

## **VARIÁVEIS BIOCLIMÁTICAS INDICADORAS DE TOLERÂNCIA A ESTRESSES HÍDRICO E TÉRMICO EM PARENTES SILVESTRES DE LEGUMINOSAS NATIVAS DO PAMPA**

DAIANE RODEGHIERO VAHL<sup>1</sup>; GUSTAVO HEIDEN<sup>2</sup>; JOÃO IGANCI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>PPG Fisiologia Vegetal - Universidade Federal de Pelotas – [daianevahl.r@gmail.com](mailto:daianevahl.r@gmail.com)

<sup>2</sup>Embrapa Clima Temperado – [gustavo.heiden@embrapa.br](mailto:gustavo.heiden@embrapa.br)

<sup>3</sup>PPG Fisiologia Vegetal - Universidade Federal de Pelotas – [joaoiganci@gmail.com](mailto:joaoiganci@gmail.com)

### **1. INTRODUÇÃO**

A mudança climática representa um desafio crescente à segurança alimentar global (FAROOQ et al., 2022) devido à intensificação de estresses abióticos como a seca e o calor extremos (DASGUPTA; ROBINSON, 2022). A previsão de aumento na frequência e intensidade desses eventos climáticos ameaça diretamente a produtividade dos principais cultivos agrícolas (YUAN et al., 2024). Somado a isso, a projeção de que a população humana alcance 9,7 bilhões pessoas até 2050 (UNITED NATIONS, 2019) demanda a oferta de mais alimentos. Assim, o desenvolvimento de cultivares mais resilientes e produtivas é primordial para enfrentar os impactos das mudanças climáticas e garantir a segurança alimentar das futuras gerações (BENITEZ-ALFONSO et al., 2023).

Em resposta a esse cenário, os parentes silvestres de plantas cultivadas são recursos genéticos vegetais valiosos como fontes de variabilidade genética para características de interesse agrônomo (BROZYNSKA et al. 2016). Os parentes silvestres evoluíram em seus habitats naturais e desenvolveram respostas adaptativas a diferentes condições ambientais (CORTÉS; LÓPEZ-HERNÁNDEZ, 2021). Entretanto, apesar do potencial de aplicação na agricultura, os parentes silvestres de plantas cultivadas ainda são pouco conhecidos e utilizados, e enfrentam ameaças crescentes de extinção na natureza (CASTAÑEDA-ÁLVAREZ et al., 2016).

Nesse contexto, modelos bioclimáticos surgem como ferramenta promissora para identificar padrões de distribuição relacionados a variáveis climáticas, fornecendo pistas sobre a adaptação ecológica das espécies. Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo identificar parentes silvestres de leguminosas nativas do bioma Pampa com maior potencial de tolerância a estresses hídrico e térmico com base em dados bioclimáticos atuais e projeções futuras. Os resultados visam apoiar estratégias de conservação e promover o uso sustentável destes recursos genéticos vegetais, contribuindo para a segurança alimentar em cenários de mudanças climáticas.

### **2. METODOLOGIA**

Os registros de ocorrência georreferenciados de parentes silvestres de leguminosas nativas do bioma Pampa, foram obtidos na plataforma Global Biodiversity Information Facility (GBIF, 2025). As variáveis bioclimáticas foram extraídas do banco de dados WorldClim (versão 2.1, com resolução espacial de 2,5 minutos de arco) (FICK; HIJMANS, 2017), considerando tanto o clima atual quanto projeções futuras em dois cenários: otimista (SSP126: 2021–2040, 2061–2080 e 2081–2100) e pessimista (SSP585: 2021–2040, 2061–2080 e 2081–2100). As coordenadas geográficas dos registros de ocorrência foram utilizadas para extrair os valores das variáveis bioclimáticas por meio da função `extract` no ambiente RStudio, considerando apenas os táxons que possuíam o mínimo de 10 registros de ocorrência no bioma Pampa. A metodologia para identificar os táxons com maior potencial de tolerância ao

