



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

LILIAN PEDROSO MAGGIO

**FENOLOGIA REPRODUTIVA DE ESPÉCIES ESTIVAS DA FAMÍLIA POACEAE
EM PASTAGEM NATIVA DO BIOMA PAMPA, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**São Gabriel
2018**

LILIAN PEDROSO MAGGIO

**FENOLOGIA REPRODUTIVA DE ESPÉCIES ESTIVAS DA FAMÍLIA
POACEAE EM PASTAGEM NATIVA DO BIOMA PAMPA, RIO
GRANDE DO SUL, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto sensu* em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Angelo Alberto Schneider

**São Gabriel
2018**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

M226f Maggio, Lilian
Fenologia reprodutiva de espécies estivais da família
Poaceae em pastagem nativa do bioma Pampa, Rio Grande do Sul,
Brasil. / Lilian Maggio.
53 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Pampa,
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, 2018.
"Orientação: Angelo Alberto Schneider".

1. Ecologia e sistemática. 2. fenologia vegetal. 3.
gramíneas. 4. bioma Pampa. 5. variáveis climáticas . I.
Título.

LILIAN PEDROSO MAGGIO

**FENOLOGIA REPRODUTIVA DE ESPÉCIES ESTIVAS DA FAMÍLIA POACEAE
EM PASTAGEM NATIVA DO BIOMA PAMPA, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Ecologia e Sistemática.

Dissertação defendida e aprovada em: 13 de Abril de 2018
Banca Examinadora:

Prof. Dr. Angelo Alberto Schneider
Orientador
Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas - UNIPAMPA

Prof. Dr. Luis Fernando Paiva de Lima
Instituto Federal Farroupilha – IFFar

Prof. Dr. Jair Putzke
Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas - UNIPAMPA

Aos meus pais: Luiz e Elcinda pelo apoio e dedicação; a minha querida irmã: Deise, pelo incentivo e conselhos; e ao meu amor: Horácio, pelo amor e carinho.

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Luiz e Elcinda, por todo amor, carinho, apoio e dedicação que sempre tiveram comigo durante essa caminhada.

À minha querida irmã Deise, pelo carinho, atenção e incentivo na busca de meus sonhos.

Ao meu amor Horácio, por todo apoio, carinho e compreensão nos momentos ausentes.

Ao meu orientador Professor Dr. Angelo Alberto Schneider, pelo aceite de orientação, paciência e confiança dedicada a mim.

Aos professores das disciplinas do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pampa, pelos grandes ensinamentos.

Ao professor Dr. José Ribeiro, pela atenção, disposição e paciência pelas explicações estatísticas e *software* R.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pelo o apoio financeiro durante o período do mestrado.

À comissão examinadora da dissertação pela disponibilidade.

Aos meus colegas da pós, pela amizade e companheirismo, em especial a Êmila (Êmila Maria) pelos momentos felizes e também de angústia, o qual sempre dividimos.

As queridas amigas Daiana e Rosangela, pela ótima amizade, incentivos, carinho, e pelos chimarrões.

À Deus, por iluminar e guiar meu caminho.

MUITO OBRIGADO!

“Na imensidão do Pampa não importam os caminhos nem como se faz para percorrê-los. O que realmente tem significado é o olhar em busca de um novo espaço... Sonho... E a continuação da visão na qual se perpetuam as vozes da natureza, numa eterna sintonia”.
(Autor desconhecido)

RESUMO GERAL

No Rio Grande do Sul, o bioma Pampa apresenta grandes áreas de vegetação campestre, sendo caracterizada principalmente por gramíneas, uma das principais famílias que compõe os campos deste bioma. Este grupo destaca-se por sua grande importância econômica, incluindo os principais cereais utilizados na alimentação humana e importantes forrageiras para o uso na agropecuária. A fenologia estuda a ocorrência dos eventos biológicos repetitivos e sua relação com o clima. Este estudo é de fundamental importância para a compreensão da ecologia da comunidade vegetal. O presente estudo teve como objetivo descrever os padrões fenológicos reprodutivos de espécies estivais de gramíneas de pastagem nativa do bioma Pampa, no município de São Gabriel, RS, Brasil e a relação das fenofases com as variáveis climáticas, temperatura média e precipitação média. O estudo foi realizado no Centro de Pesquisa Anacreonte Ávila de Araújo – DDPa Forrageiras, e na Universidade Federal do Pampa município de São Gabriel, RS: *Axonopus affinis* Chase, *Calamagrostis viridiflavescens* (Poir.) Steud, *Cynodon dactylon* (L.) Pers, *Eragrostis plana* Nees, *Mnesithea seloana* (Hack) de Koning e Sosef, *Paspalum notatum* Flugge, *Paspalum plicatulum* Michx, *Paspalum urvillei* Steud, *Piptochaetium montevidense* (Spreng.) Parodi e *Schizachyrium microstachyum* (Desv.) Roseng. Para o estudo fenológico foram marcados dez indivíduos de cada espécie, os quais foram acompanhados quinzenalmente durante o período de novembro/2016 a outubro/2017, sendo registrado as seguintes fenofases: floração, frutificação e dispersão. Para análise dos dados foi utilizada estatística circular, para determinar o período de ocorrência de cada fenofase. Além disso, foi realizado o teste de coeficiente de correlação de Spearman (r_s) para avaliar a existência ou não de relação entre as fenofases reprodutivas com a temperatura média e a precipitação média. De modo geral, a floração, a frutificação e a dispersão ocorreram no período de setembro a março, sendo o mês de novembro o período com maior pico de atividade para todas as fenofases analisadas. A variável temperatura média demonstrou correlação significativa com pelo menos uma das fenofases reprodutivas de cada espécie, a única espécie que não apresentou correlação com esta variável foi *Axonopus affinis* Chase. A precipitação média não apresentou correlação com nenhuma das espécies. Portanto, a variável climática temperatura média é um fator condicionante para as fenofases reprodutivas das espécies estudadas.

Palavras-chave: fenofases; herbáceas; áreas campestres; variáveis climáticas

ABSTRACT

In Rio Grande do Sul, the Pampa biome presents large areas of country vegetation, being characterized mainly by grasses, one of the main families that compose the fields of this biome. This group stands out for its great economic importance, including the main cereals used in human food and important forage for use in agriculture. Phenology studies the occurrence of repetitive biological events and their relation to climate. This study is of fundamental importance for understanding the ecology of the plant community. The objective of this study was to describe the reproductive phenological patterns of summer grasses native to the Pampa biome, in the city of São Gabriel, RS, Brazil, and the relation between phenophases and climatic variables, mean temperature and mean precipitation. The study was conducted at the Anacreonte Ávila de Araújo Research Center - DDPA Forrageiras, and at the Federal University of Pampa, São Gabriel municipality: *Axonopus affinis* Chase, *Calamagrostis viridiflavescens* (Poir.) Steud, *Cynodon dactylon* (L.) Pers, *Eragrostis plana* Nees, *Mnesithea selloana* (Hack) of Koning and Sosef, *Paspalum notatum* Flugge, *Paspalum plicatulum* Michx, *Paspalum urvillei* Steud, *Piptochaetium montevidense* (Spreng.) Parodi and *Schizachyrium microstachyum* (Desv.) Roseng. For the phenological study ten individuals of each species were tagged, which were followed biweekly during the period from November/2016 to October/2017, and recorded the following phenophases: flowering, fruiting and dispersion. Circular statistics were used to analyze the data, to determine the period of occurrence of each phenophases. In addition, the Spearman correlation coefficient (r_s) test was performed to evaluate the existence or not of the relationship between reproductive phenophases with mean temperature and mean precipitation. In general, flowering, fruiting and dispersal occurred in the period from September to March, with November being the period with the highest peak of activity for all phenotypes analyzed. The mean temperature variable showed a significant correlation with at least one of the reproductive phenophases of each species, the only species that did not show correlation with this variable was *Axonopus affinis* Chase. Mean precipitation did not correlate with any of the species. Therefore, the climatic variable average temperature is a conditioning factor for the reproductive phenophases of the studied species

Key-words: phenophases; herbaceous; country areas; climatic variables

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Variáveis climáticas: temperatura média e precipitação média para o município de São Gabriel/RS para o período de outubro de 2016 a novembro de 2017.....28
- Figura 2** - Diagrama circular do período reprodutivo: floração, frutificação e dispersão de *Axonopus affinis*, em área de campo nativo do bioma Pampa, São Gabriel, RS. O ângulo médio indica a data média do ano que a reprodução está concentrada e o vetor r varia de 0 a 1 apontando o número de indivíduos ao redor da data média.....30
- Figura 3** - Diagrama circular do período reprodutivo: floração, frutificação e dispersão de *Calamagrostis viridiflavescens*, em área de campo nativo do bioma Pampa, São Gabriel, RS. O ângulo médio indica a data média do ano que a reprodução está concentrada e o vetor r varia de 0 a 1 apontando o número de indivíduos ao redor da data média.....31
- Figura 4** - Diagrama circular do período reprodutivo: floração, frutificação e dispersão de *Cynodon dactylon*, em área de campo nativo do bioma Pampa, São Gabriel, RS. O ângulo médio indica a data média do ano que a reprodução está concentrada e o vetor r varia de 0 a 1 apontando o número de indivíduos ao redor da data média.....32
- Figura 5** - Diagrama circular do período reprodutivo: floração, frutificação e dispersão de *Eragrostis plana*, em área de campo nativo do bioma Pampa, São Gabriel, RS. O ângulo médio indica a data média do ano que a reprodução está concentrada e o vetor r varia de 0 a 1 apontando o número de indivíduos ao redor da data média.....33
- Figura 6** - Diagrama circular do período reprodutivo: floração, frutificação e dispersão de *Mnesithea selloana*, em área de campo nativo do bioma Pampa, São Gabriel, RS. O ângulo médio indica a data média do ano que a reprodução está concentrada e o vetor r varia de 0 a 1 apontando o número de indivíduos ao redor da data média.....34
- Figura 7** - Diagrama circular do período reprodutivo: floração, frutificação e dispersão de *Paspalum notatum*, em área de campo nativo do bioma Pampa, São Gabriel, RS. O ângulo médio indica a data média do ano que a reprodução está concentrada e o vetor r varia de 0 a 1 apontando o número de indivíduos ao redor da data média.....35
- Figura 8** - Diagrama circular do período reprodutivo: floração, frutificação e dispersão de *Paspalum plicatulum*, em área de campo nativo do bioma Pampa, São Gabriel, RS. O ângulo médio indica a data média do ano que a reprodução está concentrada e o vetor r varia de 0 a 1 apontando o número de indivíduos ao redor da data média.....36
- Figura 9** - Diagrama circular do período reprodutivo: floração, frutificação e dispersão de *Paspalum urvillei*, em área de campo nativo do bioma Pampa, São Gabriel, RS. O ângulo médio indica a data média do ano que a reprodução está concentrada e o vetor r varia de 0 a 1 apontando o número de indivíduos ao redor da data média.....37
- Figura 10** - Diagrama circular do período reprodutivo: floração, frutificação e dispersão de *Piptochaetium montevidense*, em área de campo nativo do bioma Pampa, São Gabriel, RS. O ângulo médio indica a data média do ano que a reprodução está concentrada e o vetor r varia de 0 a 1 apontando o número de indivíduos ao redor da data média.....38
- Figura 11** - Diagrama circular do período reprodutivo: floração, frutificação e dispersão de *Schizachyrium microstachyum*, em área de campo nativo do bioma Pampa, São Gabriel, RS. O

ângulo médio indica a data média do ano que a reprodução está concentrada e o vetor r varia de 0 a 1 apontando o número de indivíduos ao redor da data média.....39

