



# XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO

12 A 15 DE AGOSTO 2025 | PELOTAS-RS

## ATIVIDADE ENZIMÁTICA DO SOLO EM FUNÇÃO DO USO DE AZOSPIRILLUM BRASILENSE E DOSES DE NITROGÊNIO EM ARROZ IRRIGADO

Mara Grohs<sup>1</sup>; Roberto Carlos Doring Wolter<sup>2</sup>; Luana Pinheiro Martins<sup>3</sup>; Gilmar Neves<sup>4</sup>; Neiva Knaak<sup>5</sup>

Palavras-chave: bioinsumos, BioAS, arilsulfatase, β-glucosidase.

### Introdução

A cultura do arroz irrigado é altamente exigente em nutrientes, com destaque para o nitrogênio (SOSBAI, 2022). Com a mudança das recomendações técnicas para a cultura, houve o incremento de 10% na dose de N para a maioria dos solos do Rio Grande do Sul (RS), os quais encontram-se na faixa de 0 a 2,5% de matéria orgânica (IRGA, 2023). Isso ocorre fundamentalmente pelo aumento do potencial genético dos materiais disponíveis, associados a práticas de manejo que melhor propiciam a expressão desse potencial, havendo a necessidade da adequação das doses de fertilizantes, as quais incluem também o fósforo (P) e o potássio (K).

Nesse sentido, a utilização de microrganismos que auxiliam no processo de fixação biológica do N são fundamentais para a economia na utilização de insumos químicos e também na sustentabilidade ambiental. O Brasil é líder mundial no uso de bioinsumos na cultura da soja, fruto do trabalho árduo da pesquisa, ao longo de décadas, do investimento industrial, da adoção das tecnologias pelos técnicos e produtores, bem como, dos recentes avanços na legislação quanto ao registro de novos produtos (MEYER et al., 2022).

No arroz, a adoção dessa tecnologia esbarra na inconsistência de resultados efetivos quanto a resposta dos microrganismos dentro do ambiente de terras baixas. Nesse sentido, é fundamental a intensificação das pesquisas e o entendimento de como os bioinsumos interferem no crescimento e desenvolvimento da planta e na microbiota do solo. Lançada em 2020, a Tecnologia Bioanálise (BioAS) agrupa o componente biológico às análises químicas tradicionais de rotina (EMBRAPA, 2021). Consiste na análise das enzimas arilsulfatase e β-glicosidase, associadas aos ciclos do enxofre e do carbono, respectivamente, preenchendo a lacuna deixada pela ausência do componente biológico nas análises do solo, servindo como parâmetro para correlacionar com a influência do uso de bioinsumos na produção de alimentos.

Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar a atividade enzimática do solo em função do uso de inoculantes associados a diferentes doses de nitrogênio aplicadas em cobertura na cultura do arroz irrigado em dois ambientes de produção.

### Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida em duas Estações Experimentais do IRGA: em Cachoeira do Sul e Santa Vitória do Palmar. O clima dominante em ambos os locais é o subtropical (Cfa), segundo a classificação de Koppen (MALUF, 2000).

O solo de Cachoeira do Sul é classificado como Planossolo Hidromórfico Eutrófico arênico, pertencente à unidade de mapeamento Vacacaí (EMBRAPA, 2018) e possui as seguintes características químicas na camada de 0-20 cm: pH: 5,1; P (Mehlich 1): 8,2 mg/dm<sup>3</sup>; K (Mehlich 1):

<sup>1</sup> Dra, IRGA, Rua Marechal Floriano, 493, mara-grohs@irga.rs.gov.br

<sup>2</sup> Dr, IRGA, robertowolter@gmail.com

<sup>3</sup> MSc, IRGA, martinsluana@gmail.com

<sup>4</sup> Técnico Agrícola, IRGA, E-mail: gilmar-neves@irga.rs.gov.br

<sup>5</sup> Dra, IRGA, neivaknaak@gmail.com



# XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO

12 A 15 DE AGOSTO 2025 | PELOTAS-RS

69 mg/dm<sup>3</sup>; MO: 1,45 (%). Nas últimas três safras a área esteve em rotação dois anos de arroz seguido de um ano de soja.