estresse hídrico e térmico foi adaptada de ZHANG; LI (2023). Para isso, a razão entre BIO10 (temperatura média do trimestre mais quente) e BIO18 (precipitação do trimestre mais quente) é calculada para cada ponto de ocorrência de cada espécie. Ao final, os valores da razão de cada ponto são somados e divididos pelo número de pontos de ocorrência resultando na média da razão para cada espécie por variável analisada. O táxon que apresentou o maior valor médio da razão entre BIO10 e BIO18 foi considerado como tendo maior potencial de tolerância aos estresses hídrico e térmico. Foram analisados os seguintes gêneros de parentes silvestres de leguminosas: *Arachis* L., *Lathyrus* L., *Vicia* L. e *Vigna* Savi.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No bioma Pampa ocorrem 35 espécies de parentes silvestres de leguminosas. Dentre os parentes silvestres do amendoim ocorrem três espécies no bioma pertencentes ao gênero *Arachis* L. Quinze espécies de parentes silvestres do chícharo, ervilhaca e ervilha-doce pertencentes ao gênero *Lathyrus* L. Doze táxons que são parentes silvestres da ervilha-comum, ervilha-húngara e fava e fazem parte do gênero *Vicia* L. e três parentes silvestres do feijão-azuki, feijão-bambara, feijão-da-china, feijão-frade e feijão-mungu pertencentes ao gênero *Vigna* Savi. Entretanto, para as análises foram considerados apenas os 20 táxons que possuíam dados de ocorrência suficientes: *Arachis* L. (três espécies), *Lathyrus* L. (seis espécies), *Vicia* L. (oito táxons) e *Vigna* Savi (três espécies). Sendo uma espécie endêmica do bioma (*Vicia platensis* Speg.).

Dentre as espécies de *Arachis*, que ocorrem no bioma Pampa, *A. villosa* Benth. apresentou o maior potencial de tolerância ao estresse hídrico e térmico, enquanto *A. burkartii* Handro o menor. Já em *Lathyrus*, *L. sericeus* Lam. se destacou com o maior potencial de tolerância hídrico e térmico e *L. subulatus* Lam. obteve os menores valores. Dentre as espécies de *Vicia*, *V. platensis* Speg. apresentou o maior potencial de tolerância ao estresse hídrico e térmico, enquanto que *V. macrograminea* Burkart o menor. E, por fim, em *Vigna*, *V. luteola* (Jacq.) Benth. apresentou o maior potencial de tolerância ao estresse hídrico e térmico com os maiores valores médios da razão entre BIO10 e BIO18 em todos os cenários analisados, enquanto *V. lasiocarpa* (Mart. ex Benth.) Verdc. apresentou os menores valores. Na Tabela 1 estão os valores das médias da BIO10, enquanto na Tabela 2 os valores das médias da BIO18 para as espécies com maior e menor potencial de tolerância aos estresses hídrico e térmico.

O potencial de tolerância hídrico e térmico das espécies de melhor desempenho é ainda reforçado pelos valores das variáveis BIO5 (temperatura do mês mais quente) e BIO14 (precipitação do mês mais seco). *Arachis villosa*, atualmente, ocorre em áreas com temperatura de até 32,9 °C e precipitação de 12–97 mm. No futuro, o cenário otimista (SSP126) projeta até 33,9 °C e 11–142 mm, enquanto o pessimista (SSP585) pode alcançar 36,6 °C de temperatura, com 11–147 mm de precipitação. Para *L. sericeus*, atualmente, a temperatura chega a 32,4 °C e a precipitação é de 14–99 mm. No cenário otimista (SSP126), a temperatura pode alcançar 33,5 °C, com precipitação de 13–113 mm, enquanto no pessimista (SSP585), a temperatura chega a 36 °C, com precipitação entre 11–126 mm. Enquanto, para *V. platensis*, atualmente, a temperatura chega até 31,9 °C e a precipitação é de 29–88 mm. No futuro, o cenário otimista (SSP126) projeta até 32,8 °C e 26–90 mm, enquanto o pessimista (SSP585) chega a 35 °C, com 25–90 mm de precipitação. Por fim, para *V. luteola*, atualmente, a temperatura alcança até 32,7 °C na faixa de distribuição da espécie, com precipitação de 23–113 mm. No cenário otimista (SSP126), a temperatura do mês mais quente se mantém em 33,5 °C, com precipitação entre 25–120 mm, enquanto no

