: IPAGRO, 1979. 272 p. (Boletim Técnico, 3).

JOLLIFFE, I. T. Discarding variables in a principal component analysis. I: Artificial data. **Journal of the Royal Statistical Society: Series C** (Applied Statistics), United Kingdom, v. 21, n. 2, p. 160-173, 1972.

KNIGHT, W. E.; BENNETT, H. W. Preliminary report of the effect of photoperiod and temperature on the flowering and growth of several southern grasses 1. **Agronomy Journal**, United States, v. 45, n. 6, p. 268-269, 1953.

LOPES, R. R. **Produção de sementes de espécies do gênero *Paspalum***. 2009. Tese (Doutorado em Zootecnia)– Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, 2009.

LOPES, R. R.; FRANKE, L. B. Correlação e análise do coeficiente de trilha dos componentes de rendimento de sementes de grama-forquilha. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 5, p. 972-977, 2011a.

LOPES, R. R. *et al.* Genetic variability of the components of seed yield in interspecific hybrids of *Paspalum*. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 46, n. 4, p. 296-302, 2017.

LUZ, J. M. Q. *et al.* Desempenho e divergência genética de genótipos de tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 34, p. 483-490, 2016.

MAEDA, J. A; PEREIRA, M. F. Caracterização, Beneficiamento e Germinação de Sementes de *Paspalum notatum* Flügg. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 19, n. 1, p. 100-105, 1997.

MAIA, A. R. **Envelhecimento acelerado e avaliação da qualidade fisiológica de sementes de trigo acondicionadas em diferentes embalagens e armazenadas em ambiente natural em Ibitirama-ES**. 2007. Dissertação (Mestrado Produção Vegetal)- Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2007.

MAPBIOMAS. **Pampa**: evolução anual da cobertura e uso da terra. [S. /], 2020. [Coleção 6 (1985-2020) da série Anual de Mapa de Uso e Cobertura da Terra do Brasil]. Disponível em: < <https://mapbiomas.org/infograficos-1> > Acesso em 24 mar. 2022.

MARTÍNEZ, E. J. *et al.* Inheritance of apospory in bahiagrass, *Paspalum notatum*. **Hereditas**, United Kingdom, v. 135, n. 1, p. 19-25, 2001.

MCCORMICK, L. H. *et al.* Producer-identified constraints to widespread adoption of sown tropical grass pastures on the north-west slopes of New South Wales. **Tropical Grasslands**, Australia, v. 43, p. 263–266, 2009.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Brasília: DelRey, 2000. 40 p.

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

MOTTA, E. A. M. **Avaliação De Caracteres Agronômicos Em Híbridos Interespecíficos Do Gênero *Paspalum***. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, 2014.



- NABINGER, C. *et al.* Servicios ecosistémicos de las praderas naturales: ¿es posible mejorarlos con más productividad? **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, Canada, v. 19, p. 27- 34, 2011.
- NABINGER, C. Produção de sementes forrageiras. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 37, n. 1, p. 41-49, 1984.
- NABINGER, C.; DALL'AGNOL, M. **Guia para reconhecimento de espécies dos campos sulinos**. 2. ed. Brasília: Ibama, 2020. 132 p.
- NABINGER, C.; DALL'AGNOL, M. Principais gramíneas nativas do RS: Características gerais, distribuição e potencial forrageiro. *In*: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 3., 2008, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre, 2008. p. 7-54.
- NABINGER, C. *et al.* Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. *In*: PILLAR, V. P. *et al.* (ed.). **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília/DF: MMA, 2009. p. 175-198.
- NOGUEIRA, A. P. O. **Correlações, análise de trilha e diversidade fenotípica e molecular em soja**. 2011. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento)- Universidade Federal de Viçosa, 2011.
- NOVO, P. E. *et al.* Hybridization and heterosis in the *Plicatula* group of *Paspalum*. **Euphytica**, Netherlands, v. 1, n. 1, p. 198-213, 2017.
- NOVO, P. E. *et al.* Cytogenetic relationships, polyploid origin and taxonomic issues in *Paspalum* species: inter-and intraspecific hybrids between a sexual synthetic autotetraploid and five wild apomictic tetraploid species. **Plant Biology**, Germany, v. 21, n. 2, p. 267-277, 2019.
- NOVO, P. E. *et al.* Interspecific hybrids between *Paspalum plicatulum* and *P. oteroi*: a key tool for forage breeding. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 73, p. 356-362, 2015.
- OLIVEIRA, A. C. B. *et al.* Variabilidade genética em batata-doce com base em marcadores isoenzimáticos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 576-582, dez. 2002.
- ORTIZ, J. P. A.; PESSINO, S. C.; QUARÍN, C. L. Manipulación de la apomixis y su aplicación en la agricultura. *In*: ECHENIQUE, V.; RUBINSTEIN, C.; MROGINSKI, L. **Biología y Mejoramiento Vegetal**. Buenos Aires: INTA. 2004. 448 p.
- ORTIZ, J. P. A. *et al.* Harnessing apomictic reproduction in grasses what we have learned from *Paspalum*. **Annals of Botany**, Oxford, v. 112, p. 767-787, 2013.
- OTERO, J. R. **Informações sobre algumas plantas forrageiras**. 2. ed. rev. amp. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola do Ministério da Agricultura, 1961. (SAI. Série Didática, 11). 334 p.