Em Santa Vitória do Palmar, o solo é classificado como Chernossolo Argilúvico e possui as seguintes características químicas na camada de 0-20 cm: pH: 6,6; P (Mehlich 1): 43 mg/dm<sup>3</sup>; K (Mehlich 1): 63 mg/dm<sup>3</sup>; MO (%): 1,60. Nas últimas três safras a área esteve em rotação de arroz seguido de soja com cultivo de azevém na entressafra.

Em ambos os locais, foi conduzido um experimento com a cultivar IRGA 431 CL, em delineamento de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com quatro repetições. O fator principal foi a inoculação das sementes, sendo alocado na parcela principal, representado pela co-inoculação ou não com a mistura comercial de *Azospirillum brasiliense* (AbV6) e *Pseudomonas fluorescens* (CCTB03) (produto comercial Biofree®). As sementes foram tratadas com a dose de 2 mL/kg, sendo que o volume de calda final foi de 15 mL/kg de semente, sendo feita, preferencialmente, uma hora antes da semeadura, com secagem à sombra. Nas subsubparcelas, foram aplicadas cinco doses de N (0, 55, 110, 165 e 220 kg ha<sup>-1</sup>).

A densidade de semeadura foi de 100 kg de sementes/ha na profundidade de 1,5 a 2 cm em semeadora Marca e Modelo Semina 03. O nitrogênio, na forma de uréia (45 % de N), foi aplicado em dois estádios de crescimento do arroz: 67% precedendo a entrada de água ( $V_2$ ) e 33% na diferenciação floral ( $R_0$ ), segundo a escala de Counce et al. (2000).

Após a colheita do arroz, foi realizada a análise biológica do solo. Para tal, foi determinado a atividade bioquímica do solo das enzimas β-glucosidase e aril-sulfatase coletadas na camada de 0,0 a 10,0 cm, segundo a metodologia proposta por Mendes et al. (2018), secas ao ar e encaminhadas ao Laboratório de Análise de Solos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

O local foi considerado um fator resultando em um trifatorial. Os resultados das avaliações foram submetidos à análise de variância, empregando-se o Teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ) para a separação das médias nos fatores qualitativos e regressão para os fatores quantitativos.

## Resultados e Discussão

Independentemente da enzima, houve interação tripla entre os fatores estudados. De modo geral, no ambiente de Santa Vitória do Palmar (SVP) a atividade enzimática foi maior em comparação à Cachoeira do Sul (CS), destacando-se a atividade da arilsulfatase, que foi 2,3 vezes maior (Tabela 1). Para a β-glucosidase, a diferença entre os ambientes que ficou restrita à área onde não houve uso de *A. brasiliensis*, apresentando uma atividade enzimática 20% superior em SVP. Ainda nesse ambiente, a inoculação demonstrou reduzir a atividade da β-glucosidase em cerca de 9%.

Tabela 1. Atividade enzimática do solo na camada de 0,00 – 0,10 m, após a cultura do arroz, em função do local do estudo e da inoculação por *A. brasiliense* (2023/24).

Inoculação	Arilsulfatase		β-glucosidase	
	CS	SVP	CS	SVP
Com	61,7 <sup>nsb</sup>	136,6 <sup>nsa</sup>	16,3 <sup>ns</sup>	17,9B <sup>(1)</sup>
Sem	57,0b	134,7a	15,9b	19,6Aa
Média	59,2	135,6	16,1	18,7
CV (%)	10,03		14,29	

<sup>(1)</sup> Valores de atividade de β-glicosidase e arilsulfatase expressos em mg p-nitrofenol kg<sup>-1</sup> solo h<sup>-1</sup>.

As maiores diferenças nos parâmetros químicos do solo entre esses dois ambientes relacionam-se ao pH, que é de 6,6 em SVP e 5,1 em CS, o que pode ter influenciado a atividade da arilsulfatase. Os teores de matéria orgânica são bastante similares, com 1,5% em CS e 1,6% em SVP. Apesar disso, o aumento sistemático da atividade enzimática pode indicar que o sistema favorece o acúmulo de matéria orgânica sólida, embora esse aumento na atividade enzimática nem

# XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO

12 A 15 DE AGOSTO 2025 | PELOTAS-RS

sempre esteja associado a aumentos efetivos nos teores de MOS, especialmente nos estágios iniciais (EMBRAPA, 2021).

