



Desempenho da queima-das-bainhas em lavoura de arroz irrigado por sulco adubada com diferentes doses e fontes de nitrogênio

Cley Donizeti Martins Nunes⁽¹⁾, Walkyria Bueno Scivittaro⁽¹⁾, Ariano Martins de Magalhães Junior⁽¹⁾, Paulo Ricardo Reis Fagundes⁽¹⁾ e Henrique Krolow⁽²⁾

⁽¹⁾ Pesquisadores, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. ⁽²⁾ Bolsista, CNPq/Pibic, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Resumo – A doença queima-das-bainhas, causada pelo fungo *Rhizoctonia solani*, é conhecida mundialmente como a principal doença do colmo e da bainha da folha das plantas de arroz. No Rio Grande do Sul, os danos causados pela doença aumentaram com semeadura de cultivares com arquiteturas modernas, (porte semi-anãs, perfilhadora, colmos e folhas eretas), de altas produtividades, ciclo precoce e adubadas com altas doses de nitrogênio, tornando-se a queima-das-bainhas é a mais importante depois da brusone. O objetivo deste estudo foi avaliar a evolução da queima-das-bainhas em lavoura de arroz adubada com duas doses de três fontes de nitrogênio, sendo uma de ureia e outras duas fontes de nitrogênio de eficiência aumentada e liberação lenta (ureia revestida de enxofre) no sistema de irrigação por sulco. O experimento foi semeado com a cultivar BRS Pampa CL, em lavoura irrigado por sulco, que condiciona três ambientes de umidade do solo, sendo: porção superior (solo úmido); porção intermediária (solo saturado); e porção inferior (solo inundado), adubadas com três fontes, uma com ureia (F1) e outras duas com adubos de liberação lenta de nitrogênio, F2 e F3, em duas doses: recomendada (100 kg de N/ha) e 1,5 vez a dose recomendada. Os resultados evidenciam que a severidade da queima-das-bainhas na cultivar BRS Pampa CL foi significativamente influenciada pela umidade do solo, tipo de adubo nitrogenado e dose aplicada. O solo inundado foi o ambiente mais favorável ao desenvolvimento da doença. A ureia (F1) induziu maior severidade, especialmente na dose 1,5 vez a recomendada. Já as fontes nitrogenadas enriquecidas (F2 e F3), particularmente F3, induziram menor severidade na doença, sendo mais indicadas para cultivos em áreas com maior risco de excesso de umidade. O manejo criterioso da fonte e da dose de nitrogênio, aliado ao controle da umidade, é essencial para minimizar perdas causadas pela queima-das-bainhas.

Termos para indexação: *Rhizoctonia solani*, doença, irrigação, manejo cultural, nutrição.

Embrapa Clima Temperado
BR-392, Km 78, Caixa Postal 403
96010-971 Pelotas, RS
www.embrapa.br/clima-temperado
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente

Ana Cristina Richter Krolow

Secretária-executiva

Rosângela Costa Alves

Membros

Newton Alex Mayer, Bárbara

Chevallier Cosenza, Cláudia

Antunez Arrieche e Sonia

Desimon

Edição executiva

Bárbara Chevallier Cosenza

Revisão de texto

Bárbara Chevallier Cosenza

Normalização bibliográfica

Cláudia Antunez Arrieche

(CRB-10/1594)

Projeto gráfico

Leandro Sousa Fazio

Diagramação

Nathália Santos Fick

Publicação digital: PDF

Todos os direitos
reservados à Embrapa.

Performance of sheath blight in a furrow irrigated rice crops fertilized with doses and sources of nitrogen

Abstract – The sheath blight disease caused by the fungus *Rhizoctonia solani* is known worldwide as the main disease of the stem and leaf sheath of rice plants. In Rio Grande do Sul, the damage caused by the disease increased with the sowing of cultivars with modern architectures (semi-dwarf size, greater tillering, erect stems and leaves), high productivity, early cycle and fertilized with high dose of nitrogen, becoming the most important sheath blight after blast. The objective of this study was to evaluate the performance of sheath blight in a rice crop fertilized with two doses of three nitrogen sources: urea and two other sources of increased efficiency and slow release nitrogen in the furrow irrigation system. The experiment was sowed with the cultivar BRS Pampa CL in a furrow irrigated crop, enabling three soil moisture environments: upper portion (moist soil), intermediate portion (saturated soil) and lower portion (flooded soil). The crop was fertilized with three nitrogen sources, urea (F1) and the other two with slow release nitrogen fertilizers, F2 and F3, at two doses: recommended (100 kg of N/ha) and 1.5 times the recommended dose. The results showed that the severity of sheath blight in the BRS Pampa CL cultivar was significantly influenced by soil moisture, type of nitrogen fertilizer and dose applied. The flooded soil was the most favorable environment for the development of the disease. Urea (F1) induced greater severity, especially with the 1.5 times recommended dose. On the other hand, the enriched nitrogen sources (F2 and F3), particularly F3, induced less disease severity, being more indicated for crops in areas with a higher risk of excess moisture. Careful management of the nitrogen source and dose, combined with moisture control, is essential to minimize losses caused by sheath blight.