Figura 12 - Diagrama circular do período reprodutivo: floração, frutificação e dispersão de 10 espécies de gramíneas, em área de campo nativo do bioma Pampa, São Gabriel, RS. O ângulo médio indica a data média do ano que a reprodução está concentrada e o vetor r varia de 0 a 1 apontando o número de indivíduos ao redor da data média.....40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Espécies amostradas em áreas de campo nativo do bioma Pampa, São Gabriel, RS.....	28
Tabela 2 - Coeficientes de correlação de Spearman (r_s) e valores de p entre as fenofases de floração, frutificação e dispersão com as variáveis climáticas de temperatura média e precipitação média para o período de estudo, outubro/2016 a novembro/2017 para área de campo nativo do bioma Pampa, município de São Gabriel, RS.....	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	13
1.1 Fenologia	13
1.2 <i>Axonopus affinis</i> Chase.	14
1.3 <i>Calamagrostis viridiflavescens</i> (Poir.) Steud	15
1.4 <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers	15
1.5 <i>Eragrostis plana</i> Nees	15
1.6 <i>Mnesithea selloana</i> (Hack) de Koning & Sosef	16
1.7 <i>Paspalum notatum</i> Flugge	16
1.8 <i>Paspalum plicatulum</i> Michx	16
1.9 <i>Paspalum urvillei</i> Steud	17
1.10 <i>Piptochaetium montevidense</i> (Spreng.) Parodi	17
1.11 <i>Schizachyrium microstachyum</i> (Desv.) Roseng	18
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1 Estudos fenológicos	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
3 OBJETIVOS.....	23
3.1 Objetivo geral	23
3.2 Objetivo específico.....	23
4 HIPÓTESES.....	23
ARTIGO: Fenologia reprodutiva de espécies estivais da família Poaceae em pastagem nativa do bioma Pampa, Rio Grande do Sul, Brasil.....	24
1 Introdução.....	25
2 Materiais e Métodos	27
2.1 Caracterização da área de estudo	27
2.2 Espécies amostradas	28
2.3 Observações fenológicas	29
2.4 Análise estatística	29
3 Resultados.....	30
3.1 Padrões fenológicos reprodutivos	30
4 Discussão	41
Agradecimentos	44
Referências	44
Apêndice I – Frutificação de <i>Axonopus affinis</i>	47
Apêndice II – Dispersão de <i>Calamagrostis viridiflavences</i>	47
Apêndice III – Antese de <i>Cynodon dacylon</i>	48
Apêndice IV – Antese de <i>Eragrostis plana</i>	48
Apêndice V- Antese de <i>Mnesithea selloana</i>	49
Apêndice VI- Antese de <i>Paspalum notatum</i>	49
ApêndiceVII – Dispersão de <i>Paspalum plicatulum</i>	50
ApêndiceVIII – Dispersão <i>Paspalum urvillei</i>	50
Apêndice IX – Frutificação de <i>Piptochaetium montevidense</i>	51
Apêndice X – Dispersão de <i>Schizachyrium microstachyum</i>	51

1 INTRODUÇÃO GERAL

1.1 Fenologia

O termo fenologia, segundo (Rathcke & Lacey, 1985) é derivado da palavra grega, “*phaino*” e significa “mostrar” ou “apresentar”. O estudo fenológico aborda a ocorrência dos eventos biológicos repetitivos e sua relação com os fatores abióticos e bióticos, como também a inter-relação entre estes eventos com uma ou mais espécie (Lieth, 1974), envolvendo por meio de observações, as fenofases vegetativas e reprodutivas e sua correlação com o clima, incluindo as respostas dos organismos vivos as variáveis sazonais e climáticas no ecossistema (Morellato, 2007).

Os fatores ambientais abióticos e bióticos apresentam influência nos padrões fenológicos (Liebsch & Mikich, 2009), sendo que o primeiro fator inclui a precipitação, a temperatura e o comprimento do dia (Morellato *et al.*, 2000) e o segundo, compreende as adaptações morfológicas, fisiológicas e a interação com polinizadores e dispersores (Van Schaik *et al.*, 1993). Segundo (Bergamaschi, 2007) as mudanças climáticas ocorrem de modo periódico no decorrer do ano e de cada dia, em resposta ao balanço da radiação solar, e a variação de períodos quentes e frios define o padrão fenológico anual de cada espécie vegetal.

A fenologia é considerada uma importante ferramenta na relação entre as plantas e seu ambiente climático e edáfico (Fournier, 1974), sendo que, o conhecimento dos padrões fenológicos, pode servir para pesquisas de reprodução de espécies vegetais, tendo em vista a conservação de biomas e a recuperação de áreas degradadas (Biondi *et al.*, 2007). As estratégias de conservação e restauração em ecossistemas ameaçados são essenciais para promover a investigação dos aspectos básicos da biologia de suas espécies (Belo *et al.*, 2013), e fundamental para o entendimento de sua ecologia (Newstrom *et al.*, 1994). O interesse nos estudos fenológicos tem aumentado, porque geram informações para o entendimento de possíveis impactos do aquecimento global e dos efeitos das alterações cíclicas sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas (Myking; Heide, 1995).

O bioma Pampa, segundo (Burkat, 1975) constitui uma das maiores áreas do mundo com representantes de gramíneas. Este grupo, por sua vez, destaca-se pela sua importância econômica, incluindo os principais cereais cultivados e importantes forrageiras (Longhi-Wagner, 2012) e também sob o ponto de vista ecológico (Kawakita *et al.*, 2016).

O bioma Pampa é um ecossistema que compreende todo o Uruguai, Nordeste da Argentina, Sul do Brasil, e parte do Paraguai (Bilenca & Miñarro, 2004). No Brasil, esse bioma está restrito ao estado do Rio Grande do Sul, ocupando aproximadamente 178.242 km², o que corresponde a 63% do território do estado e 2,07% do território nacional (IBGE, 2004). As áreas campestres do Pampa são caracterizadas pelas grandes extensões de vegetação campestre, que apresentam elevada biodiversidade na composição florística, estimando-se cerca de 2.200 espécies vegetais para o Rio Grande do Sul (Boldrini *et al.* 2010). Atualmente este recurso natural encontra-se ameaçado, decrescendo a taxas anuais de 410.000 ha (Nabinger, 2006). As áreas de campo são as mais prejudicadas, sendo que a ocupação antrópica produziu uma paisagem dominada por fisionomias modificadas pelo homem, restando aproximadamente apenas 31,38 % da cobertura vegetal natural ou seminatural (Cordeiro & Hasenack, 2009), sendo as principais ameaças da biodiversidade do Pampa, a expansão agrícola e o reflorestamento.

Existem várias experiências de conservação e restauração de ecossistemas no Brasil, sendo alguns bastante significativos. No entanto, a grande maioria desses trabalhos se restringe a recuperação de áreas florestais e pouco ou quase nada se conhece em relação a recuperação de áreas de pastagem (Overbeck *et al.*, 2013). Poucos são os estudos que incluem epífitos, trepadeiras, estratos inferiores de florestas ou herbáceas e ambientes com sazonalidade climática (Morellato, 2007b).

A ordem Poales representa cerca de um terço das monocotilédonas com aproximadamente 20.000 espécies distribuídas em 16 famílias (APG IV, 2016). A família Poaceae inclui cerca de 650 gêneros e 9.700 espécies (Judd *et al.*, 2009). No Brasil, atualmente são citados 224 gêneros e 1.482 espécies de Poaceae (Flora do Brasil, 2020) sendo encontrado para RS, 89 gêneros e 450 espécies, tendo-se 50 espécies de formações florestais e 400 de formações campestres (Boldrini & Longhi-Wagner, 2011).

1.2 Caracterização das espécies

1.3 *Axonopus affinis* Chase

Axonopus affinis, é uma espécie da família Poaceae, conhecida popularmente por grama-tapete. Está espécie, ocorre desde os Estados Unidos até a Argentina e Sul do Brasil, em campos e em regiões próximos de cultivos. É uma planta perene, estolonífera com 18 - 45 (-60)

cm de altura e prefoliação conduplicada, com bainhas foliares glabras ou ciliadas no ápice, e com lígula de 0,5-1mm, membranoso-ciliada. Apresenta inflorescência com 2-4 (-6) ramos conjugados ou subdigitados de 4 -10 cm, às vezes com inflorescências axilares (Longhi-Wagner, 2001).

1.4 *Calamagrostis viridiflavescens* (Poir.) Steud

Calamagrostis viridiflavescens, é uma espécie da família Poaceae, conhecida popularmente por capim-penacho. Esta espécie ocorre em campos de altitude da região sudeste e sul do Brasil, e desde a Colômbia até o Uruguai. É uma planta perene, cespitosa, com rizomas curtos de 0,5-1,1m de tamanho. Possui lâminas foliares 10-30×0,5-1cm, com lígula membranoso-ciliada de 1-2,5 mm, e panícula contraída a subaberta de 17-34 cm, e espiguetas de 4-5,5mm (Longhi-Wagner, 2001).

1.5 *Cynodon dactylon* (L.) Pers

Cynodon dactylon, é uma espécie da família Poaceae, conhecida popularmente por grama-bermuda. Esta espécie ocorre em diferentes ambientes alterados (cosmopolita). No Rio Grande do Sul, caracteriza-se pela presença de espiguetas 1-2 (3) - florais na mesma panícula. É uma planta estoloníferas-rizomatosas de 5-30 cm de tamanho, e com prefoliação conduplicada, e lígula membranoso-ciliada de 0,2-0,5 mm. Possui panícula com (3) 4-5 ramos unilaterais espiciformes de (1-)2-5,5 cm, e espiguetas de 1,4-2,5 mm (Longhi-Wagner, 2001).

1.6 *Eragrostis plana* Nees

Eragrostis plana, é uma espécie exótica da família Poaceae, conhecida popularmente por capim-anonni. Esta espécie é de origem africana e encontra-se distribuída no Brasil, sendo registrada no centro-oeste, sudeste e sul do país, ocorrendo em locais alterados. É uma planta perene, cespitosa de 77 cm de altura. Possui folhas glandulosas ou não, e bainhas compridas e brilhantes, com lígula pilosa de 0,1-0,5 mm. A panícula é subcontraída, densa de 14- 23×2-3

cm, e espiguetas linear-lanceoladas de 7-10×(1,2-)1,5-1,9 mm e 7-10-flores (Longhi-Wagner, 2001).

1.7 *Mnesithea selloana* (Hack) de Koning & Sosef

Mnesithea selloana, é uma espécie da família Poaceae, conhecida popularmente por rabo-de-burro. Esta espécie está distribuída no sul do Brasil, Uruguai e nordeste da Argentina, ocorrendo em campos altos e arenosos. É uma planta perene, cespitosa de 30-65 cm de altura, com folhas glabras de 12-20 cm de comprimento, sendo as superiores mais reduzidas, agrupamento espiciforme cilíndrico, glabro, reto, ereto, desarticulado, espétáculo sésil oval, dorsalmente achatado, unido a raquis, uniflora, pedicelo estriado, espessado, 3,5-4 mm de comprimento (Longhi-Wagner, 2001).

1.8 *Paspalum notatum* Flugge

Paspalum notatum, é uma espécie da família Poaceae, conhecida popularmente por grama-forquilha. Esta espécie está distribuída dos Estados Unidos ao Uruguai, Argentina e Brasil, sendo encontrada da Bahia ao Rio Grande do Sul, ocorrendo em ambientes bastante diversificados, frequentemente em solos secos. É uma planta perene de 25-88 cm de altura, com rizomas supraterrâneos de entre nós muito curtos (característica que difere das demais espécies). Possui prefoliação convoluta e bainhas foliares pilosas na região da lígula (0,5 – 1,3 mm). Apresentam inflorescência com 2, 3, 4 ramos de 4 a 15, 5 cm conjugados no ápice do colmo floríferos e o restante alternos (Longhi-Wagner, 2001).

1.9 *Paspalum plicatulum* Michx

Paspalum plicatulum, é uma espécie da família Poaceae, conhecida popularmente por grama-colchão. Esta espécie ocorre dos Estados Unidos da América até a Argentina, e no Brasil, ocorrendo em campos secos e em regiões antropizadas. É uma planta perene, cespitosa ou decumbente com 0,4-1, 1 m de altura, com prefoliação convoluta e bainhas foliares glabras ou com tricomas tuberculados, e com lígula de 0,6-2,5 mm. Apresentam inflorescência com (2-)

4-8 ramos de 5-11 cm alternos. O grande polimorfismo e a ampla área de ocorrência de *P. plicatum* tornam difícil a interpretação dos limites desta espécie (Longhi-Wagner, 2001).