É importante destacar que o ambiente de SVP vinha de uma sequência de rotação e sucessão de culturas, com arroz e soja no verão e azevém no inverno. Já em CS, a produção foi predominantemente de arroz, sem culturas de inverno, e com apenas um ano de soja em rotação. Isso demonstra a capacidade da atividade enzimática de refletir a memória do solo, evidenciando aspectos de qualidade do solo que, muitas vezes, passam despercebidos nas análises químicas de rotina (EMBRAPA, 2021).

A Figura 1 apresenta o desdobramento das doses de nitrogênio, considerando a inoculação ou não com *A. brasiliense*, nos dois locais de estudo. Em SVP, na área sem inoculante, a atividade enzimática aumentou até a dose de 110 kg ha<sup>-1</sup> de N, após a qual começou a diminuir em doses maiores. Já na área inoculada, o aumento das doses de N favoreceu a atividade da arilsulfatase, sugerindo que a enzima estava atuando de forma a não limitar os recursos para o crescimento da planta. Esse tipo de resultado já foi relatado em estudos anteriores, que relacionaram o aumento da atividade enzimática com maior produção de biomassa vegetal, o que, por sua vez, aumenta o substrato disponível para o crescimento microbiano e a atividade enzimática (SILVA et al., 2018). O comportamento em CS foi bastante semelhante, mas com a atividade enzimática bastante inferior. Com a inoculação, os efeitos positivos ficaram restritos até a dose de 55 kg ha<sup>-1</sup> de N, quando a atividade da enzima foi bastante similar entre os tratamentos.

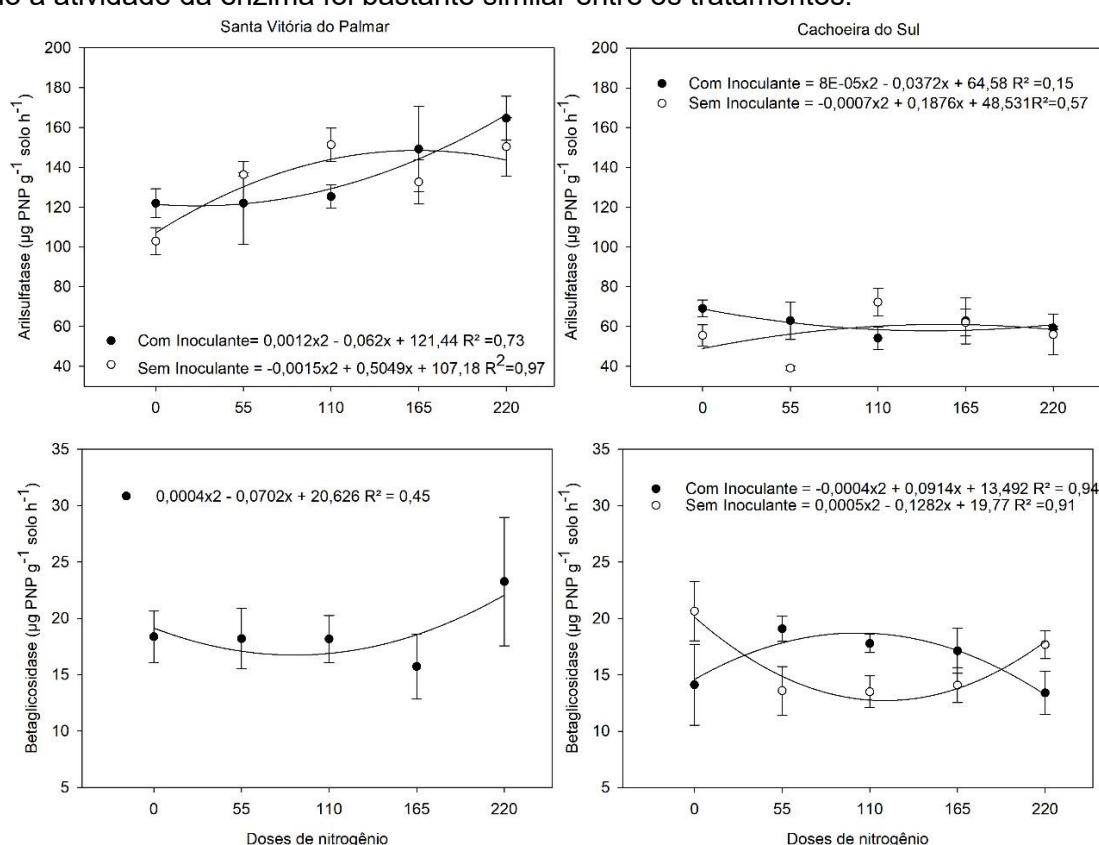


Figura 1. Atividade enzimática das enzimas arilsulfatase e β-glucosidase, em função das doses de nitrogênio utilizadas no arroz irrigado associadas a inoculação de *A. brasiliense*, nos ambientes de Santa Vitória do Palmar e Cachoeira do Sul (2023/24).