Index terms: *Rhizoctonia solani*, disease, irrigation, management, nutrition.

Introdução

A doença queima-das-bainhas, causada pelo fungo *Rhizoctonia solani*, pertencente ao grupo de anastomose, AG-1 IA, é conhecida mundialmente como a principal doença do colmo e da bainha da folha das plantas de arroz. A sua incidência e severidade estão associadas aos sistemas de produção

de alta produtividade, principalmente com aplicação de altas doses de adubos nitrogenados (Savary et al., 1995; Taheri; Tarighi, 2010; Khoshkdaman et al., 2020). Embora considerada por muitos anos, no Rio Grande do Sul, como doença de dano econômico secundário nas lavouras de arroz, nas últimas safras têm se tornado uma das principais doenças do arroz irrigado. Os danos causados pela doença aumentaram com a semeadura de cultivares com arquiteturas modernas (semianãs, perfilhadoras, colmos e folhas eretas), alta produtividade, ciclo precoce, e com capacidade de suportar altas doses de adubação nitrogenada. Nesse contexto, a queima-das-bainhas se tornou a doença mais importante depois da brusone no Rio Grande do Sul.

O fungo *R. solani* ataca as bainhas, os colmos e as folhas, sendo o patógeno mais destrutivo das plantas de arroz, se comparado com outras espécies de *Rhizoctonia* (Taheri; Tarighi, 2010; Nagaraj et al., 2019; Basu et al., 2016). Provoca acamamento, formando grandes reboleiras, acelerando a morte precoce das plantas e ainda causando maior esterilidade das espiguetas (Nunes, 2013). As perdas de produtividade pela doença são severas e variam de 20 a 70%, tanto em regiões de clima tropical como temperado (Gnanamanickam, 2009; Ling et al., 2011; Basu et al., 2016; Abbas et al., 2023).

A incidência, severidade e as perdas de produtividade causadas pela queima-das-bainhas são maiores quando o potencial de inóculo primário tem maior densidade de micélio e esclerócio. Quando a fonte de inóculo são os esclerócios, a doença se desenvolve mais rapidamente e com flutuação dos esclerócios na superfície da água de irrigação, podendo desempenhar um papel importante numa epidemia de queima-das-bainhas (Khoshkdaman et al., 2020; Singh et al., 2010).

As plantas apresentam sintomas como lesões irregulares, compridas e ovais, de cor castanho-escuras ou púrpura, podendo coalescer e desenvolver em todo comprimento do perfilho, conferindo às folhas o aspecto queimado (Taheri; Tarighi, 2010; Nunes, 2013).

A severidade da doença aumenta conforme desenvolvimento em número e comprimento das lesões nos colmos das plantas de arroz até a floração e, posteriormente, diminui nos estágios de grão leitoso e, em seguida, em grão de massa dura. Entre os diferentes estágios de crescimento do patógeno (capacidade do inóculo desenvolver a doença), ou seja, micélio de cinco dias, micélio de sete dias, estágio esclerócio leitoso e estágio esclerócio maduro, quando inoculados no estágio máximo de perfilhamento das plantas de arroz, o inóculo micelial de

cinco dias foi considerado o mais virulento (Savary et al., 1995; Singh et al., 2010).

Segundo Singh et al. (2010), a inoculação de plantas de arroz com micélio de cinco dias de idade resultou no período mínimo de incubação, maior número e extensão de lesões e maior severidade da doença, seguido pelo estágio de micélio de sete dias, estágio de esclerócio leitoso e estágio de esclerócio maduro. Entre diferentes quantidades de inóculo (densidade de inóculo), ou seja, 0,20; 5,50; 6,00; 7,00; e 8,00 mg de inóculo de escleródios, a maior severidade da doença (maior número e comprimento de lesões) e o período mínimo de incubação foram observados com uma quantidade de 8,00 mg.