cenário pessimista (SSP585), a temperatura chega a 36,4 °C, com precipitação variando de 25–137 mm. Portanto, as espécies classificadas com maior potencial de tolerância hídrica e térmica demonstram um padrão consistente, sustentado pelos valores das variáveis BIO5 e BIO14.

Este estudo atingiu o objetivo de identificar parentes silvestres de leguminosas nativas do Pampa com maior potencial de tolerância hídrica e térmica, reforçando que essas espécies de plantas são estratégicas para a adaptação agrícola às mudanças climáticas (BROZYNSKA et al., 2016; CORTÉS; LÓPEZ-HERNÁNDEZ, 2021). Espécies como *Arachis villosa*, *Lathyrus sericeus*, *Vicia platensis* e *Vigna luteola* apresentaram valores consistentemente elevados da razão entre BIO10 e BIO18, indicando ocorrência natural em ambientes mais quentes e relativamente secos, o que sugere adaptações fisiológicas relevantes para resistência a estresses abióticos. Por outro lado, espécies com menores razões, como *L. subulatus*, *V. macrograminea* e *V. lasiocarpa*, apesar de estarem associados a áreas de maior temperatura, também estão em áreas de maior precipitação no trimestre mais quente, o que reduz a pressão seletiva para tolerância. A priorização das espécies mais tolerantes pode orientar tanto ações imediatas de pré-melhoramento quanto estratégias de conservação in situ e ex situ, alinhando-se às diretrizes globais para segurança alimentar e conservação de recursos genéticos (MAXTED et al., 2010).

**Tabela 1:** Valores das médias de temperatura do trimestre mais quente (BIO10) para as espécies de parentes silvestres de leguminosas que ocorrem no bioma Pampa com maior e menor potencial de tolerância hídrica e térmico para o cenário atual (Atual), cenário otimista (SSP126) e cenário pessimista (SSP585) futuros.

				SSP126			SSP585		
				2021	2061	2081	2021	2061	2081
				-	-	-	-	-	-
Atual				2040	2080	2100	2040	2080	2100
Parente silvestre		Média de Temperatura °C (BIO10)							Tolerância
Arachis burkartii		24,55	25,46	25,56	25,42	25,54	27,03	25,05	Menor
Arachis villosa		24,28	25,17	25,33	25,19	25,38	26,66	27,69	Maior
Lathyrus subulatus		23,28	24,16	24,32	24,24	24,31	25,65	26,58	Menor
Lathyrus sericeus		22,14	22,81	23,19	22,9	23,19	24,29	24,92	Maior
Vicia macrograminea		25,37	26,3	26,16	26,16	26,35	27,95	29,04	Menor
Vicia platensis		22,58	23,32	23,62	23,4	23,67	24,62	25,28	Maior
Vigna lasiocarpa		25,91	26,8	26,9	26,7	26,9	28,6	29,7	Menor
Vigna luteola		23,46	24,3	24,45	24,39	24,57	25,59	26,51	Maior

**Tabela 2:** Valores das médias de precipitação do trimestre mais quente (BIO18) para as espécies de parentes silvestres de leguminosas que ocorrem no bioma Pampa com maior e menor potencial de tolerância hídrica e térmico para o cenário atual (Atual), cenário otimista (SSP126) e cenário pessimista (SSP585) futuros.

