

ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA SOBRE A TOLERÂNCIA DE *Solanum tuberosum* L. A MUDANÇAS CLIMÁTICAS E ESTRESSES ABIÓTICOS

Caroline Vitoriano Reis¹, João Lucas Martins Rodrigues Paulo², Marili Galvino Santos¹, Jacielly Aparecida Carvalho Netto¹, Poliany Barbosa de Oliveira³, Lucimara Cruz de Souza¹.

¹Departamento de Biologia – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 372000-000 – Lavras, MG – Brasil, Caroline.reis2@estudante.ufla.br, marili.santos3@estudante.ufla.br, jacielly.netto1@estudante.ufla.br, lucimaracruz@ufla.br

²Departamento de Agricultura – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 37200-000 – Lavras, MG – Brasil, joao.paulo@estudante.ufla.br

³Centro de Ciências Agrárias e exatas – Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) Caixa Postal 16 – 29500-000 – Alegre, ES – polianybarbosa@gmail.com

Resumo

Este trabalho quantifica a produção científica relacionada à tolerância da cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) a fatores de estresse abiótico e mudanças climáticas, utilizando uma abordagem cienciométrica com dados das plataformas *Web of Science* e *Scopus*. A pesquisa identificou 303 artigos publicados entre 2004 e 2024, sendo 108 relacionados a mudanças climáticas e/ou estresse abiótico. A China se destacou como o principal país em produção científica sobre o tema, com 25 publicações, enquanto o Brasil registrou apenas 4 nesses últimos anos. As palavras-chave mais frequentes incluíram "genética", "regulação da expressão gênica" e "mudanças climáticas", refletindo o papel central da biotecnologia e da genética molecular no desenvolvimento de cultivares mais tolerantes. O trabalho destaca a necessidade de ampliar os estudos sobre o impacto das mudanças climáticas na batata, dada sua importância nutricional e econômica global, e enfatiza a urgência de estratégias que assegurem a sustentabilidade dessa cultura em um cenário de aquecimento global.

Palavras-chave: Bataticultura. Aumento da temperatura. Aquecimento global. Biotecnologia.

Área do Conhecimento: Ciências agrárias (Agronomia).

Introdução

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é nativa da América do Sul, na região da Cordilheira dos Andes, onde, há mais de 8000 anos, os nativos a consumiam (Lopes, 1999). Atualmente, ela se destaca como uma das principais culturas alimentares do mundo, ocupando posição de relevância no Brasil como a hortaliça mais importante. Com uma produção anual superior a 3,5 milhões de toneladas, cultivadas em aproximadamente 130 mil hectares em todo o território nacional (Suinaga; Pereira, 2015), essa importância se deve, em grande parte, ao elevado consumo pela população brasileira. Os tubérculos da batata são uma fonte rica de carboidratos, vitaminas, sais minerais e até mesmo proteínas de alta qualidade, o que a torna um alimento fundamental na dieta do país (Lopes, 1999). Devido às mudanças climáticas impulsionadas pelo aquecimento global, a produção de hortaliças enfrenta desafios significativos, como estresse hídrico, seca, salinização do solo e aumento das temperaturas (Lima, 2015). Esses fatores adversos têm ocasionado grandes perdas na produção da cultura da batata. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), o valor da produção da

batata no Brasil apresentou um aumento expressivo nos últimos anos: de R\$ 3.174.946,00 em 2018 para R\$ 6.728.524,00 em 2022.

Nas últimas décadas, a pesquisa científica tem se concentrado cada vez mais na compreensão dos mecanismos de tolerância da batata a esses fatores estressantes, buscando soluções para mitigar os impactos negativos e garantir a resiliência das culturas frente às mudanças ambientais (Aksoy et al., 2015). A análise cienciométrica nesse campo permite mapear o desenvolvimento e a evolução do conhecimento, identificar tendências emergentes e lacunas de pesquisa, bem como destacar os países, instituições e pesquisadores que lideram os esforços nessa área.

Esse estudo tem como objetivo analisar quantitativamente o número de trabalhos publicados e os países que mais pesquisam sobre a tolerância a mudanças climáticas e a fatores abióticos de estresse em *Solanum tuberosum* L., por meio de uma pesquisa cienciométrica utilizando as plataformas Web of Science e Scopus. A *Web of Science* é uma plataforma especializada em pesquisa científica que oferece acesso a uma vasta quantidade de publicações acadêmicas, além de permitir a avaliação de métricas de impacto, como o número de citações recebidas por um artigo ou o fator de impacto das revistas. Já a *Scopus* é uma base de dados bibliográfica abrangente, que disponibiliza resumos e citações de artigos acadêmicos, permitindo, assim, que os pesquisadores avaliem o desempenho das pesquisas e explorem redes de citações entre diferentes estudos. Ambas as plataformas são amplamente utilizadas no meio acadêmico devido à sua precisão e ao alcance de suas bases de dados, que cobrem uma ampla gama de disciplinas. A partir dessa análise, espera-se fornecer uma visão abrangente das principais contribuições científicas, promovendo o avanço do conhecimento e apoiando o desenvolvimento de estratégias de melhoramento da batata em um cenário de mudanças climáticas.