1.10 *Paspalum urvillei* Steud

Paspalum urvillei, é uma espécie da família Poaceae, conhecida popularmente por capim-das-roças. Esta espécie ocorre do sul dos Estados Unidos até a Argentina, e no Brasil em quase todo país, ocorre em locais antropizados, preferindo solos úmidos. É uma planta perene, cespitosa de 0,65-1,5 (-2,5) m de tamanho, com prefoliação convoluta e bainhas foliares superiores glabras, e com lígula 4 -7,5 mm. Apresenta inflorescência com (5-)13-20 (-30) ramos de 2-14 cm, alternos (Longhi-Wagner, 2001).

1.11 *Piptochaetium montevidense* (Spreng.) Parodi

Piptochaetium montevidense, é uma espécie da família Poaceae, conhecida popularmente por cabelo-de-porco. Esta espécie está distribuída na Argentina, Chile, Bolívia, Paraguai, Peru, Uruguai e Brasil (região sul com limite setentrional no Estado de São Paulo). É um planta de (10-)30-60 cm de altura, com bainhas foliares glabras. Panícula contraída ou aberta, 2-10 cm; com glumas lanceolado-acuminadas, aristuladas, maiores que o antécio. Lema 1,3-1,8×1- 1,2 mm, largamente oboval, castanho-escuro a negro na maturação, fortemente verrucoso em toda a superfície, calo obtuso e piloso, tricomas castanhos, coroa estreita de 0,2-0,3 mm de diâmetro, arista 7-8mm, excêntrica, facilmente caduca; pálea sulcada, 1,3-1,5 mm (Longhi-Wagner, 2001).

1.12 *Schizachyrium microstachyum* (Desv.) Roseng

Schizachyrium microstachyum, é uma planta da família Poaceae, popularmente conhecida por rabo-de-burro. Esta espécie ocorre na América tropical e subtropical, e distribuída em todo o Brasil, ocorrendo em cerrados, campos secos com solos arenosos e pedregosos e em locais alterados. É uma planta perene, cespitosas de 0,35-1,1m de altura, e possui lâminas foliares lineares, de 3-25×0,2-0,8 cm, glabras ou pilosas em ambas as faces, e com lígula membranosa de 1-3 mm. Apresenta inflorescência contraída a semi-contraída,

corimbiforme, ou aberta e linear, ereta ou nutante, de 5-45 cm, com muitos ramos floríferos parcialmente incluídos na espátéola (Longhi-Wagner, 2001).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Estudos fenológicos

Apesar de que, muitos esforços venham sendo realizados para melhor conhecer e compreender a biodiversidade vegetal do bioma Pampa, ainda pouco se sabe sobre os padrões fenológicos e reprodutivos de espécies vegetais que fazem parte das áreas campestres (Elzinga *et al.*, 2007). Embora as gramíneas, sejam o grupo dominante nesse ecossistema (Boldrini *et al.*, 2010) e desempenhem um importante papel na composição florística de áreas campestres além da sua grande importância econômica (Boldrini e Longhi-Wagner, 2011).

Para a região do bioma Pampa no RS, não foram encontrados estudos que caracterizem os padrões fenológicos reprodutivos de *Axonopus affinis* Chase, *Calamagrostis viridiflavescens* (Poir.) Steud, *Cynodon dactylon* (L.) Pers, *Eragrostis plana* Nees, *Mnesithea selloana* (Hack) de Koning e Sosef, *Paspalum notatum* Flugge, *Paspalum plicatulum* Michx, *Paspalum urvillei* Steud, *Piptochaetium montevidense* (Spreng.) Parodi e *Schizachyrium microstachyum* (Desv.) Roseng, como também não foi encontrado estudos que relacionem as fenofases reprodutivas com as variáveis climáticas, temperatura e precipitação. Apenas um recente estudo têm como objetivo o estudo fenológico de espécies vegetais da comunidade campestre em um todo, como também verificar como o pastejo atua nos padrões e processos estruturadores das redes de interações planta-polinizador (Oleques *et al.*, 2017).

Diversos estudos sobre os aspectos fenológicos de espécies da família Poaceae vêm sendo desenvolvidos em áreas campestres da Argentina, sendo que o bioma Pampa apresenta continuidade estrutural, florística e faunística neste país (Boldrini *et al.*, 2010).

(Perreta *et al.*, 2000) estudaram a forma de crescimento *Leptochloa chloridiformis* (Hack.) Parodi visando compreender sua ramificação, bem como sua variação nas diferentes fases fenológica desta espécie de gramínea.

(Gutiérrez *et al.*, 2006) estudaram a biologia reprodutiva de três populações da espécie *Bromus auleticus* Trin. ex Nees da Argentina, buscando identificar fatores correlacionados com a fenologia da floração e produção de pólen. Esta espécie de gramínea é uma das mais importantes espécies da Argentina, devido seu alto teor de proteína. Assim, informações sobre

a fenologia reprodutiva da espécie pode ajudar a identificar os fatores que podem limitar a fenologia reprodutiva.

(Exner *et al.*, 2010) avaliaram a variabilidade na fenologia de floração e o sucesso reprodutivo de três populações de *Setaria lachnea* na região da Argentina, em diferentes locais. Esta espécie de gramínea apresenta uma excelente qualidade forrageira. Assim seu cultivo tem sido recomendado.

(Richard *et al.*, 2015) analisaram a fenologia de seis populações de *Sporobolus phleoides* Hack. em quatro províncias da Argentina, bem como a análise embriológica e autopolinização em relação ao tratamento de polinização aberta. Esta espécie de gramínea é endêmica da Argentina, sendo considerada como um importante recurso genético para ambientes salinos devido sua tolerância a salinidade. Desse modo, informações sobre a biologia reprodutiva da espécie é necessário para preservar a variabilidade genética.

(Gutiérrez *et al.*, 2016) determinaram o sistema reprodutivo de espécies do gênero *Trichloris*, *Trichloris crinita* e *Trichloris pluriflora* da região centro-norte da Argentina. Os autores propuseram determinar o sistema reprodutivo da floração/frutificação sob polinização cruzada, bem como quantificar o peso dos frutos produzidos sob diferentes tratamentos, e confirmar ou descartar a presença de apomixia por meio de observações embriológicas.

A partir da revisão da literatura, observa-se que as pesquisas na Argentina passaram a ser realizadas com o objetivo de determinar a biologia reprodutiva de espécies da família Poaceae. Considerando que no Brasil, especificamente no Rio Grande do Sul, onde o bioma Pampa está presente, quase nada se conhece na literatura sobre a fenologia reprodutiva de espécies gramíneas com relação aos fatores ambientais. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo descrever os padrões fenológicos reprodutivos de espécies estivais de gramíneas em áreas de pastagem do bioma Pampa, como também a relação entre as fenofases reprodutivas com as variáveis climáticas de temperatura e precipitação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APG IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Biological Journal of the Linnean Society**.
- Belo, R.M., Negreiros, D., Fernandes, W.G., Silveira, O. A. F., Ranieri, D.B., Morellato, P. C. 2013. Fenologia reprodutiva e vegetativa de arbustos endêmicos de campo rupestre na Serra do Cipó, Sudeste do Brasil. **Rodriguésia** 64 (4): 817-828.
- Bergamaschi, H. 2007. O clima como fator determinante da fenologia das plantas. In: Rego, C.M.; Negrelle, R.R.B.; Morellato, L.P.C. Fenologia: ferramenta para conservação, melhoramento e manejo de recursos vegetais arbóreos. **Colombo: Embrapa Florestas**. ISBN 978-85-89281-12-6. Capítulo 16. pp. 291-310.
- Bilenca, D., Miñarro, F. 2004. Identificación de áreas valiosas de pastizal em las Pampas y Campos de Argentina, Uruguay y Sur de Brasil. **Fundación vida silvestre**, Buenos Aires.
- Biondi, D., Leal, L., Batista, A. C. 2007. Fenologia do florescimento e frutificação de espécies nativas dos Campos. **Acta Sci. Biol. Sci.** Maringá, V. 29, n. 3. p. 269-276.
- Boldrini, I. I. A Flora dos Campos do Rio Grande do Sul. In: Pillar, V.P.; Müller, S.C.; Castilhos, Z. M.S.; Jacques, A.V. (Org.). **Campos Sulinos - Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. 2 ed. Brasília, DF: MMA, 2009, v. 1, p. 65.
- Boldrini, I. I., Longhi-Wagner, H. M. Poaceae no Rio Grande do Sul: diversidade, importância na fitofisionomia e conservação. **Ciência Ambiental**. n. 42. p. 71-92. 2011.
- Boldrini, I. I., Ferreira, P.M.A., Andrade B.O., Schneider A.A., Setubal R.B., Trevisan R., Freitas E.M. 2010. Bioma Pampa – diversidade florística e fisionômica. Porto Alegre, Ed.: Palloti. p. 08.
- Burkart, A. 1975. **Evolution of grasses and grasslands in South America**. *Taxon* 24: 53-66.
- Cordeiro, J.L.P., Hasenack, H. 2009. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: Pillar VDP, Müller SC, Castilhos ZMC, Jacques A.V.A (Eds.) **Campos Sulinos - Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. 2 ed. Brasília, DF: MMA, v. 1, p.289.
- Elzinga, J.E., Atlan, Anne; Biere, A. 2007. Time after time: flowering phenology and biotic interactions. **Trends in Ecology and Evolution** 22: 432- 439.
- Exner, E., Zabala, J.M., Pensiero, J.F. 2010. Variations in flowering phenology and reproductive success in *Setaria lachnea*. **Agrociencia**. 44: 779-789.
- Fournier, L.A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba** 24:422-423.
- Gutiérrez, H. F., Medan, D., Pensiero, J.F. 2006. Limiting factors of reproductive success in *Bromus auleticus* (Poaceae). 1. Flowering phenology, sexual expression, and pollen production. **New Zealand Journal of Botany**. Vol. 44 : 47-55.

Gutiérrez, H. F., Richard, G.A., Cerino, M.C., Pensiero, J.F. 2016. Sistema reproductivo de *Trichloris* (Poaceae, Chloridoideae, Chlorideae). **Bol. Soc. Argent. Bot.** 51 (1): 111-122.

IBGE. 2004. **Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de Biomas do Brasil.**

Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A., Stevens, P.F., Donoghue, M.J. Sistemática Vegetal: Um Enfoque Filogenético. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 297 p.

Kawakita, K; Rodrigues, R. S; Filgueiras, T. S. 2016. Poaceae em uma planície de inundação no Brasil: listagem florística e novas ocorrências. **Hoehnea** 43(2): 203-216.

Liebsch, D.; Mikich, S. 2009. Fenologia reprodutiva de espécies vegetais da floresta ombrófila mista do Paraná, Brasil 2009. **Revista Brasileira de Botânica** v.32, n.2, p. 375-391.

Lieth, H. 1974. Introduction to phenology and modeling of seasonality. In **Phenology and seasonality modeling** (H. Lieth, ed.). Springer Verlag, Berlin, p.3-19.

Longhi-Wagner, H.M. (coord.) 2001. Poaceae In: Wanderley, M.G.L., Shepherd, G.J., Giulietti, A.M., Melhem, T.A., Kameyama, C., Bittrich, V. (Eds.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. Instituto de Botânica**, São Paulo, vol. 1, p: 1-281.

Morellato, L.P.C. 2007a. Fenologia e suas aplicações no estudo e monitoramento de mudanças climáticas. In: Rego, G.M., Negrelle, R.B.; Morellato, L.P.C. (Org.). **Fenologia como Ferramenta para Conservação e Manejo de Recursos Vegetais**. Colombo, EMBRAPA, p. 203-212.