Nos estudos feitos por Basu et al. (2016), as hifas e os escleródios do patógeno têm maior desenvolvimento na cultivar suscetível em comparação com a cultivar tolerante, o que favorece a disseminação da doença. A epidemia torna-se mais severa nas cultivares do tipo Indica anãs e de alta produtividade do que em cultivares Indica tradicionais, de porte alto e com poucos perfilhos. Várias cultivares moderadamente resistentes são observadas nos grupos de ciclo médio e tardio. (Singh et al., 2004; Basu et al., 2016). Os danos causados pela doença se tornam maiores nas regiões de cultivo de arroz com adoção de cultivares semianãs, com arquitetura mais compacta e de alto rendimento, que necessitam de alta fertilidade do solo, principalmente em nitrogênio (Taheri; Tarighi, 2010).

Segundo Khoshkdaman et al. (2020), a incidência e severidade da doença aumenta com as doses de nitrogênio de 150, 250 e 350 kg/ha de N e com redução do espaçamento de semeadura de 25 x 25 cm² para 20 x 20 cm². Essa severidade é mais alta quando os perfilhos são inoculados na bainha da folha, comparada com as inoculações nos limbos das folhas. Outro fator importante é a densidade de inóculo, principalmente com escleródios, que resultam em maior surto de doença (Savary et al., 1995).

O posicionamento do inóculo em nível foliar favorece disseminação mais rápida dos focos da doença, comparado com o posicionamento no nível de bainha, em ambas as épocas chuvosa e seca. A análise de regressão múltipla e o coeficiente de regressão explica a forte influência do nitrogênio em expandir o foco da queima-das-bainhas essencialmente por meio de efeitos indiretos, tais como: crescimento mais exuberante, que aumenta os contatos dos tecidos da planta (folha com folha, e folha com bainha), o que, conseqüentemente, aumenta a capacidade do dossel em reter umidade e com maior

teor de nitrogênio da folha. O tamanho dos focos de queima-das-bainhas são muito maiores na época chuvosa (3.000 a 30.000 cm²) do que na época seca (250 a 1.100 cm²). Os focos se expandem mais rapidamente com maior dose de nitrogênio, 120 kg/ha de N (dividido nos estádios de plântulas, final do perfilhamento e no emborrachamento), em comparação com o nível médio 80 kg/ha de N (dividido nos estádios de plântulas e no final do perfilhamento) e sem suprimento de nitrogênio, testemunha (Savary et al., 1995; Singh et al., 2004).

Os estudos conduzidos por Yang et al., 2022 verificaram que o nitrogênio tem maior impacto significativo na arquitetura de planta, como a altura, área foliar e número de perfilhos. O aumento do comprimento e ângulo das folhas é responsável pela alteração da temperatura e da umidade nas folhas da base dos perfilhos da população de plantas, o que conduz a uma relação negativa entre umidade e temperatura no estágio de emissão de panícula. A umidade diminui conforme o aumento da temperatura durante o dia, e aumenta conforme a diminuição da temperatura à noite, principalmente nas doses maiores de nitrogênio. Essas alterações de umidade e temperatura são menores com adubação com fósforo. Consequentemente, aplicação de nitrogênio aumenta significativamente a ocorrência de queima-das-bainhas em 159,53; 413,49; e 822,58%, nas doses 120, 180 e 240 kg/ha de N, respectivamente. No sentido inverso, o aumento de fósforo diminui significativamente a severidade de queima-das-bainhas nos tratamentos sem nitrogênio (N0), em 17,21%, 38,07% e 59,96%, com as doses de 60, 120 e 180 kg/ha de P₂O₅, respectivamente.

Prasad et al. (2020) demonstraram que, aumentando-se as doses de nitrogênio (80, 120 e 160 kg/ha) e fósforo (50, 75 e 100 kg/ha), diminui o teor fenólico e o período de incubação da queima-das-bainhas, conseqüentemente aumentando a severidade até 60,14%. No entanto, a dose maior de potássio (em excesso, 80 kg/ha) aumenta o período de incubação e a quantidade de fenóis, portanto, diminuindo a severidade da queima-das-bainhas até 32,3%. Na dose recomendada de enxofre (30 kg/ha), aumenta o período de incubação e os conteúdos fenólicos, e diminui a severidade da doença até 36,1%, em comparação à testemunha, seguida por dose excessiva (40 kg/ha) ou deficiente (20 kg/ha). A aplicação da dose recomendada de zinco (5 kg/ha) ou ferro (1,5 kg/ha) aumenta o período de incubação e os conteúdos fenólicos, e diminui a severidade da doença até 30,34 e 34,05%, respectivamente. A aplicação de doses excessivas de zinco ou ferro reduz o período de incubação e os conteúdos fenólicos, e

aumenta a severidade da queima-das-bainhas em 16,04% e 13,67%, respectivamente.