Metodologia

Foi realizada uma análise quantitativa dos artigos científicos utilizando duas coleções da plataforma de Periódicos da Capes amplamente reconhecidas: *Web of Science* e *Scopus*, considerando publicações no período de 2004 a 2024.

Foram selecionados descritores específicos para o tema de estudo no campo “*Topic*” que inclui as palavras-chave, título e *abstract*. A query de busca incluiu as seguintes palavras-chave: *Solanum tuberosum* L. AND *climate change* OR *heat tolerance* OR *abiotic stress* OR *productivity*. Essas palavras foram escolhidas com o objetivo de encontrar artigos que abordam como a cultura da batata responde a diferentes desafios ambientais, como o aumento da temperatura e as mudanças nas condições climáticas. Para garantir que os artigos estivessem alinhados ao foco da pesquisa, foi aplicado um filtro na busca para a exclusão de qualquer artigo que contivesse a palavra “bactéria”, já que o objetivo da análise não inclui estudos microbiológicos.

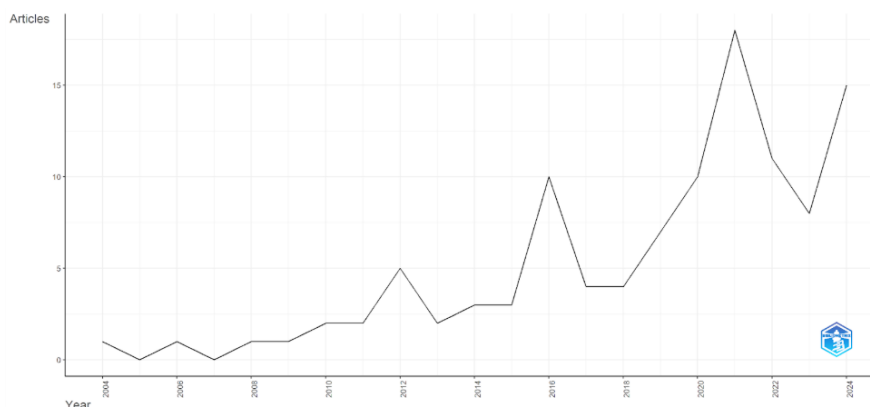
Para auxiliar na análise dos dados, utilizou-se o software Microsoft Excel. As informações dos artigos selecionados foram organizadas de forma categórica em colunas, que incluíam, dentre outras informações, os seguintes dados: autores, título do artigo, *abstract*, ano de publicação, palavras-chave, idioma e tipo de documento. Através dessa organização foi possível realizar uma análise quantitativa, na qual foram analisadas a frequência e a distribuição dos dados coletados, permitindo identificar objetivamente as pesquisas que se encaixam no tema proposto.

As imagens e gráficos apresentados foram gerados a partir da interface web Biblioshiny vinculada ao pacote Bibliometrix no RStudio (Posit, 2024). O RStudio é um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) para a linguagem R, que permite, entre outros recursos, a edição e execução de scripts e a visualização e plotagem de dados quantitativos ou qualitativos para identificar, por exemplo, padrões, distribuições e tendências. O pacote Bibliometrix oferece funções específicas para análise bibliométrica, incluindo avaliação de autores, periódicos, palavras-chave e redes de colaboração científica. A interface Biblioshiny, estruturada sobre o framework Shiny, possibilita a realização dessas análises sem a necessidade de programar e de forma interativa, permitindo a seleção de parâmetros e a visualização instantânea dos gráficos e imagens, que podem ser exportados em formatos amplamente utilizados. Todos os procedimentos são disponibilizados pela interface, os códigos e parâmetros utilizados estão disponíveis para acesso e execução no RStudio, garantindo transparência,

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Ao analisar a evolução do tema ao longo dos últimos 20 anos (Figura 3), observamos um crescimento significativo na produção científica a partir de 2010. Embora essa produção tenha oscilado ao longo dos anos, atualmente registra uma taxa de crescimento anual de 14,5%, refletindo o aumento do interesse e da relevância das pesquisas nessa área.

Figura 3- Distribuição anual dos artigos analisados, relacionados ao tema, no período de 20 anos a partir de 2004.



Fonte: Elaborado pela autora.

Discussão

Nos últimos 20 anos, foram conduzidos 108 estudos com o objetivo de analisar a resposta da cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) a fatores de estresse abiótico e mudanças climáticas, conforme as palavras-chave utilizadas. Essa produção científica resultou em uma média de seis publicações anuais, refletindo um crescente interesse nesse campo. A análise cienciométrica revelou um aumento significativo no número de publicações ao longo desse período, destacando a China como o principal país em termos de produção científica relacionada ao tema.