OVERBECK, G. *et al.* Brazil's neglected biome: the South Brazilian Campos. **Plant Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, Zürich, v. 9, p. 101-116, 2007.

PACHECO, J. F.; BAUER, C. Biogeografia e conservação da avifauna na Mata Atlântica e Campos Sulinos: construção e nível atual do conhecimento. **[Relatório Técnico do Subprojeto "Avaliação e ações prioritárias para conservação dos Biomas Floresta Atlântica e Campos Sulinos"]**. Brasília: PROBIO/PRONABIO/MMA, 2000.

PÁDUA, G. P. *et al.* Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 32, n. 3, p. 9-16, 2010.

PALLARÉS, O. R.; BERRETTA, E. J.; MARASCHIN, G. E. The South American Campos Ecosystem. *In*: SUTTIE, J.; REYNOLDS, S. G.; BATELLO, C. **Grasslands of the world**. Roma: FAO, 2005. p. 171-219.

PEDREIRA, C. G. S.; BROWN, R. H. Physiology, morphology, and growth of individual plants of selected and unselected bahiagrass populations. **Crop Science**, Madison, v. 36, p. 138-142, 1996.

PEIXOTO, J. V. M. *et al.* Genetic divergence in round tomato germplasm: optimization and hierarchical methods. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Brasil, v. 15, n. 4, p. 1-7, 2020.

PEREIRA, E. A. **Melhoramento genético por meio de hibridizações entre espécies de *P. guenoarum*, *P. leptum* e *P. plicatulum***. 2013. Tese (Doutorado em Zootecnia) Área de Concentração Plantas Forrageiras. Zootecnia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

PILLAR, V. P.; VÉLES, E. Extinção dos campos sulinos em unidades de conservação: um fenômeno natural ou um problema ético? **Natureza & Conservação**, Rio de Janeiro, v. 8, p. 84-86, 2010.

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

PIMENTA, K. M. *et al.* *Paspalum giuliettiae* (Poaceae, Panicoideae), a new grass from "Campos Rupestres" of the Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. **Systematic Botany**, United States, v. 38, n. 3, p. 624-630, 2013.

PIZARRO, E. A. Potencial forrajero del género *Paspalum*. **Pastura Tropicales**, [Colômbia], v. 22, n. 1, p. 38-45, 2000.

POZZOBON, M. T.; VALLS, J. F. M. Chromosome number in germplasm accessions of *Paspalum notatum* (Gramineae). **Brazilian Journal of Genetics**, Brasil, v. 20, n. 1, p. 29-34, 1997.

PRATES, E. R. Efeito de nitrogênio e de intervalos de cortes sobre a produção e composição de dois ecótipos de *Paspalum notatum* Flüggé e da cultivar *Pensacola Paspalum notatum* Flüggé var. *saurae* Parodi. **Anuário Técnico do**

**Instituto de Pesquisas Zootécnicas “Francisco Osório”**, Brasil, v. 4, n. 1, p. 267-307, 1977.

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

PROCTOR, P. J. **The natural history of pollination**. 5.ed. London: [s. n.], 1996. 463 p.