Nabinger, C. 2006. Manejo e produtividade das pastagens nativas do sub-trópico brasileiro. In: Dall'Agnol et al. (Ed.) Simpósio de Forrageiras e Produção Animal, I, Porto Alegre, 2006. **Anais**. Porto Alegre: Metrópole, 25-75.

Newstrom, L.F.; Frankie, G.W.; Baker, H.G. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, v. 26, p.141-159, 1994.

Oleques, S.S; Overbeck, G.E; Avia, R.S 2017. Flowering phenology and plant-pollinator interactions in a grassland community of Southern Brazil. **Flora**. 229. 141-146.

Overbeck, G.E., Hermann, J., Andrade, B.O., Boldrini, I., Kiehl, K., Kirmer, A., Koch, C., Kollmann, J., Meyer, S.T., Müller, S.C., Nabinger, C., Pilger, G.E., Trindade, J.P., Martin, E.V., Walker, E.A., Zimmermann, D.G., Pillar, V.D. 2013. Restoration Ecology in Brazil – Time to Step Out of the Forest. **Natureza & Conservação**, Curitiba, v.11, n.1, p.92-95.

Perreta, M.G., Tivano, J.C., Vegett, A.C. 2000. Forma de crecimiento en *Leptochloa chloridiformis* (Poaceae). **Darwiniana** 38(3-4): 219-226.

Poaceae in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB193>>. Acesso em: 22 Fev. 2018.

Rathcke, B. and Lacey E.P. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. Annual Review of Ecology, **Evolution and Systematics**, 16: 179-214.

Richard, G., Pensiero, J.F., Cerino, C; Galati, B.G., Gutiérrez, H.F. 2015. Reproductive biology of *Sporobolus phleoides* Hack. (Poaceae), and endemic halophyte grass of Argentina. **Plant Systematics and Evolution**. DOI 10.1007/s00606-015-1206-1.

Van Schaik, C. P. *et al.* 1993. The phenology of tropical forests. Adaptive significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology and Systematics** v. 24, p. 353-377.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

- Este trabalho teve como objetivo geral descrever os padrões fenológicos reprodutivos de dez espécies estivais de gramíneas em áreas campestres, no município de São Gabriel, considerando as fenofases reprodutivas de floração, de frutificação e de dispersão.

3.2 Objetivo específico

- Este trabalho teve como objetivo específico avaliar a existência da relação entre as fenofases reprodutivas com as variáveis climáticas, temperatura média e precipitação média.

4 HIPÓTESES

A partir dos objetivos, poderão ser comparados se as fenofases reprodutivas ocorreram no mesmo período do ano e se apresentam relações com as variáveis climáticas temperatura média e precipitação média, a fim de verificar as seguintes hipóteses: I) Existe diferença na época de ocorrência das fenofases de reprodução das espécies estudadas? II) Existe correlação entre as fenofases reprodutivas com as variáveis climáticas?

Estas informações são essenciais para compreender o período de ocorrência de cada fenofase reprodutiva ao longo do ano, considerando que a partir do conhecimento biológico novas espécies poderão ser reproduzidas, com o fim de auxiliar na conservação e recuperação de áreas degradadas do bioma Pampa.

ARTIGO: Fenologia reprodutiva de espécies estivais da família Poaceae em pastagem nativa do bioma Pampa, Rio Grande do Sul, Brasil¹.

Reproductive phenology of summer species of the family Poaceae in native pasture of the Pampa biome, Rio Grande do Sul, Brazil

¹(Artigo submetido a revista Flora)

Reproductive phenology of summer species of the family Poaceae in native pasture of the Pampa biome, Rio Grande do Sul, Brazil

Lilian Pedroso Maggio¹, Angelo Alberto Schneider², Diego Bitencourt de David.³

¹Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Laboratório de Estudos em Biodiversidade Pampiana (LEBIP), Universidade Federal do Pampa, São Gabriel, RS, Brazil

²Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Laboratório de Estudos em Biodiversidade Pampiana (LEBIP), Universidade Federal do Pampa, São Gabriel, RS, Brazil

³Centro de Pesquisa Anacreonte Ávila de Araújo – DDPa Forrageiras, São Gabriel, RS, Brazil.

Correspondence: Lilian P. Maggio, Laboratório de Estudos em Biodiversidade Pampiana, Universidade Federal do Pampa, São Gabriel, RS, Brazil. E-mail: lilianmaggio@yahoo.com.br

Abstract

In Rio Grande do Sul, the Pampa biome consists of large areas of grasslands, which are characterized mainly by the presence of grasses (Poaceae), one of the main families composing the fields of this biome. This group stands out for its great economic importance, including the main cereals used for human food and important forage to feed livestock. This study aimed to describe the reproductive phenological patterns of warm-season pasture grasses native to the Pampa biome, in the city of São Gabriel, RS, Brazil, and the relation of their reproductive phenophases to the following climatic variables: mean temperature and mean rainfall. The study was carried out at Anacreonte Ávila de Araújo Research Center - DDPa Forrageiras, and at the Federal University of Pampa, in the city of São Gabriel. The following species were analyzed: *Axonopus affinis* Chase, *Calamagrostis viridiflavescens* (Poir.) Steud, *Cynodon dactylon* (L.) Pers, *Eragrostis plana* Nees, *Mnesithea selloana* (Hack) of Koning and Sosef, *Paspalum notatum* Flugge, *Paspalum plicatulum* Michx, *Paspalum urvillei* Steud, *Piptochaetium montevidense* (Spreng.) Parodi and *Schizachyrium microstachyum* (Desv.) Roseng. For phenological study, ten individuals of each species were tagged and were biweekly monitored from November 2016 to October 2017; flowering, fruiting and dispersion phenophases were recorded. Circular statistics was used to determine the period of occurrence of each phenophase. In addition, Spearman's correlation coefficient (r_s) test was performed to evaluate the existence or non-existence of a relationship between reproductive phenophases and the climatic variables, temperature and precipitation (data provided by Fepagro – Forrageiras). In general, flowering, fruiting and dispersal occurred from September to March, with a peak of activity in November for all phenotypes analyzed. The temperature variable showed significant correlation with at least one of the reproductive phenophases of each species; the only species that did not show correlation with this variable was *Axonopus affinis* Chase. Mean precipitation did not correlate with any of the species. Therefore, the climatic variable average temperature is a conditioning factor for the reproductive phenophases of the species studied.

Keywords: phenophases; herbaceous; country areas; climatic variables

1. Introduction

In Brazil, the Pampa biome is restricted to the state of Rio Grande do Sul (RS) (IBGE, 2004). It is characterized by large areas of grasslands (Boldrini *et al.*, 2010) showing high biodiversity in floristic composition, with an estimated occurrence of more than 2,200 angiosperms (Boldrini *et al.*, 2010).

The Pampa biome is one of the most representative areas of grasses in the world (Burkart, 1975). The Poaceae family comprises approximately 650 genera and 9,700 species (Judd *et al.*, 2009). Among the angiosperms, it is the group with the highest economic importance (Boldrini & Longhi-Wagner, 2011) and the main dominant group in the rural areas (Boldrini, 2012). In RS, grasses are represented by 89 genera and 450 native species, with 400 species occurring in open formations, mostly in field areas, 50 in forest areas and few species in wetlands (Boldrini & Longhi-Wagner, 2011).

The phenological study addresses the occurrence of periodical biological events, their relationship with abiotic and biotic factors, and the interrelationship between these events and one or more species (Lieth, 1974); by means of observations, it focuses on the vegetative and reproductive phenophases, as well as on their relationship with climate (Morellato, 2007). Both in temperate regions and in the dry tropics, where climatic conditions are highly seasonal, the community phenology tends to follow a similar pattern from year to year, despite climate changes (Fenner, 1998).

Phenology is one of the simplest and most effective indicators of climate change (IPCC, Climate Change, 2007), and the interaction between a plant species and seasonal variations in climate is one of the most important determinants of its distribution (Chuine & Beaubien 2001). Temperature has a direct influence on the phenology of plants (Bergamaschi, 2007). High temperatures accelerate the flowering maturation process, which can trigger early flowering of the species (Frei and Gassner, 2008). The phenological study of plant species is essential for understanding their ecology (Newton *et al.*, 1994) and it also helps monitor changes in the ecosystem and species composition (Xiaa *et al.*, 2015a).

There are several researches on conservation and restoration of ecosystems in Brazil. However, the majority of them are restricted to the recovery of forest areas and little or almost nothing is known about the recovery of pasture areas (Overbeck *et al.*, 2013). Hence, the phenological study is an important tool for research on the reproduction of plant species (Biondi *et al.*, 2007), in view of strategies for conservation and restoration of degraded ecosystems (Belo *et al.*, 2013), particularly the Pampa biome, which has been suffering from the loss and

depletion of its natural vegetation. In this context, the present study aimed at describing the phenological patterns of ten warm-season species of the family Poaceae in a natural pasture area, and analyzing the relationship between reproductive phenological patterns and the climatic variables, mean temperature and mean rainfall.

2. Material and methods

2.1. Characterization of the study area

The study was carried out in two areas of native grassland in the Pampa biome. One of the experimental areas is located at the Federal University of Pampa - UNIPAMPA, in the city of São Gabriel, RS, at the coordinates (30 ° 20'4.53 "S, 54 ° 2'41.29" W), where the reproductive phenology of *Cynodon dactylon*, *Eragrostis plana*, *Mnesithea selloana*, *Paspalum urvillei* and *Paspalum notatum* was observed. The other area is located at Anacreonte Ávila de Araújo Research Center - DDPA Forrageiras, at the coordinates (30 ° 20'39.89 "S, 54 ° 15'52.86" W), where the reproductive phenology of *Axonopus affinis*, *Calamagrostis viridiflavens*, *Paspalum plicatulum*, *Piptochaetium montevidense* and *Schizachyrium microstachyum* was monitored. The distance between the areas is approximately 10 km.

The type of the regional climate is humid subtropical Cfa, according to Köppen climate classification system (1948). Mean temperature and mean precipitation data were obtained at Anacreonte Ávila de Araújo Research Center, Fepagro Forrageiras (DDPA), located near the study areas. Climate data from the São Gabriel region for the study period from October 2016 to November 2017 are shown in Figure 1.

The soils of the respective areas are classified as typical Eutrophic Haplic Planosol and Distrophic Red Latosol Argisol (Streck *et al.*, 2008). The vegetation of the areas sampled is characterized by the occurrence of phytophysognomy classified as Central State Fields. Tropical and subtropical species can be found in grasslands in that region, such as the groups of grasses and asteraceae (Boldrini *et al.*, 2010), with grasses representing 26% and asteraceae 22% (Boldrini & Longhi-Wagner, 2011).

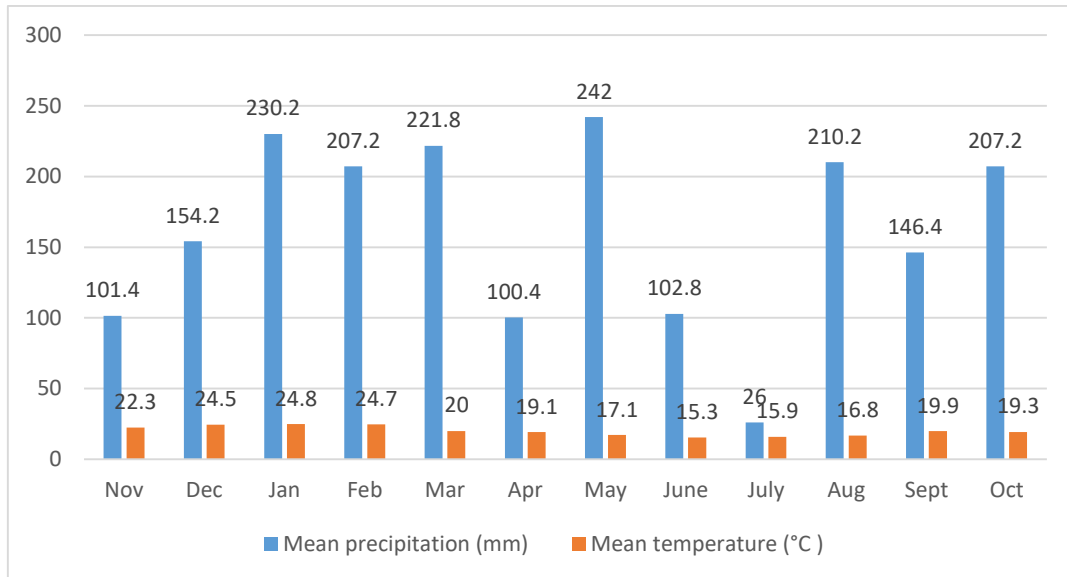


Figure 1 - Climatic variables: mean temperature and mean precipitation in the city of São Gabriel/RS from November 2016 to October 2017.