O silício é outro nutriente importante, que pode ser usado com sucesso para aumentar o nível de resistência das plantas de arroz à queima-das-bainhas. À medida que as taxas de Si aumentam no solo de 0; 0,048; 0,96; 1,44 e 1,92 g por baldes, diminui o número total de lesões da doença nas bainhas e a área total sob a curva de comprimento relativa da lesão, em todos os estágios de desenvolvimento das plantas de arroz (Rodrigues et al., 2003). Segundo Khaing et al. (2014), a adubação com Si é mais efetiva do que o sulfato de cobre e sulfato de zinco no controle da queima-das-bainhas, nas doses de 360; 0,30; e 0,45 g por 15 kg de solo, respectivamente, em cultivares moderadamente resistentes (MR219) e moderadamente suscetíveis (MR253).

O aumento da aplicação de nitrogênio, de 100 para 350 kg/ha de N aumenta o índice de doença de queima-das-bainhas de 17,04 para 62,60%, respectivamente, o que resulta na redução da produtividade de grãos de 55,27 para 39,28 q/ha. Entre as diferentes densidades de plantio de 16 para 70 perfilhos por metro quadrado, o índice de doença aumenta de 5,00 para 45,18%, respectivamente, o que resulta na redução de produtividade de grãos de 67,16 para 46,03 q/ha (Nagaraju; Naik, 2018).

Nesse contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho da queima-das-bainhas na lavoura de arroz adubada com duas doses de três fontes de nitrogênio, sendo uma de ureia e outras duas fontes de nitrogênio de eficiência aumentada e liberação lenta (ureia revestida de enxofre) no sistema de irrigação por sulco, que condiciona três condições distintas de umidade do solo, úmida, saturada e inundada.

Material e métodos

O estudo foi conduzido na safra 2021/2022, na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, localizada no município de Capão do Leão, Rio Grande do Sul, em lavoura de arroz irrigado por sulco. O experimento foi implantado no delineamento de blocos ao acaso com 16 repetições, com a cultivar BRS Pampa CL.

A semeadura foi realizada em 30/10/2021, em faixas contendo cinco linhas de plantas, espaçadas em 17,5 cm, com 270 m de comprimento, na densidade de 100 kg de sementes por hectare. A adubação básica de semeadura consistiu na aplicação de 280 kg/ha da fórmula 05-25-25 de N-P₂O₅-K₂O, respectivamente. Posteriormente à semeadura, em pré-emergência, foram aplicados os herbicidas

comerciais glifosato e glifosato + surfactantes nas doses de 0,5 e 3 L/ha, respectivamente.

A adubação nitrogenada foi realizada com três fontes, uma com ureia (F1) e outras duas com adubos de liberação lenta de nitrogênio, F2 e F3, em duas doses: N1 (recomendada: 100 kg/ha de N) e N1,5 (1,5 vez a dose recomendada) (Tabela 1). As aplicações da adubação em cobertura foram feitas em duas épocas, sendo a primeira com 2/3 da dose total em solo seco, e a segunda com o restante do fertilizante, com 1/3 da dose do total. A primeira aplicação foi aos 23 dias pós-emergência das plântulas de arroz, correspondendo aos estádios de três a quatro folhas, V3/V4 (Counce, 2000). Em seguida, iniciou-se a irrigação do arroz por sulco, método que condiciona ao longo das faixas de cultivo três condições distintas de umidade do solo, sendo: porção superior (solo úmido); porção intermediária (solo saturado); e porção inferior (solo inundado). A segunda cobertura nitrogenada foi realizada quando as plantas de arroz atingiram os estádios de 9-10 folhas, V9/V10, ou seja, na iniciação da panícula (estádio R0) (Tabela 1).

O isolado virulento de *R. solani*, caracterizado como Rhs-4F1, identificado na coleção de microrganismos da Embrapa Arroz e Feijão como BRM 4511, pertencente ao grupo de anastomose AG-1 IA, foi utilizado para inocular as plantas. A multiplicação do fungo foi realizada em placas contendo meio de batata, dextrose e ágar (BDA) e mantendo-se a temperatura de 25 °C sob o regime de luz e escuro de 12 horas.

Para as inoculações nas bainhas das folhas, nas fases de perfilhamento/emborrachamento, conhecidas como emborrachamento precoce, foi utilizado o método inserção de massa de micélio e escleródio do fungo na penúltima folha de 16 perfilhos dispostos na linha central das unidades experimentais relativas às porções superior, intermediária e inferior, em 3 de fevereiro de 2022.