No Brasil, as condições tropicais e a alta incidência de pragas e doenças comprometem o potencial produtivo da batata (FAGUNDES et al., 2010). Portanto, o desenvolvimento de cultivares superiores em termos de produtividade e tolerância é crucial para o avanço dos programas de melhoramento da espécie. O número relativamente baixo de publicações científicas no Brasil ressalta a necessidade urgente de aumentar o investimento em pesquisa e fomentar colaborações internacionais. Promover o desenvolvimento de tecnologias adaptadas às condições climáticas brasileiras e investir em programas de pesquisa específicos pode ajudar a reduzir a disparidade e fortalecer a contribuição do Brasil nesse campo essencial.

A análise dos artigos revelou que genética e regulação da expressão gênica são temas centrais, evidenciando o papel fundamental da genética molecular e da biotecnologia no desenvolvimento de cultivares mais tolerantes ao calor e a outros estresses ambientais (ZHAO et al., 2023). A integração dessas áreas surge como uma estratégia promissora para mitigar os impactos das mudanças climáticas, favorecendo a sustentabilidade da produção agrícola no longo prazo. Ao longo dos anos, foram observados picos de publicações nos anos de 2012, 2016, 2023 e 2024, indicando a crescente preocupação da comunidade científica com os efeitos das mudanças climáticas sobre a batata. Portanto, é imprescindível intensificar as pesquisas para mitigar os impactos do aumento da temperatura e de outros fatores de estresse, visando garantir a sustentabilidade dessa cultura, essencial para a segurança alimentar e econômica mundial (FAO, 2023).

Dada a importância econômica e nutricional dessa cultura em escala global (FAO, 2023), e suas dificuldades de adaptação a climas mais quentes (KUMAR et al., 2023), o número de estudos destaca a necessidade de aprofundar as pesquisas nessa área, principalmente diante dos impactos das mudanças climáticas (IPCC, 2022).

Conclusão

A análise cienciométrica revela o aumento significativo de pesquisas sobre a tolerância da batata a estresses abióticos e mudanças climáticas, destacando a importância dessas investigações para a segurança alimentar global. A liderança da China nesse campo e o foco em biotecnologia e genética sublinham a urgência de desenvolver cultivares mais resilientes. No Brasil, o número relativamente baixo de publicações indica a urgência de aumentar o investimento em pesquisa e fomentar colaborações internacionais para ajudar a reduzir a disparidade e fortalecer a contribuição do Brasil nesse campo essencial.

Investir e aprofundar em pesquisas é crucial para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas e garantir a sustentabilidade da produção agrícola, especialmente em regiões vulneráveis ao aquecimento global. Dado o cenário de incertezas climáticas, a ampliação do investimento em soluções voltadas para a cultura da batata é essencial para assegurar a produtividade, a segurança alimentar e econômica em nível global. A continuidade dos estudos consolida a relevância da batata como um dos pilares fundamentais da alimentação mundial.

Referências

ARIA, M.; CUCCURULLO, C.; Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959-975, 2017. DOI: doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751157717300500?via%3Dihub>. Acesso em: 23 set. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA (ABB). **A batata no Brasil**. Disponível em: <https://www.abb.org.br>. Acesso em: 01 set. 2024.

FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação). **The State of Food Security and Nutrition in the World 2023**. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 01 set. 2024.

FAGUNDES, J. D.; PAULA, G. M. D.; LAGO, I.; STRECK, N. A.; BISOGNIN, D. A. Aquecimento global: efeitos no crescimento, no desenvolvimento e na produtividade de batata. **Ciência Rural**, v. 40, p. 1464-1472, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção agrícola: dados de 2022**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 01 set. 2024.

KUMAR, A.; GUPTA, S.; SHARMA, R. Impact of Climate Change on Potato Production: A Review. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 209, n. 1, p. 1-12, 2023. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com>. Acesso em: 01 set. 2024.

LOPES, C. A. Origem e história da batata. **Revista Brasileira de Horticultura**, v. 25, p. 45-52, 1999. Disponível em: <https://www.horticulturabrasileira.com.br>. Acesso em: 01 set. 2024.

POSIT, PBC. RStudio: Integrated Development Environment for R. **Boston, MA: Posit, PBC**, 2024. Disponível em: <https://posit.co/download/rstudio-desktop/>. Acesso em: 24 set. 2024.

SUINAGA, F. A.; PEREIRA, A. S. A batata no Brasil: produção, consumo e desafios. Brasília: Portal **EMBRAPA**, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 01 set. 2024.

ZHAO, X.; ZHANG, Y.; LIU, L. Advances in Genetic Improvement for Abiotic Stress Tolerance in Potato. **Plant Biotechnology Journal**, v. 21, n. 4, p. 839-854, 2023. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com>. Acesso em: 01 set. 2024.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), O Programa de Melhoramento Genético de Plantas da Universidade Federal de Lavras (UFLA), O Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento (PPGGM) da UFES/Alegre e o Programa de Melhoramento de Batata da UFLA (PROBATATA).