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

QUARIN, C. L. The nature of apomixis and its origin in panicoid grasses. **Apomixis Newsletter**, Cidade do México, v. 5, p. 8-15, 1992.

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

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

QUEROL, D. **Recursos genéticos, nosso tesouro esquecido**: abordagem técnica e sócio-econômica. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 206 p.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. **Genética na Agropecuária**. 4. ed. Lavras: UFLA, 2008. 464 p.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMAN, M. J. O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: Editora UFG, 1993. 271 p.

RAO, R. C. **Advanced statistical methods in biometric research**. New York: John Wiley and Sons, 1952. 390 p.

REUSCH, J. D. H. The relationship between reproductive factors and seed set in *Paspalum dilatatum*. **South African Journal of Agricultural Science**, Pretoria, v. 4, p. 513-530, 1961.

REZENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 975 p.

REZENDE, W. S. *et al.* Divergência genética. *In*: MATSUO, E.; CRUZ, C. D.; SEDIYAMA, T. **Aplicações de técnicas biométricas no melhoramento genético da soja**. Londrina: Editora Mecenaz, 2020. 253 p.

RIOS, E. *et al.* Ergot resistant tetraploid bahiagrass and fungicide effects on seed yield and quality. **Plant Health Progress**, United States, v. 16, n. 2, p. 56-62, 2015.

RODRIGUES, J. C. M. *et al.* Identification of differentially expressed cDNA sequences in ovaries of sexual and apomictic plants of *Brachiaria brizantha*. **Plant Molecular Biology**, Netherlands, v. 23, p. 745-757, 2003.

ROHLF, F. J. **NTSYS-pc**: numerical taxonomy and multivariate analysis system, version 2.1. New York: Exeter Software, 2000. 83 p.

ROSSMANN, H. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de uma população de soja avaliada em quatro anos**. 2001. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SANTOS, E. R. *et al.* Divergência entre genótipos de soja cultivados em várzea irrigada. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 6, p. 755-764, 2011.

SARTOR, M. E.; QUARIN, C. L.; ESPINOZA, F. Mode of reproduction of Colchicine-induced tetraploids. **Crop Science**, Madison, v. 49, n. 4, p. 1270-1276, 2009.

SARTOR, M. E. *et al.* Ploidy levels and reproductive behaviour in natural populations of five *Paspalum* species. **Plant Systematics Evolution**, New York, v. 293, p. 31-41, 2011.

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

SCHUCH, L. O. B.; LIN, S. S. Atraso na colheita sobre a emergência no campo e desenvolvimento de plantas de trigo. **Pesquisa Brasileira Agropecuária**, Brasília, v. 17, n. 11, p. 1585-1589, 1982a.

SCHUCH, L. O. B.; LIN, S. S. Atraso na colheita sobre a emergência no campo e desenvolvimento de plantas de trigo. **Pesquisa Brasileira Agropecuária**, Brasília, v. 17, n. 8, p.1166-1170, 1982b.

SCHULTZE-KRAFT, R. Recolección de plantas nativas con potencial forrajero. *In*: SIMPÓSIO SOBRE PLANTAS FORRAGEIRAS, 1., 1979, Campo Grande. **Anais [...]** Brasília: EMBRAPA/CENARGEN/BID, 1980. p. 61-72.

SILVA, F. L. *et al.* Integração de dados quantitativos e multicategóricos na determinação da divergência genética entre acessos de cafeeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 3, p. 224-229, 2013.

SILVA, P. A. K. X. M.; CALLEGARI-JACQUES, S.; BODANESE-ZANETTINI, M. H. Induction and identification of polyploids in *Cattleya intermedia* Lindl (Orchidaceae) by *in vitro* techniques. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, p. 105-111, 2000.

SILVEIRA, V. C. P.; GONZÁLEZ, J. A.; FONSECA, E. L. Land use changes after the period commodities rising price in the Rio Grande do Sul State, Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, 2017.

SIMMONS, A.T.; GURR, G.M. Trichomes of *Lycopersicon* species and their hybrids: effects on pests and natural enemies. **Agricultural and Forest Entomology**, United Kingdom, v. 8, n. 1, p. 1-11, 2006.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetic and Plant Breeding**, India, v. 41, n. 1, p. 237-245, 1981.