Para avaliar a severidade da queima-das-bainhas, mediu-se o comprimento total da lesão (da base até a máxima extensão da lesão) e altura do perfilho (da superfície do solo até a extremidade superior da panícula), quando atingiram o ponto maturação de colheita, em 11 de março de 2022. Posteriormente, com esses dados, estimou-se o tamanho relativo da lesão (TRL) em relação à altura de planta, ou seja, o desenvolvimento vertical da doença pela equação:

$$\text{TRL} = (\text{comprimento da lesão no perfilho (cm)} / \text{altura da planta (cm)}) \times 100$$

Com base no tamanho relativos das lesões, foram atribuídas as notas estabelecidas de acordo

com a escala: 0 – não observada infecção; 1 – lesões observadas abaixo de 20% da altura da planta; 3 – lesões observadas entre 20 e 30% da altura da planta; 5 – lesões observadas entre 31 e 45% da altura da planta; 7 – lesões observadas entre 46 e 65% da altura da planta; e 9 – lesões observadas acima de 65% da altura da planta, conforme International Rice Research Institute (2013).

Para a análise estatística dos dados, adotou-se o delineamento de blocos ao acaso com parcelas subdivididas. As parcelas corresponderam às três condições de umidade do solo ao longo das faixas de cultivo, superior (úmido), intermediária (saturado) e inferior (inundado), e as subparcelas, às fontes nitrogenadas.

Os dados obtidos foram transformados por $\sqrt{X+1}$ e submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. Para a análise, utilizou-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2008).

Resultados e discussão

Os sintomas da queima-das-bainhas desenvolveram-se na cultivar BRS Pampa CL, com adubações de diferentes fontes nitrogenada, ao longo das faixas de cultivo no sistema de irrigação por sulco. Esse método de irrigação condicionou três ambientes distintos de umidade do solo: solo úmido (porção superior), solo saturado (porção intermediária) e solo inundado (porção inferior). As médias das severidades da doença variaram entre as três fontes nitrogenadas e nos três ambientes de irrigação, sendo que a maior severidade ocorreu no

microclima com o solo inundado (6,02%), seguido do solo saturado (5,08%) e, finalmente, com menor nota, no solo úmido (4,21%) (Tabela 1).

Esse resultado de severidade da doença também ficou evidenciado pelo porcentual do total de colmos com sintomas de queima-das-bainhas (PCCS), avaliados nos três ambientes. A condição de umidade com solo inundado foi de 59,18% dos colmos com sintoma, ou seja, a maior disseminação da doença dos perfilhos inoculados para os sadios, porém, foi reduzida essa intensidade de doença para a condição de solo saturado, 24,19%, seguido do solo úmido, 16,64% (Tabela 1).

A condição desse ambiente de irrigação com inundação com lâmina d  gua entre 5 e 10 cm de altura favorece a disseminação dos escleródios e, por consequência, desempenha um papel importante no desenvolvimento da epidemia de queima-das-bainha entre os perfilhos (Khoshkdaman et al., 2020; Nunes, 2013; Singh et al., 2010).

Esse resultado está de acordo com Nunes et al. (2024), que caracterizaram a condi o do solo inundado no sistema de irriga o por sulco como o ambiente mais favorável para desenvolvimento da doença queima-das-bainhas.

Conforme Scivittaro et al. (2018), as plantas de arroz no est dio de inicia o da panícula, época que ocorreu a inocula o, apresentam maior eficiência na absor o de N, uma vez que o sistema radicular se encontra mais desenvolvido e, consequentemente, com maior quantidade de proteínas, cloroplastos e clorofila nas folhas e colmos. Portanto,   maior a quantidade de nitrogênio nesses tecidos, causando aumento na severidade da doença.

Tabela 1. Severidade da queima-das-bainhas, quando aplicadas três fontes nitrogenadas, em duas doses e em três ambientes distintos de umidade do solo no sistema de irriga o por sulco, em Pelotas, RS, safra 2021/2022.

Fonte nitrogenada ⁽¹⁾	Ambiente de umidade do solo				Dose ⁽¹⁾		CV (%)
	�mido	Saturado	Inundado	Média	D1	D1,5	
F3	3,56A	5,38B	5,50B	4,81a	5,08b	4,54a	
F2	4,31A	4,44A	6,44B	5,06a	4,20a	5,92 b	15,35
F1	4,75A	5,31A	6,25B	5,44 b	5,33b	5,54 b	
Média	4,21A	5,08B	6,02C				
PCCS ⁽²⁾ (%)	16,64	24,19	59,18				
Dose 1	4,33A	4,96B	5,33B	4,88a			
Dose 1,5	4,08A	5,21B	6,71C	5,33 b			
F1/Dose1	4,75A	5,38A	5,88A				
F1/Dose1,5	4,75A	5,25A	6,63B				

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Fonte nitrogenada ⁽¹⁾	Ambiente de umidade do solo			Média	Dose ⁽¹⁾		CV (%)
	Úmido	Saturado	Inundado		D1	D1,5	
F2/Dose1	3,38A	3,50A	5,75B				
F2/Dose1,5	5,25A	5,38A	7,13B				
F3/Dose1	4,38A	4,88A	6,00B				
F3/Dose1,5	2,25A	5,00B	6,38C				
CV		14,65					

⁽¹⁾ Dose 1 (D1): dose recomendada; Dose 1,5 (D 1,5): 1,5 vez a dose recomendada; F1: ureia; F2 e F3: fontes de nitrogênio de eficiência aumentada.