A β-glucosidase não apresentou diferenças em relação à inoculação em SVP, mas sua atividade aumentou conforme a elevação da dose de N. Em CS, a presença de *A. brasiliense*



# **XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO**

**12 A 15 DE AGOSTO 2025 | PELOTAS-RS**

influenciou positivamente a atividade da  $\beta$ -glucosidase até a dose de 165 kg ha<sup>-1</sup> de N, momento em que a atividade começou a diminuir na área inoculada, enquanto na área sem inoculante ela continuou a aumentar.

A enzima  $\beta$ -glucosidase é bastante sensível ao manejo do solo a curto prazo e à capacidade do solo de estabilizar a matéria orgânica. Por isso, ela pode ser usada como um indicador do efeito do manejo e da qualidade do solo (EMBRAPA, 2021). Como o ambiente de SVP provavelmente possui uma qualidade biológica maior, o uso de promotores de crescimento como *A. brasiliense* exerce menos influência na atividade dessa enzima, tendo seu efeito mais relacionado ao aumento da dose de fertilizante.

De modo geral, ficou claro que o ambiente de SVP apresenta maior qualidade biológica do que CS, com maior influência na atividade da arilsulfatase. Para esta enzima, o aumento das doses de N, aliado ao uso de *A. brasiliense* na cultura do arroz, tem um efeito positivo na sua atividade. Já em ambientes de menor qualidade biológica, como CS, a  $\beta$ -glucosidase responde de forma mais evidente ao aumento da dose de nitrogênio quando associada ao uso de *A. brasiliense*.

## **Conclusões**

Os diferentes ambientes apresentam atividade enzimática distintas resultando em respostas variáveis em relação ao uso de microrganismos e a doses de nitrogênio. De forma geral, a arilsulfatase é mais sensível às mudanças no manejo de solo e apresenta resposta quando utilizadas ferramentas que estimulem o crescimento do arroz, enquanto a  $\beta$ -glucosidase é menos influenciada em ambientes com maior qualidade biológica, tendo maior atividade em ambientes mais limitantes.

## **Agradecimentos**

Aos funcionários da Estação Regional de Pesquisa do IRGA, unidade Cachoeira do Sul e Santa Vitória do Palmar, pela condução dos experimentos e avaliações. Aos produtores de arroz irrigado do Rio Grande do Sul pelo financiamento das atividades do Instituto Rio Grandense do Arroz.

## **Referências**

- COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A Uniform, Objective, and Adaptive System for Expressing Rice Development. *Crop Science*, v. 40, n. 2, p. 436–443, mar. 2000.
- DIAS, B. et al. Rhizobia Enhance Growth in Rice Plants Under Flooding Conditions. *J. Agric. & Environ. Sci.*, v. 14, n. 8, p. 707–718, 2014.
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5. ed. Brasília: EMBRAPA, 2018.
- EMBRAPA. Tecnologia BioAS: Uma maneira simples e eficiente de avaliar a saúde do solo. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1133109/1/Tecnologia-Bioas-Dокументos-369.pdf>. Acesso em: 06 jun 2025.
- IRGA. Novas recomendações de adubação para arroz irrigado. Acessado em 25 jun 2023. Disponível em: <https://irga.rs.gov.br/circular-tecnica-5d2ddcbb4381f>
- MALUF, Jaime Ricardo Tavares. Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 8, p. 141–50, 2000.
- MENDES, I. C et al. Bioanálise de solo: como acessar e interpretar a saúde do solo. Circular Técnica, v.38, 24p. EMBRAPA, 2018.
- MEYER, M. C. et al. Bioinsumos na cultura da soja. 1o ed. Brasília, DF: Embrapa, 2022. v.1, 550p.
- SOSBAI (ed). Recomendações Técnicas da Pesquisa Para o Sul do Brasil. XXXIII Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado. 33. ed. RS: SOSBAI, 2022.