	SSP126						SSP585		
	2021	2061	2081	2021	2061	2081			
	-	-	-	-	-	-			
	Atual	2040	2080	2100	2040	2080	2100		
	Parente silvestre	Média de Precipitação mm (BIO18)							Tolerância
<i>Arachis burkartii</i>	405	415	428	404	445	454	443	Menor	
<i>Arachis villosa</i>	362	370	369	355	390	402	383	Maior	

<i>Lathyrus subulatus</i>	353	358	364	346	385	389	370	Menor
<i>Lathyrus sericeus</i>	270	280	268	279	383	288	284	Maior
<i>Vicia macrograminea</i>	387	401	412	394	418	431	415	Menor
<i>Vicia platensis</i>	271	282	267	273	285	295	278	Maior
<i>Vigna lasiocarpa</i>	385	404	413	413	396	409	418	Menor
<i>Vigna luteola</i>	336	350	345	334	364	360	345	Maior

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados apresentados indicam espécies de leguminosas com potencial de tolerância hídrico e térmico que podem auxiliar no melhoramento dos cultivos agrícolas frente à mudança climática. Dentre os 35 táxons, a maioria tem distribuição concentrada na América do Sul, com pouca ou nenhuma ocorrência em outros continentes, sendo que seis espécies estão ameaçadas de extinção e outras três são consideradas como Dados Insuficientes, o que torna esses resultados ainda mais preocupantes. A América do Sul é considerada um dos continentes com mais lacunas de conservação e do conhecimento a serem preenchidos acerca de parentes silvestres de plantas cultivadas. Esses achados reforçam a urgência de integrar os parentes silvestres aos bancos de germoplasma e programas de melhoramento genético vegetal buscando por cultivos agrícolas mais resilientes.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENITEZ-ALFONSO, Y. et al. Enhancing climate change resilience in agricultural crops. **Current Biology**, v. 33, n. 23, p. R1246–R1261, 2023.
- BROZYNSKA, M.; FURTADO, A.; HENRY, R.J. Genomics of crop wild relatives: expanding the gene pool for crop improvement. **Plant Biotechnology Journal**, v. 14, p. 1070–1085, 2016.
- CASTAÑEDA-ÁLVAREZ, N.P. et al. Global conservation priorities for crop wild relatives. **Nature plants**, v. 2, n. 4, p. 1-6, 2016.
- CORTÉS, A.J.; LÓPEZ-HERNÁNDEZ, F. Harnessing Crop Wild Diversity for Climate Change Adaptation. **Genes**, v. 12, n. 5, p. 783, 2021.
- DASGUPTA, S.; ROBINSON, E.J.Z. Attributing changes in food insecurity to a changing climate. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 4709, 2022.
- FAROOQ, M.S. et al. Uncovering the Research Gaps to Alleviate the Negative Impacts of Climate Change on Food Security: A Review. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, p. 927535, 2022.
- FICK, S.E.; HIJMANS, R.J. WorldClim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, v. 37, n. 12, p. 4302–4315, 2017.
- GBIF - Global Biodiversity Information Facility. **Occurrence**. Copenhagen, 29 jul. 2025. Acessado em: 29 jul. 2025. Online. Disponível em: <https://www.gbif.org/>
- MAXTED, N. et al. A global approach to crop wild relative conservation: securing the gene pool for food and agriculture. **Kew Bulletin**, v. 65, p. 561-576, 2010.
- UNITED NATIONS. **World Population Prospects 2019: Highlights**. New York.
- YUAN, X.; LI, S.; CHEN, J.; YU, H.; YANG, T.; WANG, C.; HUANG, S.; CHEN, H.; AO, X. Impacts of Global Climate Change on Agricultural Production: A Comprehensive Review. **Agronomy**, v. 14, n. 7, p. 1360, 2024.
- ZHANG, X.; LI, X. An innovative index for separating the effects of temperature and precipitation on global vegetation change. **iScience**, v. 26, n. 6, 2023.