⁽²⁾ PCCS: porcentagem de colmos com sintomas de queima-das-bainhas.

Médias seguidas das mesmas letras, minúscula nas colunas, e maiúscula nas linhas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Para Aasmi (2022), o método de irrigação e a quantidade de adubos de liberação lenta de nitrogênio afetam a produção de raízes, perfilhos e acúmulo de nitrogênio na palha e no grão. A absorção e o acúmulo de N no grão e na palha são maiores com solo umedecido, seguido de inundado, com lâmina d'água de 5cm de altura, diminuindo a absorção no solo umedecido, seguido de secagem moderada, 90% da capacidade de campo e com solo umedecido, seguido de secagem severa, com 70% da capacidade de campo.

Na avaliação das fontes de nitrogênio nos três ambientes de umidade do solo, a fonte nitrogenada de eficiência aumentada, F3, teve menor severidade da doença com solo úmido (3,56%), com diferenças significativas, quando comparada com os solos saturado (5,38%) e inundado (5,50%), que apresentaram intensidades mais altas e semelhantes entre si. Com o adubo F2, a severidade foi semelhante nos solos úmido (4,31%) e saturado (4,44%), mas significativamente menor que no solo inundado (6,44%). Para ureia (F1) houve o mesmo comportamento para os solos úmido (4,75%) e saturado (5,31%), apresentando severidades semelhantes, ambas significativamente menores que no solo inundado (6,25%).

Na avaliação da severidade da doença pela média por fonte de nitrogênio nos três ambientes de umidade, a maior severidade da queima-das-bainhas ocorreu com ureia (F1) (5,44%) significativamente superior às fontes aumentadas de nitrogênio, F2 (5,06%) e F3 (4,81%), que se assemelharam.

Na análise por doses de adubação, na dose recomendada (D1), a maior severidade ocorreu com ureia (5,33%) e F3 (5,08%), formando um grupo estatisticamente semelhante, com diferenças

significativas para fonte aumentada de nitrogênio, e F2 com menor severidade (4,20%). Enquanto isso, para a dose maior, ou seja, 1,5 vez a dose recomendada (D1,5), os adubos nitrogenados apresentaram um padrão diferente. Os adubos como F2 (5,92%) e ureia (5,54%) mantiveram-se no mesmo grupo de maior severidade e semelhança, mas com diferenças significativas para a menor severidade (4,5%), ocorrida com a fonte F3.

Ao se avaliar as interações entre as duas doses e os três ambientes de umidade do solo, observa-se que a dose menor, a recomendada (D1), teve severidade da doença semelhante nos ambientes saturado (4,96%) e inundado (5,33%), sendo ambas significativamente maiores que no ambiente úmido (4,33%). Na dose maior (D1,5) houve severidade com diferenças significativas entre todos tipos de ambiente: úmido (4,08%), saturado (5,21%) e inundado (6,71%). Na média geral, das três condições de umidade do solo, essas duas doses obtiveram diferenças significativas, sendo a severidade maior na dose maior D1,5 (5,33%), em comparação com a menor, D1 (4,88%) (Tabela 1).

Na avaliação das interações entre fonte, dose e umidade do solo, com aplicação da ureia na dose menor (F1/Dose 1), a severidade foi semelhante nos três ambientes de umidade de solos: úmido (4,75%), saturado (5,38%) e inundado (5,88%), respectivamente. Enquanto isso, para a dose maior (F1/Dose 1,5) a severidade foi semelhante nos solos úmido (4,75%) e saturado (5,21%), com aumento significativo no solo inundado (6,33%).

Para a fonte nitrogênio aumentada, F2/Dose 1 e F2/Dose 1,5, em ambos os casos, houve severidade semelhante e menor em solo úmido e saturado (variando em torno de 3,38 a 5,38%), e maior no solo inundado (de 5,75 a 7,13%).

Na análise de interação de fonte F3/Dose 1, a severidade foi semelhante e menor nos solos úmido (4,38%) e saturado (4,88%), mas com aumento significativo no solo inundado (6,00%). Para F3/Dose 1,5, houve severidade distinta nos três tipos de umidade do solo: úmido (2,25%), saturado (5,00%) e inundado (6,38%).