2.2. Species sampled

Ten species of warm-season grasses were sampled: *Axonopus affinis* Chase, *Calamagrostis viridiflavescens* (Poir.) Steud, *Cynodon dactylon* (L.) Pers, *Eragrostis plana* Nees, *Mnesithea selloana* (Hack) Koning and Sosef, *Paspalum notatum* Flugge, *Paspalum plicatulum* Michx, *Paspalum urvillei* Steud, *Piptochaetium montevidense* (Spreng.) Parodi and *Schizachyrium microstachyum* (Desv.) Roseng. These species were chosen because they are common species of the Pampa region, in addition to presenting a greater number of individuals in the study areas.

Table 1. Species sampled in rural areas of the Pampa biome, São Gabriel, RS.

Family	Species	Common name
Poaceae / Graminea	<i>Axonopus affinis</i> Chase*	Carpet-grass
	<i>Calamagrostis viridiflavescens</i> (Poir.) Steud*	Feather reed grass
	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers**	Bermuda grass
	<i>Eragrostis plana</i> Nees**	South African lovegrass
	<i>Mnesithea selloana</i> (Hack) de Koning & Sosef*	Corn grass
	<i>Paspalum notatum</i> Flugge*	Bahia grass
	<i>Paspalum plicatulum</i> Michx*	Brownseed paspalum
	<i>Paspalum urvillei</i> Steud*	Vasey grass

Piptochaetium montevidense (Spreng.) Parodi* Uruguayan rice-grass

Schizachyrium microstachyum (Desv. ex Ham.)* Roseng rabo-de-burro

* Native species.

** Exotic species.

2.3. Phenological observations

The phenological observations of the ten species were biweekly performed, between November 2016 and October 2017. Ten individuals of each species were randomly selected, and each individual was marked with a plastic plate containing the species identification. The reproductive phenophases of each individual were recorded in a spreadsheet, considering the anthesis for flowering, which is characterized by the presence of open spikelet, with exposed anthers, stigma, or both; the phase of mature fruits was considered for fruiting, and the presence of mature fruits in dispersion was regarded as dispersal.

2.4. Statistical analysis

For the analysis of the reproductive phenological patterns of the species sampled, we used the circular statistical analysis, as described by Morellato *et al.* (2010b). In order to estimate the circular parameters, the dates of occurrence of each phenophase (flowering, fruiting and dispersion) were converted into angles, being angle 0° = January, and angle 330° = December. When the mean angle is significant, the pattern is considered as seasonal and corresponds to the average date of the year around in which the phenological events are concentrated (Morellato, 2010b). The vector r varies from 0 to 1 and points out the concentration of the number of individuals around the mean date or the degree of seasonality of the phenophase (Morellato *et al.*, 2010b).

To evaluate the existence of correlation between phenophases (flowering, fruiting and dispersion) and the climatic variables, temperature and precipitation, the Spearman correlation coefficient (r_s) was used; it was considered significant when $p < 0.05$. All the statistical data were analyzed with the use of the statistical program Rstudio (version 4.3.1).

3. Results

Reproductive phenological patterns

Axonopus affinis: the species presented a warm-season pattern in all of the reproductive phenophases (Figure 2). During the observation period, it was verified that the flowering phenophase began in October, with peak of activity in November. Flowering did not correlate with temperature ($r_s = 0.14$ and $p = 0.65$) and precipitation ($r_s = -0.18$ and $p = 0.65$). The fruiting phenophase began in November, with peak of activity in that month. This phenophase did not show a significant correlation with either the mean temperature ($r_s = 0.38$ and $p = 0.22$) or the mean rainfall ($r_s = -0.27$ and $p = 0.38$). The dispersion phenophase overlapped the fructification phenophase. The dispersion did not evidence significant correlation with either the mean temperature ($r_s = 0.38$ and $p = 0.22$) or the mean precipitation ($r_s = -0.27$ and $p = 0$). The interval between the onset of flowering and the onset of dispersion is approximately one month.

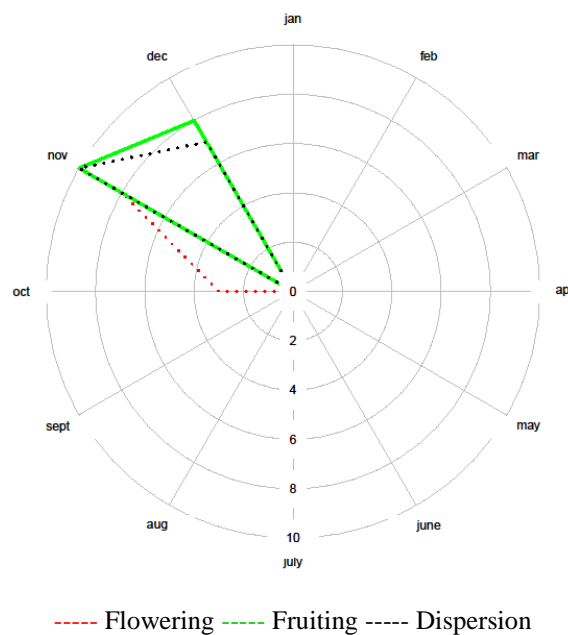


Figure 2. Circular diagram of the reproductive period: flowering, fruiting and dispersion of *Axonopus affinis* in a native field area of the Pampa biome, São Gabriel, RS. The mean angle indicates the average date of the year in which the reproduction is concentrated, and the vector r varies from 0 to 1, pointing out the number of individuals around the mean date.

Calamagrostis viridiflavescens: the species presented a warm-season pattern for all the reproductive phenophases (Figure 3). Flowering began in October, with peak of activity in November. This phenophase did not show any significant correlation with either the temperature ($r_s = 0.14$ and $p = 0.65$) or the precipitation ($r_s = -0.18$ and $p = 0.65$). The fruiting

phenophase started in November, reaching its peak of activity in December. This phenophase showed no significant correlation with either the temperature ($r_s = 0.39$ and $p = 0.20$) or the precipitation ($r_s = -0.24$ and $p = 0.44$). The dispersion began in November 2016, extending until January 2017, with peak of activity in December. This phenophase showed a significant correlation with temperature ($r_s = 0.61$ and $p = 0.03$), but there was no significant correlation with precipitation ($r_s = -0.01$ and $p = 0.95$). The interval between the beginning of flowering and the beginning of dispersion lasts approximately one month.

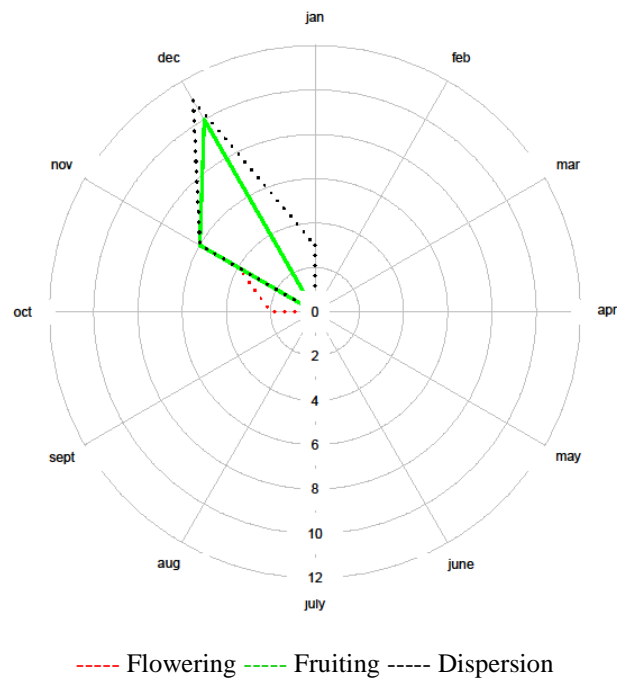


Figure 3. Circular diagram of the reproductive period: flowering, fruiting and dispersal of *Calamagrostis viridiflavescens* in a native field area of the Pampa biome, in São Gabriel, RS. The mean angle indicates the average date of the year in which the reproduction is concentrated, and the vector r varies from 0 to 1, pointing out the number of individuals around the mean date.

Cynodon dactylon: the species presented a warm-season pattern for all the reproductive phenophases (Figure 4). Flowering began in October, and the peak of activity occurred in November. This phenophase showed a significant correlation with temperature ($r_s = 0.66$ and $p = 0.01$), but no significant correlation with precipitation ($r_s = 0.0$ and $p = 1.0$). Fruiting began in November, with peak of activity in both November and December. This phenophase indicated significant correlation with temperature ($r_s = 0.77$ and $p = 0.0$); however, there was no correlation with precipitation ($r_s = 0.01$ and $p = 0.97$). The dispersion began in November, with peak of activity in both November and January. This phenophase showed a significant correlation with temperature ($r_s = 0.66$ and $p = 0.01$), while there was no significant correlation

with precipitation ($r_s = 0.13$ and $p = 0.67$). The interval between the beginning of flowering and the beginning of the dispersion lasts approximately one month.

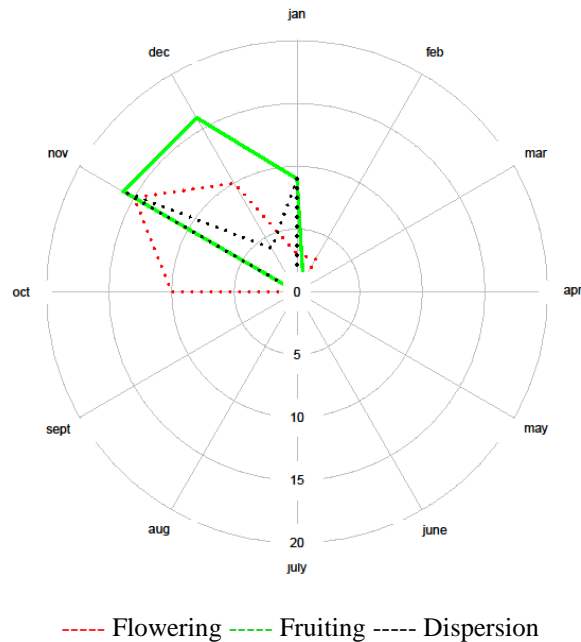


Figure 4. Circular diagram of the reproductive period: flowering, fruiting and dispersion of *Cynodon dactylon* in a native field area of the Pampa biome, in São Gabriel, RS. The mean angle indicates the average date of the year in which the reproduction is concentrated, and the vector r varies from 0 to 1, pointing out the number of individuals around the mean date.

Eragrostis plana: the species presented a warm-season pattern for all the reproductive phenophases (Figure 5). Flowering began in December, with peak activity in January. This phenophase indicated significant correlation with temperature ($r_s = 0.79$ and $p = 0.0$), but showed no significant correlation with precipitation ($r_s = 0.43$ and $p = 0.16$). Fruiting began in January, with peak activity in the same month. This phenophase showed a significant correlation with temperature ($r_s = 0.67$ and $p = 0.01$); however, no correlation with precipitation was found ($r_s = 0.50$ and $p = 0.09$). The dispersion began in January and reached its peak in March. This phenophase did not present any significant correlation with either temperature ($r_s = 0.42$ and $p = 0.16$) or precipitation ($r_s = 0.18$ and $p = 0.55$). The interval between the beginning of flowering and the beginning of the dispersion lasts approximately two months.