SOARES, H. H. P. R. F. Efeito de doses de nitrogênio e intervalos entre cortes sobre a produção de matéria seca e proteína bruta de dois ecótipos de *Paspalum dilatatum* Poir, um ecótipo de *Paspalum notatum* Flüggé e a cultivar Pensacola (*Paspalum notatum* Flüggé var. *Saureae* Parodi). **Anuário Técnico do Instituto de Pesquisas Zootécnicas "Francisco Osório"**, Porto Alegre, v. 4, p. 201-232, 1977.

SOKAL, R. R; ROHLF, F. J. The comparison of dendrograms by objective methods. **Taxon**, United States, p. 33-40, 1962.

SOSTER, M. T. B. **Caracterização morfológica e citogenética de acessos de *Paspalum* coletados no sul do Brasil**. 2009. Tese (Doutorado em Ciências)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

SOUZA, F. H. B. Produção de sementes forrageiras para pastagens tropicais e subtropicais. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. **Forragicultura**. Jaboticabal: UFV, 2013. p. 367-380.

SOUZA, F. H. D. **Produção de sementes de gramíneas forrageiras tropicais**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2001. 43 p.

STANSFIELD, W. D. **Genética**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1974. 958 p.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. L. **Principles and procedures of statistics**. New York: McGraw-Hill, 1980. 418 p.

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

STRECK, E. A.; *et al.* Variabilidade fenotípica de genótipos de arroz irrigado via análise multivariada. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, p. 101-109, 2017.

SZARESKI, V. J. *et al.* Wheat seeds yield in Brazil: Phenotypic and predicted genetic approaches for genotype ranking. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 17, p. 1-13, 2018.

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

VALLS, J. F. M.; POZZOBON, M. T. Variação apresentada pelos principais grupos taxonômicos de *Paspalum* com interesse forrageiro no Brasil. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE MELHORAMENTO GENÉTICO DE *PASPALUM*, [1987], Nova Odessa. **Anais** [...] Nova Odessa: IZ, 1987. p. 3-13.

VASCONCELOS, E. S. *et al.* Método alternativo para análise de agrupamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 10, p. 1421-1428, 2007.

VILLELA, O. T. **Diversidade fenotípica e molecular de cultivares de soja portadoras de gene RR**. 2013. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Universidade Estadual de Paulista, 2013.

VOSS-FELS, K. P.; COOPER, M.; HAYES, B. J. Accelerating crop genetic gains with genomic selection. **Theoretical and Applied Genetics**, Germany, v. 132, n. 3, p. 669-686, 2019.

WEI, J.; *et al.* Antagonism between herbivore-induced plant volatiles and trichomes affects tritrophic interactions. **Plant, Cell & Environment**, United Kingdom, v. 36, n. 2, p. 315-327, 2013.

WEILER, R. L. **Hibridação intraespecífica, determinação de modo de reprodução e duplicação cromossômica de *Paspalum notatum* Flüge**. 102 f. 2013. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, 2013.

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

WEST, S.; MAROUSKY, F. Mechanism of dormancy in Pensacola Bahiagrass. **Crop Science**, Madison, v. 29, p. 787-791, 1989.

WUNDERLIN, R. P. *et al.* **Atlas of Florida Plants**. Tampa: Institute for Systematic Botany. University of South Florida, 2016.

YOUNG, B. A. A source of resistance to seed shattering in kleingrass, *Panicum coloratum* L. **Euphytica**, Netherlands, v. 35, p. 687-694, 1986.

ZULOAGA, F. O. *et al.* O. Systematics of *Paspalum* group Notata (Poaceae-Panicoideae Paniceae). **Systematic Botany Monographs**, Michigan, v. 71, p. 1-75, 2004.

## **6. VITA**

Carolina Zambrano Bonotto, nascida em 24 de setembro de 1994 em Porto Alegre é filha de Cláudia Montalvão Zambrano e Pedro Inacir Bonotto. Estudou no Colégio Vicentino Santa Cecília, na mesma cidade, onde completou o ensino médio. Em 2013 ingressou na Faculdade de Agronomia na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), onde graduou-se Engenheira Agrônoma em 2019. Durante o curso, desenvolveu atividades como bolsista de iniciação científica na mesma universidade. Em 2020 iniciou o curso de Mestrado junto ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia na UFRGS, área de concentração Plantas Forrageiras como bolsista CNPq.