Tais resultados condizem com a premissa de Savary et al. (1995), em que os focos da queima-das-bainhas se expandem mais rapidamente com as adubações de maior dose de nitrogênio. Isso também ocorre com brusone nas panículas, na dose acima de 60 kg/ha de N, que predispõe as plantas à maior severidade, sendo necessária a utilização de fungicida para o controle eficiente da doença e manutenção do rendimento de grãos (Oliveira, 2016). Para o caso de *Rhizoctonia solani*, a recomendação é o controle biológico à base de *Trichoderma* ssp., aplicado de forma preventiva.

Conclusões

Os estudos sobre *Rhizoctonia solani* AG1-1A, na cultivar de arroz BRS Pampa CL, com diferentes doses e fontes de adubações nitrogenadas, aplicadas em cobertura ao longo do sistema de irrigação por sulco, permitem concluir que:

- 1) A severidade da queima-das-bainhas é fortemente influenciada pela umidade do solo, sendo mais intensa nos ambientes com maior disponibilidade hídrica, especialmente no solo inundado.
- 2) Entre as fontes nitrogenadas, a ureia (F1) é a que mais contribuiu para o aumento da severidade da doença, especialmente nas maiores doses e ambientes mais úmidos. Por outro lado, a fonte de eficiência aumentada de nitrogênio F3 apresenta os menores índices de severidade, principalmente em solo úmido e com a dose menor que a recomendada, sugerindo maior eficiência no controle indireto da doença por meio do manejo adequado da adubação.
- 3) A interação entre dose e tipo de umidade do solo evidencia que o aumento da dose de nitrogênio intensifica a severidade da doença, especialmente em ambientes já propícios ao patógeno. Assim, a dose recomendada, associada ao uso de fontes com liberação mais lenta de nitrogênio, como F2 e F3, pode representar uma estratégia mais sustentável para o manejo da queima-das-bainhas.

Referências

- ABBAS, A.; MUBEEN M.; IFTIKHAR, Y.; SHAKEEL, Q.; ARSHAD, H. M. I.; ROMANO, M. C. Z.; HUSSAIN, S. Rice sheath blight: comprehensive review on the disease and recent management strategies. **Sarhad Journal of Agriculture**. v. 39, n. 1, p.111-125, 2023. DOI: <https://dx.doi.org/10.17582/journal.sja/2023/39.1.111.125>.
- AASMI, A. A.; LI, J.; HAMOUD, Y. A.; LAN, Y.; ALORDZINU, K. E.; APPIAH, S. A.; SHAGHALEH, H.; SHETEIWY, M.; WANG, H.; QIAO, S. Impacts of Slow-Release Nitrogen Fertilizer Rates on the morpho-physiological traits, yield, and nitrogen use efficiency of rice under different water regimes. **Agriculture**, v. 12, n. 86, p. 1-19, 2022. DOI: [10.3390/agriculture12010086](https://doi.org/10.3390/agriculture12010086).
- BASU, A.; CHOWDHURY, S.; CHAUDHURI, T. R.; KUNDU, S. Differential behaviour of sheath blight pathogen *Rhizoctonia solani* in tolerant and susceptible rice varieties before and during infection. **Plant Pathology**, v. 65, p. 1333-1346, 2016. DOI: [10.1111/ppa.12502](https://doi.org/10.1111/ppa.12502).
- COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 2, p. 436-443, 2000. DOI: [10.2135/cropsci2000.402436x](https://doi.org/10.2135/cropsci2000.402436x).
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.
- GNANAMANICKAM, S. S. Biological control of rice diseases. In: GNANAMANICKAM, S. S. **Biological control of sheath blight (ShB) of rice**. New York: Springer, 2009. p. 79-89.
- INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Standard evaluation system for rice (SES)**. 5 ed. Manila, 2013. 56 p. Disponível em: <http://ricepedia.blogspot.com/2018/04/2013-irri-ses-standard-evaluation.html> Acesso em: 24/01/2024.
- KHAING, E. E.; AHMAD, A. M.; YUN, W. M.; IAMAIL, M. R. Effects of silicon, copper and zinc applications on sheath blight disease severity on rice. **World Journal of Agricultural Research**, v. 2, n. 6, p. 309-314, 2014. DOI: [10.12691/wjar-2-6-11](https://doi.org/10.12691/wjar-2-6-11).
- KHOSHKDAMAN, M.; MOUSANEJAD, S.; ELAHINIA, S. A.; EBADI, A. A. DEHKAIE, F. P. Impact of soil borne inoculum on sheath blight disease development in rice. **Journal Crop Protection**, Springer. v. 9, n. 4, p. 625-635, 2020. DOI: [10.48311/jcp.2020.1506](https://doi.org/10.48311/jcp.2020.1506).
- LING, W.; WEN-WEN, H.; LIAN-MENG, L.; QIANG, F.; SHI-WEN, H. Evaluation of resistance to sheath blight (*Rhizoctonia solani*) in partial indica hybrid rice combinations from southern China. **Acta Agronomica Sinica**, v. 37, n. 2, p. 263-270, 2011. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1875-2780\(11\)60008-4](https://doi.org/10.1016/S1875-2780(11)60008-4).