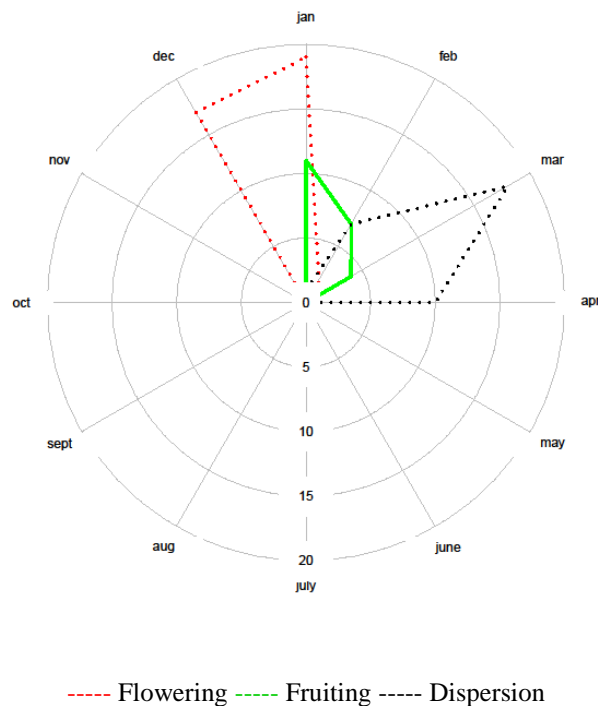


Figure 5. Circular diagram of the reproductive period: flowering, fructification and dispersal of *Eragrostis plana*, in a field area of the Pampa biome, in São Gabriel, RS. The mean angle indicates the average date of the year in which the reproduction is concentrated, and the vector r varies from 0 to 1, pointing out the number of individuals around the mean date.

Mnesithea selloana: the species presented a warm-season pattern for all reproductive phenophases (Figure 6). Flowering began in September, with peak activity in November. Flowering was not significantly correlated with either temperature ($r_s = 0.53$ and $p = 0.07$) or precipitation ($r_s = -0.03$ and $p = 0.90$). The fruiting phenophase began in October, with peak activity in November. Fruiting showed a significant correlation with temperature ($r_s = 0.72$ and $p = 0.00$), but did not evidence a significant correlation with precipitation ($r_s = 0.37$ and $p = 0.23$). The dispersion began in October, with peak activity in November. This phenophase showed a significant correlation with temperature ($r_s = 0.78$ and $p = 0.00$), while no significant correlation with precipitation was noticed ($r_s = 0.13$ and $p = 0.66$). There is an interval of approximately two months between the beginning of flowering and the beginning of dispersal.

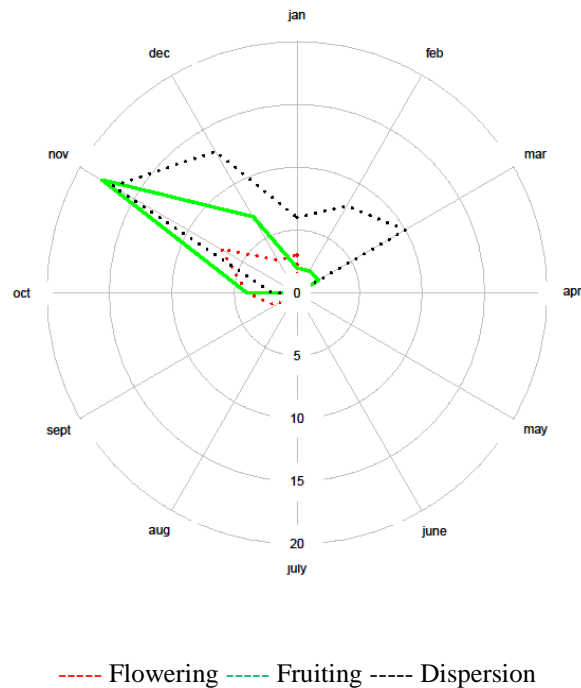


Figure 6. Circular diagram of the reproductive period: flowering, fructification and dispersal of *Mnesithea selloana*, in a native field area of the Pampa biome, in São Gabriel, RS. The mean angle indicates the average date of the year in which the reproduction is concentrated, and the vector r varies from 0 to 1, pointing out the number of individuals around the mean date.

Paspalum notatum: the species presented a warm-season pattern for all the reproductive phenophases (Figure 7). Flowering began in November, with peak activity in both November and December. Flowering indicated a significant correlation with temperature ($r_s = 0.84$ and $p = 0.0$), whereas it did not show a significant correlation with precipitation ($r_s = 0.12$ and $p = 0.69$). Fruiting began in January, with peak activity in the same month. This phenophase showed a significant correlation with temperature ($r_s = 0.65$ and $p = 0.02$), but evidenced no significant correlation with precipitation ($r_s = 0.37$ and $p = 0.23$). The dispersion began in January, with peak activity in March. This phenophase showed a significant correlation with temperature ($r_s = 0.59$ and $p = 0.04$), and did not show any significant correlation with precipitation ($r_s = 0.48$ and $p = 0.10$). The interval between the beginning of flowering and the beginning of the dispersion is approximately three-month long.

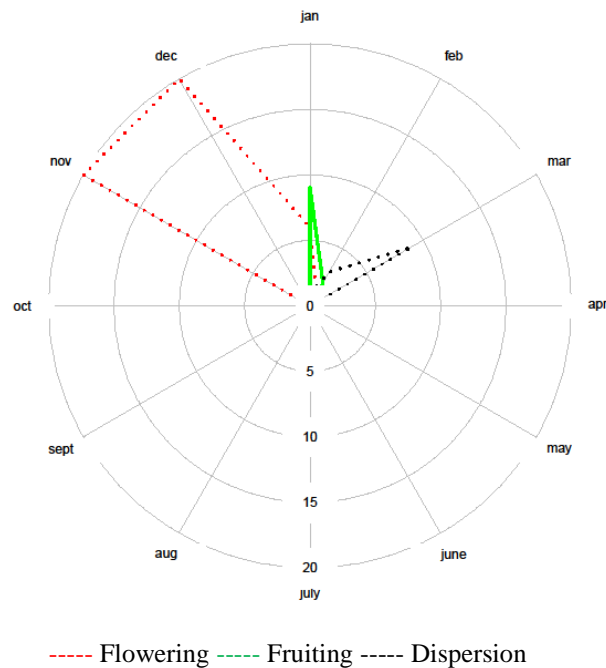


Figure 7. Circular diagram of the reproductive period: flowering, fructification and dispersal of *Paspalum notatum* seeds, in a native field area of the Pampa biome, in São Gabriel, RS. The mean angle indicates the average date of the year in which the reproduction is concentrated, and the vector r varies from 0 to 1, pointing out the number of individuals around the mean date.

Paspalum plicatulum: the species presented a warm-season pattern for all the reproductive phenophases (Figure 8). Flowering began in October, and its peak occurred in that month as well as in November. This phenophase showed no significant correlation with either temperature ($r_s = 0.12$ and $p = 0.68$) or precipitation ($r_s = -0.16$ and $p = 0.61$). Fruiting began in October, with peak activity in December, showing no significant correlation with either temperature ($r_s = 0.33$ and $p = 0.28$) or precipitation ($r_s = -0.17$ and $p = 0.57$). Dispersal began in November, with peak activity in December. This phenophase showed a significant correlation with temperature ($r_s = 0.61$ and $p = 0.03$), but it was not significantly correlated with precipitation ($r_s = -0.01$ and $p = 0.95$). The interval between the beginning of flowering and the beginning of the dispersal is approximately one month.

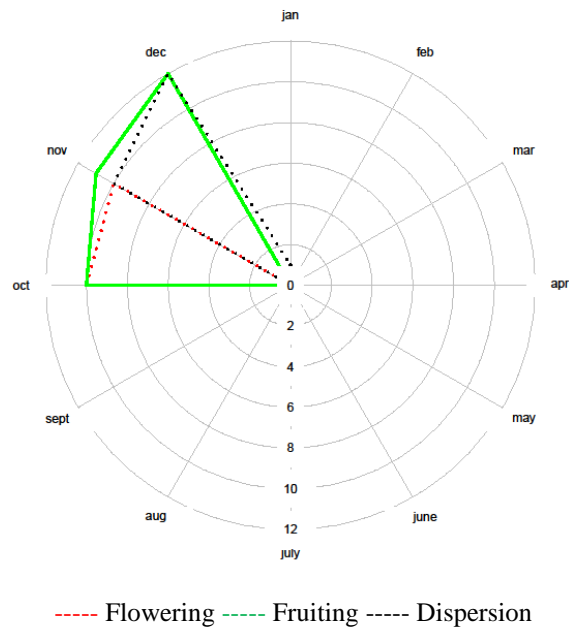


Figure 8. Circular diagram of the reproductive period: flowering, fruiting and dispersal of *Paspalum plicatulum*, in a native field area of the Pampa biome, in São Gabriel, RS. The mean angle indicates the average date of the year in which the reproduction is concentrated, and the vector r varies from 0 to 1, pointing out the number of individuals around the mean date.

Paspalum urvillei: the species presented a warm-season pattern for all the reproductive phenophases (Figure 9). Flowering began in October, reaching its peak in both November and January. This phenophase presented a significant correlation with temperature ($r_s = 0.84$ and $p = 0.0$), but no significant correlation with precipitation ($r_s = 0.12$ and $p = 0.69$). Fruiting began in November, with peaks of activity from November to January, and March. Fruiting showed a significant correlation with temperature ($r_s = 0.76$ and $p = 0.00$); it did not present a significant correlation with precipitation ($r_s = 0.07$ and $p = 0.82$). The dispersion overlapped the fruiting phenophase, but continued until May, with peaks of activity from November to January, and March. This phenophase showed a significant correlation with temperature ($r_s = 0.70$ and $p = 0.01$), while no significant correlation between fruiting and precipitation was noticed ($r_s = 0.15$ and $p = 0.63$). The interval between the beginning of flowering and the beginning of the dispersion is approximately one month.

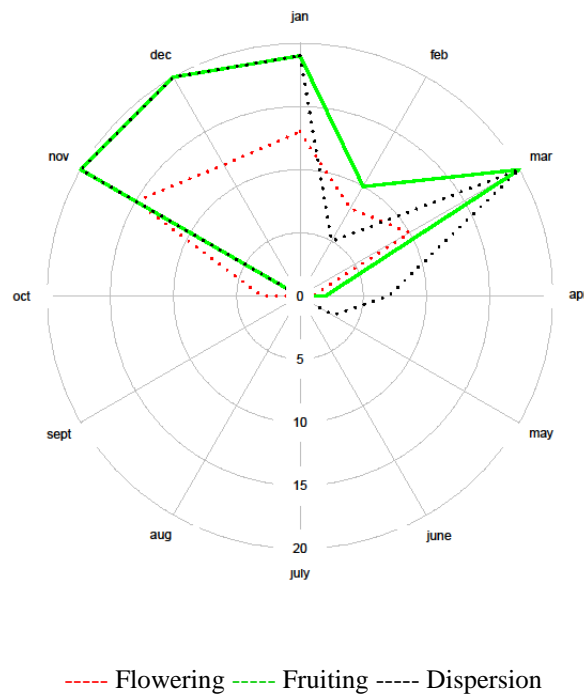


Figure 9. Circular diagram of the reproductive period: flowering, fructification and dispersal of *Paspalum urvillei*, in a native field area of the Pampa biome, in São Gabriel, RS. The mean angle indicates the average date of the year in which the reproduction is concentrated, and the vector r varies from 0 to 1, pointing out the number of individuals around the mean date.