- NAGARAJU, P.; NAIK, M. K. Influence of nitrogenous fertilizer levels, planting density and IDM on severity of sheath blight of rice caused by *Rhizoctonia solani* Kuhn in northern Karnataka. **International Journal of Plant Sciences**, Chicago, v. 13, n. 1, p. 7-11, 2018. DOI: 10.15740/HAS/IJPS/13.1/7-11.
- NAGARAJ, B. T.; SUNKAD, G.; DEVANNA, P.; NAIK, M. K.; PATIL, M. B. Characterization of *Rhizoctonia* species complex associated with rice sheath disease in Karnataka. **Agriculture Research**, v. 8, n. 2, p. 191-196, 2019. DOI: 10.1007/s40003-018-0374-y.
- NUNES, C. D. M. **Doenças da cultura do arroz irrigado**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2013. 83 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 360). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/969086/1/documento360web.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2025.
- NUNES, C. D. M.; SCIVITTARO, W. B.; FAGUNDES, P. R. R.; MAGALHÃES, JÚNIOR, A. M. de. **Avaliação da incidência e da reação de resistência das cultivares de arroz irrigado à queima-das-bainhas (*Rhizoctonia solani* AG-1 IA) em sistema de irrigação por sulco Pelotas: Embrapa Clima Temperado**, 2024. 8 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, n. 376). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1169105/1/Boletim-376-Avaliacao-da-incidencia-e-da-acao-de.pdf>. Acesso em: 30 out. 2025.
- OLIVEIRA, L. M. **Doses de nitrogênio, silicatos e fungicidas em cultivar de arroz irrigado sensível à brusone**. 2016. 76 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- PRASAD, D.; SINGH, R.; TOMER, A.; SINGH, R. N. Effect of different doses of plant nutrients on sheath blight and phenolic content of rice. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 9, n. 7, p. 4111-4122, 2020. DOI: 10.20546/ijcmas.2020.907.484.
- RODRIGUES, F. A.; VALE, R. X. R.; DATNOFF, L. E.; PRABHU, A. S.; KORNDÖRFER, G. H. Effect of rice growth stages and silicon on sheath blight development. **Phytopathology**, v. 93, p. 256-261, 2003. DOI: 10.1094/PHYTO.2003.93.3.256.
- SAVARY, S.; CASTILLA, N. P.; ELAZEGUI, C. G.; McLAREN, M. A.; YNALVEZ, M. A.; TENG, P. S. Direct and indirect effects of nitrogen supply and disease source structure on rice sheath blight spread. **The American Phytopathological Society**, v. 85, n. 9, p. 959-965, 1995.
- SCIVITTARO, W. B.; PARFITT, J. M. B.; JARDIM, T. M.; TREPTOW, R. C. B.; SILVEIRA, C. M. da; BETTIM, H. C. **Adubação nitrogenada e potássica para cultivares de arroz irrigado**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018. 21 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 197). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1102449/1/CIRCULAR197.pdf>. Acesso em: 30 out. 2025.
- SINGH, S. K.; SHUKLA, V.; SINGH, H.; SINHA, A. P. Current status and impact of sheath blight in rice (*Oryza sativa* L.): a review. **Agriculture Research**, v. 25, n. 4, p. 289-297, 2004.
- SINGH, R.; SINGH, L. S.; PRASAD, D.; KUREEL, R. S.; SENGAR, R.; SINGH, A. Relationship of susceptibility and growth stages of plant for development of epidemic of sheath blight in rice. **Journal of Applied and natural Science**, v. 2, n. 2, p. 230233, 2010. DOI: 10.31018/jans.v2i2.125.
- TAHERI, P.; TARIGHI, S. Cytomolecular aspects of rice sheath blight caused by *Rhizoctonia solani*. **European Journal Plant Pathology**, v. 129, p. 511—528, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10658-010-9725-7>.
- YANG, G.; LIU, R.; CHEN, H.; ZHANG, R.; WANG, X.; LI Y.; HU, Y. Effects of nitrogen and phosphorus regulation on plant type, population ecology and sheath blight of hybrid rice. **Plants**, v. 11, n. 17. 2306, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11172306>.