Piptochaetium montevidense: the species presented a warm-season pattern along all the reproductive phenophases (Figure 10). Flowering began in September, with peak activity in October. This phenophase did not evidence significant correlation with either temperature ($r_s = 0.12$ and $p = 0.69$) or precipitation ($r_s = -0.19$ and $p = 0.53$). Fruiting started in October, with peak activity in November. No significant correlation of this phenophase was found with either temperature ($r_s = 0.14$ and $p = 0.65$) or precipitation ($r_s = -0.18$ and $p = 0.56$). The dispersion began in November, with peak activity in December. This phenophase showed a significant correlation with temperature ($r_s = 0.64$ and $p = 0.02$), but it was not significantly correlated with mean precipitation ($r_s = 0.05$ and $p = 0.86$). The interval between the beginning of flowering and the beginning of the dispersion is approximately two months.

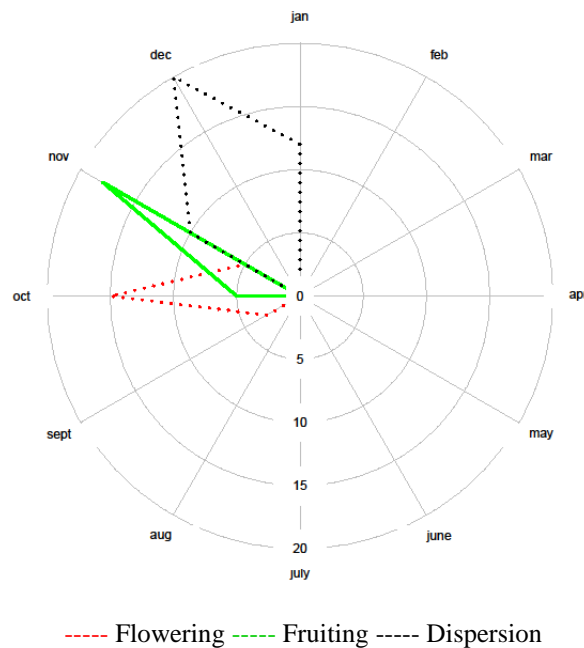


Figure 10. Circular diagram of the reproductive period: flowering, fructification and dispersal of *Piptochaetium montevidense* in a native field area of the Pampa biome, in São Gabriel, RS. The mean angle indicates the average date of the year in which the reproduction is concentrated, and the vector r varies from 0 to 1, pointing out the number of individuals around the mean date.

Schizachyrium microstachyum: the species presented a warm-season pattern for all the reproductive phenophases (Figure 11). Flowering began in January and reached its peak in the same month. A significant correlation was found between this phenophase and temperature ($r_s = 0.65$ and $p = 0.02$), but it did not show a significant correlation with precipitation ($r_s = 0.37$ and $p = 0.23$). Fruiting began in February, showing peak activity in the same month. Fruiting did not show significant correlation with either temperature ($r_s = 0.40$ and $p = 0.19$) or precipitation ($r_s = 0.27$ and $p = 0.38$). The dispersion began in March, with peak activity in that month. This phenophase showed no significant correlation with either temperature ($r_s = 0.13$ and $p = 0.68$) or precipitation ($r_s = 0.30$ and $p = 0.33$). The interval between the beginning of flowering and the beginning of the dispersion is approximately two months.

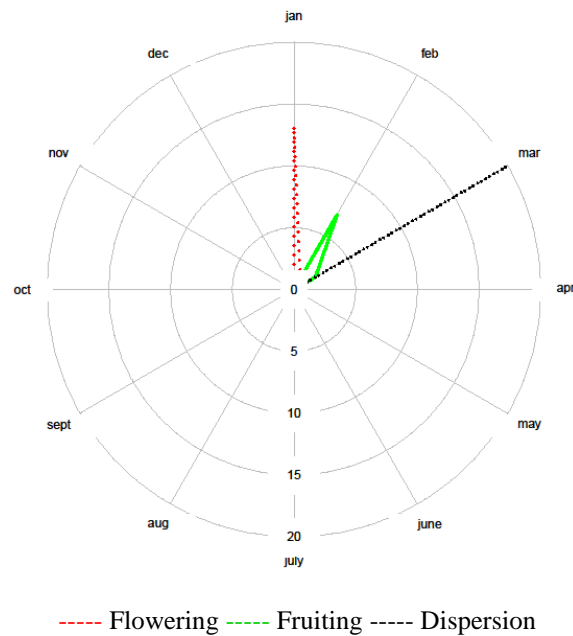


Figure 11. Circular diagram of the reproductive period: flowering, fructification and dispersal of *Schizachyrium microstachyum* in a native field area of the Pampa biome, in São Gabriel, RS. The mean angle indicates the average date of the year in which the reproduction is concentrated, and the vector r varies from 0 to 1, pointing out the number of individuals around the mean date.

In general, in Figure 12, it is possible to notice that the beginning of the flowering phenophase of the species occurred in September 2016, extending until April 2017; fructing occurred from October 2016 to March 2017; and the dispersion lasted from November 2016 to April 2017. It was observed that the peak of the reproductive phenophases occurred simultaneously in November 2016.

By analyzing the phenophases (flowering, fructing and dispersion), it is observed that most species showed seasonality with temperature, and the reproductive phenology started in the period of the year with the highest average temperatures (Figure 1). It should be noted that grass species present a warm-season pattern for all the reproductive phenophases. During the period with the lowest temperatures, the species were in a vegetative stage.

The Spearman correlation index (r_s) pointed out a significant correlation between the reproductive phenophases of most species and the climatic variable, mean temperature. However, no correlation was found between the phenophases of the species and the mean rainfall (Table 2).

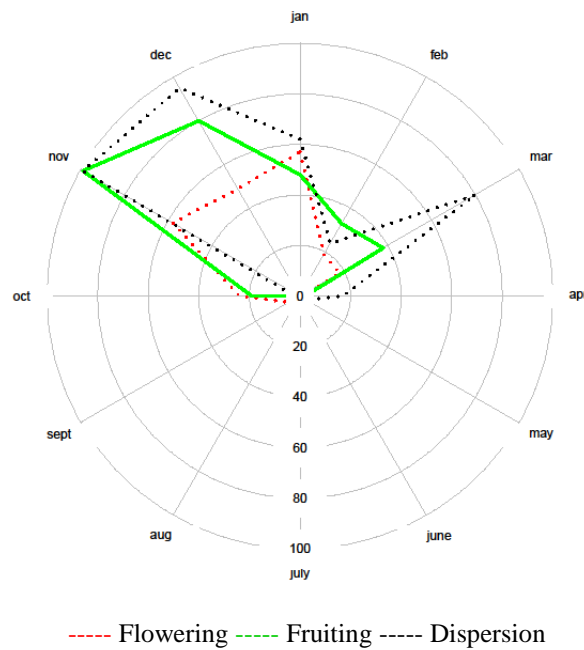


Figure 12. Circular diagram of the reproductive period: flowering, fructification and dispersal of 10 grass species in a native field area of the Pampa biome, in São Gabriel, RS. The mean angle indicates the average date of the year in which the reproduction is concentrated, and the vector r varies from 0 to 1, pointing out the number of individuals around the mean date.

Table 2. Spearman correlation coefficients (r_s) and p values between flowering, fruiting and dispersion phenophases and the variables, mean temperature and mean precipitation, for the study period from November / 2016 to October / 2017 for area of native pasture of the Pampa biome, in the city of São Gabriel, RS.

Species	Phenophase	Average temperature (°C)	Average precipitation (mm)
<i>Axonopus affinis</i>	Flowering	$r_s = 0.14$ p = 0.65	$r_s = -0.18$ p = 0.56
	Fruiting	$r_s = 0.38$ p = 0.22	$r_s = -0.27$ p = 0.38
	Dispersion	$r_s = 0.38$ p = 0.22	$r_s = -0.27$ p = 0.38
<i>Calamagrostis viridiflavescens</i>	Flowering	$r_s = 0.14$ p = 0.65	$r_s = -0.18$ p = 0.56
	Fruiting	$r_s = 0.39$ p = 0.20	$r_s = -0.24$ p = 0.44
	Dispersion	$r_s = 0.61$ p = 0.03*	$r_s = -0.01$ p = 0.95
<i>Cynodon dactylon</i>	Flowering	$r_s = 0.66$ p = 0.01*	$r_s = 0.00$ p = 1.0
	Fruiting	$r_s = 0.77$ p = <0.01*	$r_s = 0.01$ p = 0.97
	Dispersion	$r_s = 0.66$ p = 0.01*	$r_s = 0.13$ p = 0.67
<i>Eragrostis plana</i>	Flowering	$r_s = 0.79$ p = <0.01*	$r_s = 0.43$ p = 0.16
	Fruiting	$r_s = 0.67$ p = 0.01*	$r_s = 0.50$ p = 0.09
	Dispersion	$r_s = 0.42$ p = 0.16	$r_s = 0.18$ p = 0.55

<i>Mnesithea selloana</i>	Flowering	$r_s = 0.53$ p = 0.07	$r_s = -0.03$ p = 0.90
	Fruiting	$r_s = 0.72$ p = <0.01*	$r_s = 0.10$ p = 0.75
	Dispersion	$r_s = 0.78$ p = <0.01*	$r_s = 0.76$ p = 0.69
<i>Paspalum notatum</i>	Flowering	$r_s = 0.84$ p = <0.01*	$r_s = 0.12$ p = 0.69
	Fruiting	$r_s = 0.65$ p = 0.02*	$r_s = 0.37$ p = 0.23
	Dispersion	$r_s = 0.59$ p = 0.04*	$r_s = 0.48$ p = 0.10
<i>Paspalum plicatulum</i>	Flowering	$r_s = 0.12$ p = 0.68	$r_s = -0.16$ p = 0.61
	Fruiting	$r_s = 0.33$ p = 0.28	$r_s = -0.17$ p = 0.57
	Dispersion	$r_s = 0.61$ p = 0.03*	$r_s = -0.01$ p = 0.95
<i>Paspalum urvillei</i>	Flowering	$r_s = 0.84$ p = <0.01*	$r_s = 0.76$ p = 0.69
	Fruiting	$r_s = 0.76$ p = <0.01*	$r_s = 0.07$ p = 0.82
	Dispersion	$r_s = 0.70$ p = 0.01*	$r_s = 0.15$ p = 0.63
<i>Piptochaetium montevidense</i>	Flowering	$r_s = 0.12$ p = 0.69	$r_s = -0.19$ p = 0.53
	Fruiting	$r_s = 0.14$ p = 0.65	$r_s = -0.18$ p = 0.56
	Dispersion	$r_s = 0.64$ p = 0.02*	$r_s = 0.05$ p = 0.86
<i>Schizachyrium microstachyum</i>	Flowering	$r_s = 0.65$ p = 0.02*	$r_s = 0.37$ p = 0.23
	Fruiting	$r_s = 0.40$ p = 0.19	$r_s = 0.27$ p = 0.38
	Dispersion	$r_s = 0.13$ p = 0.68	$r_s = 0.30$ p = 0.33

* $P < 0.05$ Significant

4. Discussion

The results obtained in this work evidenced warm-season reproductive phenophases, that is, the phenophases occurred in a certain period of the year, and the reproductive phenological patterns of the species overlapped (Fig. 2 to 11). Although all phenophases presented the same period of duration, *Paspalum urvillei* was the only species that showed longer phenophases (Fig. 9), thus indicating a great synchrony with the seasonality of temperature. For bees, the best pasture is composed of dirty pastures and preserved areas, where there is a great diversity of wild plants, which bloom throughout the year (Almeida *et al.*, 2003). Furthermore, the species of grasses have been often used for forage purposes in the state of Rio

Grande do Sul. In the pastures native to this state, 62 species of the genus *Paspalum* occur, which characterizes it as the most important genus as forage (Townsend, 2008).

Among the species sampled, flowering of *Axonopus affinis*, *Calamagrostis viridiflavences*, *Cynodon dactylon*, *Paspalum plicatulum* and *Paspalum urvillei* began in October, with the highest activity peak in November (Fig. 2, 3, 4, 8, 9). These data are similar to those obtained by Exner *et al.* (2010), who observed the flowering of *Setaria lachnea* (Poaceae) populations in Argentina, which began flowering at the end of October, with a higher reproductive activity in November. Similarly, Richard *et al.* (2015) observed that the flowering phenophase of six populations of *Sporobolus phleoides* Hack. (Poaceae) in Argentina began in October and remained until July. In this study, the time of occurrence of flowering coincided with the period of the year with higher temperature (Table 2), which evidences a great interaction between flowering and the climatic variable. Temperature, photoperiod and humidity are the main factors identified for the beginning of flowering (Lacey, 2003), and temperature plays an important role in the control of this phenophase (Heide, 1994), thus confirming the data obtained in this study.

The fruiting phenophase of most species presented a phenological pattern that overlapped the flowering phenophase, which also started in November, the period of the year in which the transition from lower to higher temperatures begins (Table 1). Significant correlations with temperature showed a tendency of *Cynodon dactylon*, *Eragrostis plana*, *Mnesithea selloana*, *Paspalum notatum*, and *Paspalum urvillei* to occur in the period with higher temperature (Table 2). This suggests the importance that the seasonality of the climate exerts on the reproductive phenology of these species, guaranteeing fruiting during that period. According to Bergamaschi (2007), thermal availability has a direct influence on plant phenology, and higher temperatures accelerate plant development.

With respect to seed dispersal, the onset of the reproduction phenophase of most species occurred in November. It is important to note that the dispersion evidenced the highest significant correlations with temperature, thus revealing high reproductive seasonality (Table 2). This seasonality can be attributed to the fact that higher temperatures contribute to the dehydration of caryopses, thus favoring their opening and the occurrence of seed dispersal. This strategy may favor the conservation of the species, which remain in the soil seed bank, germinating under favorable environmental conditions. Several species of perennial grasses need to remain dormant in low temperatures, so that the bud dormancy is broken and, consequently, the development of flowers and fruits occurs in spring (Bergamaschi, 2007).

For the region of São Gabriel, the highest values corresponding to the highest temperatures occur from September to March (spring-summer). Most grass species of Rio Grande do Sul have a summer development cycle, developing along spring and summer (Boldrini and Longhi-Wagner, 2011). This may explain the high seasonality of seed dispersal regarding the temperature variable.

The species *Eragrostis plana* and *Cynodon dactylon* also presented a warm-season reproductive phenophase; both species showed a significant correlation with the temperature variable. Depending on the region, the invasive species bloom sooner, later or at the same time as the native ones; the differences in the flowering pattern between groups depend on the context (Godoy *et al.*, 2009). This study showed that both invasive and native species occur in the same period, suggesting that there is no difference in the phenology of invasive and native species.

The invasion of pastoral habitats by exotic plants is a global phenomenon, with serious consequences to ecological, economic and social systems (Medeiros *et al.*, 2009), causing modification and degradation of pastures, especially under the current climate change (Xia Xu *et al.*, 2015). Several invasive species have caused serious damage to the Pampa biome's rural areas, such as loss and decharacterization of natural vegetation. One of the main invasive species is *Eragrostis plana*; originated in Africa, it was accidentally introduced in Brazil in the 1950s. Another important species is *Cynodon dactylon*, considered as an aggressive and invasive forage (Davyt, 2006).

Little is known about the reproductive phenological patterns of plant species from rural areas (Elzinga *et al.*, 2007), and there are few studies comparing species in native pasture environments dominated by exotic species (Kulmatiski, 2006). Thus, the study of reproductive phenological patterns can help recover degraded ecosystems, considering that the dispersion of seeds is important for the successful propagation of the species in the environment, as well as the formulation of strategies for control and prevention of exotic species in areas of native pasture.

Conclusion

The study showed that the occurrence of the reproductive phenophases of summer grass species were season-dependent. The correlations were significant between at least one phenophase of each species and temperature, with the highest correlations being with the dispersion phenophase. The only species that did not show correlation with this variable was

Axonopus affinis. As for precipitation, there was no correlation with any phenophase of the species analyzed.

From this information, it is possible to consider in this study that temperature is an important factor for the reproductive phenology of grass species. Studies of reproductive phenology of plant species seem to be promising for the recovery of degraded areas.

Acknowledgment

To Anacreonte Ávila de Araújo Research Center - DDPA Forrageiras, city of São Gabriel / RS, for providing the area for this experiment. To the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel - Capes, for granting the master's degree grant to the first author. To Professor Dr. José Ribeiro for the essential statistical help.

References

- Almeida, D., Marchini, L.C., Sodr , G.S., D'Avila, M., Arruda, C.M.F. 2003. Plantas visitadas por abelhas e poliniza o. Piracicaba. **ESALQ – Divis o de Biblioteca e Documenta o**.
- Belo. R.M., Negreiros. D., Fernandes.W.G., Silveira. O. A. F., Ranieri. D.B., Morellato. P. C. 2013. Fenologia reprodutiva e vegetativa de arbustos end micos de campo rupestre na Serra do Cipó, Sudeste do Brasil. **Rodriguésia** 64 (4): 817-828.
- Bergamaschi, H. O clima como fator determinante da fenologia das plantas. 2007. In: REGO, G.M., NEGRELLE, R.B., MORELLATO, L.P.C. (Org.). Fenologia como Ferramenta para Conserva o e Manejo de Recursos Vegetais. Colombo, **EMBRAPA**, p.291-310.
- Biondi, D., Leal, L., Batista, A. C. 2007. Fenologia do florescimento e frutifica o de espécies nativas dos Campos. **Acta Sci. Biol. Sci.** Maringá, V. 29, n. 3. p. 269-276.
- Boldrini, I.I., Ferreira, P.M.A., Andrade, B.O., Schneider, A.A., Setubal, R.B., Trevisan, R., Freitas, E.M. 2010. **Bioma Pampa: diversidade florística e fisionômica**. EDU: Porto Alegre, p. 7- 15.
- Boldrini, I.I., Longhi-Wagner, H.M. 2011. Poaceae no Rio Grande do Sul, diversidade, importância na fitofisionomia e conserva o. **Ciência & Ambiente** 42: 71-92.
- Burkart, A. 1975. Evolution of grasses and grasslands in South America. **Taxon** 24: 53-66.
- Chuine, I., Beaubien, E.G. 2001. Phenology is a major determinant of tree species range. **Ecology Letters** 4: 500-510.
- Davyt, R. 2006. Informe t cnico: Control de gramilla. Uruguay: **Sociedad de Fomento Rural de Colonia Suiza**.

Elzinga, J.E., Atlan, Anne., Biere, A. 2007. Time after time: flowering phenology and biotic interactions. **Trends in Ecology and Evolution** 22: 432- 439.

Exner, E., Zabala, J.M., Pensiero, J.F. 2010. Variations in flowering phenology and reproductive success in *Setaria lachnea*. **Agrociencia**. 44: 779-789.

Fenner, M. 1998. The phenology of growth and reproduction in plants. Perspectives in Plant Ecology, **Evolution and Systematic** 1:78-91.

Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://flora.dobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 10 Dez. 2017.

Godoy, O., Richardson, D. M., Valladares, F., Castro-Díez, P. 2009. Flowering phenology of invasive alien plant species compared with native species in three Mediterranean-type ecosystems. **Annals of Botany** 103: 485 - 494.

Gutiérrez, H. F., Medan, D., Pensiero, J.F. 2006. Limiting factors of reproductive success in *Bromus auleticus* (Poaceae). 1. Flowering phenology, sexual expression, and pollen production. **New Zealand Journal of Botany**. Vol. 44 : 47-55.

Gutiérrez, H. F., Richard, G.A., Cerino, M.C., Pensiero, J.F. 2016. Sistema reproductivo de *Trichloris* (Poaceae, Chloridoideae, Chlorideae). **Bol. Soc. Argent. Bot.** 51 (1): 111-122.

Heide, O.M. 1994. Control of flowering of reproduction in temperate grasses. **Nezv Phytol.** 128, 347-362.

IBGE. 2004. **Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de Biomas do Brasil**.

Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A., Stevens, P.F., Donoghue, M.J. 2009. **Sistemática Vegetal: Um Enfoque Filogenético**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed. 297p.

Köppen, W. 1948. **Climatologia. Fondo de Cultura Económica**. México.

Kulmatiski, A. 2006. Exotic plants establish persistente communities. **Plant Ecol.** 187:261–275.

Lacey, E. P., D. Roach, D. Herr, S. Kincaid., R. Perrott. 2003. Multigenerational effects of flowering and fruiting phenology in *Plantago lanceolata*. **Ecology** 84(9): 2462-2475.

Lieth, H. 1974. Introduction to phenology and modeling of seasonality. In Phenology and seasonality modeling (H. Lieth, Ed.). **Springer Verlag**, Berlin, p.3-19.

Medeiros, R. B., Saibro, J.C., Focht, T. Invasão de capimannoni (*Eragrostis plana* Nees) no bioma Pampa do Rio Grande do Sul. In: Pillar VDP, Müller SC, Castilhos ZMC, Jacques A.V.A (Eds.) **Campos Sulinos - Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. 2 ed. Brasília, DF: MMA, 2009, v. 1, p. 317.

Morellato, L.P.C., Alberti, L.F., Hudson, I.L. 2010b. Applications of circular statistics in plant phenology: a case studies approach. In: Hudson, I.L. & Keatley, M. (Eds.). **Phenological research: methods for environmental and climate change analysis**. Dordrecht, Springer. Pp. 357-371.

Newstrom, L.F., Frankie, G.W., Baker, H.G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, v. 26, p.141-159.

Oleques, S.S., Overbeck, G.E., Avia, R.S. 2017. Flowering phenology and plant-pollinator interactions in a grassland community of Southern Brazil. **Flora**. 229. 141-146.

Rathcke B., Lacey E.P. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. Annual Review of Ecology, **Evolution and Systematics**, 16: 179-214.

Richard, G., Pensiero, J.F., Cerino, C; Galati, B.G., Gutiérrez, H.F. 2015. Reproductive biology of *Sporobolus phleoides* Hack. (Poaceae), and endemic halophyte grass of Argentina. **Plant Systematics and Evolution**. DOI 10.1007/s00606-015-1206-1.

Scheffer-Basso, S. M., Baréa, K., Jacques, A.V.A. *Paspalum* e *Adesmia*: importantes Forrageiras dos campos sulinos. In: Pillar VDP, Müller SC, Castilhos ZMC, Jacques A.V.A (Eds.) **Campos Sulinos - Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. 2 ed. Brasília, DF: MMA, 2009, v. 1, p. 171.

Streck, E.V., Kämpf, N., Dalmolin, R.S.D., Klamt, E., Nascimento, P.C. do; Schneider, P., Giasson, E., Pinto, L.F.S. 2008. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Emater/RS.

Townsend, C. R. Características produtivas de gramíneas nativas do gênero *Paspalum*, em resposta à disponibilidade de nitrogênio. 2008. 267 f. **Tese (Doutorado em Zootecnia)** – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Xiu Xu., Polley, W., Hofmochel, K., Daneshgar, P.P., Wilsey, B.J. 2015. Plant invasions differentially affected by diversity and dominant species in native and exotic dominated grasslands. **Ecology and Evolution**. 5 (23) 5662-5670.

APÊNDICE I – Frutificação de *Axonopus affinis* Chase



APÊNDICE II – Dispersão de *Calamagrostis viridiflavences* (Poir.) Steud



APÊNDICE III – Antese de *Cynodon dactylon* (L.) Pers



APÊNDICE IV – Antese de *Eragrostis plana* Nees



APÊNDICE V – Antese *Mnesithea selloana* (Hack) de Koning & Sosef



APÊNDICE VI – Antese de *Paspalum notatum* Flugge



APÊNDICE VII – Dispersão de *Paspalum plicatulum* Michx



APÊNDICE VIII – Dispersão de *Paspalum urvillei* Steud



APÊNDICE IX - Frutificação de *Piptochaetium montevidense* (Spreng.) Parodi



APÊNDICE X – Dispersão de *Schizachyrium microstachyum* (Desv.) Roseng

