

CIRCULAR TÉCNICA

228

Pelotas, RS
Novembro/2022

Desempenho de Inoculante de Bactérias Endofíticas Diazotróficas em Lavoura de Produção de Arroz Irrigado

Maria Laura Turino Mattos
Ricardo Alexandre Valgas
Tiago Gonçalves Coutinho
Matheus Boetege Mota
Henrique Ribeiro Lopes

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



Desempenho de Inoculante de Bactérias Endofíticas Diazotróficas em Lavoura de Produção de Arroz Irrigado¹

No Estado do Rio Grande do Sul (RS) cultiva-se arroz irrigado por inundação em aproximadamente 900 mil de hectares, alcançando-se uma produtividade superior a 8 toneladas por hectare, sendo 945.971 ha e média de 8.523 kg ha⁻¹, na safra 2020/21 (Irga, 2022), fruto da tecnificação da lavoura, das condições ambientais e da experiência dos orizicultores.

A aplicação de fertilizantes químicos nitrogenados tem um importante papel no aumento da produtividade da cultura, realizando-se a indicação das doses de nitrogênio (N) com base no teor de matéria orgânica do solo para o arroz irrigado cultivado nos sistemas de semeadura em solo seco e pré-germinado, no RS. Estudo desenvolvido por Fageria e Balgar (2001) demonstrou que as fontes minerais de N normalmente usadas no cultivo de arroz irrigado apresentam baixa eficiência agrônômica devido, principalmente, às perdas elevadas, que chegam a 40%. Além disso, o alto custo dos fertilizantes químicos nitrogenados associado aos riscos de contaminação ambiental, por perdas devido à processos de lixiviação e volatilização e emissões de gases de efeito estufa (GEE), levam os agricultores a buscar ações para mitigar GEE e adoção de tecnologias de produção sustentáveis.

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é uma das alternativas tecnológicas para a redução do uso de fertilização química nitrogenada na cultura do arroz irrigado e insere-se no Programa Agricultura de Baixo Carbono do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa).

Em função disso, a partir de 2005, iniciou-se o isolamento de bactérias endofíticas diazotróficas de folhas, colmos e raízes das cultivares de arroz irrigado BRS-7 Taim e BRS Pelota, cultivadas nas terras baixas do RS. OS acessos obtidos apresentaram características de bactérias diazotróficas aeróbias e

¹ Maria Laura Turino Mattos, engenheira-agrônoma, doutora em Ciência do Solo, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Ricardo Alexandre Valgas, estatístico, mestre em Métodos Numéricos em Engenharia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Tiago Gonçalves Coutinho, engenheiro-agrônomo, Agropecuária Canoa Mirim, Santa Vitória do Palmar, RS. Matheus Boetge Mota, acadêmico de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS. Henrique Ribeiro Lopes, acadêmico de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

estão preservados na Coleção de Microrganismos Multifuncionais de Clima Temperado (CMMCT) (Mattos et al., 2010). Posteriormente, considerando-se a existência da variabilidade genética, tanto nos genótipos de arroz, como nas bactérias com capacidade para FBN, realizou-se um estudo para compreender os mecanismos envolvidos na interação planta/bactéria/ambiente, como características para sua seleção, visando à formulação de inoculantes (Fagundes et al., 2012). Assim, selecionaram-se grupos de bactérias endofíticas diazotróficas com potencial para FBN e com potencial para interagir com as cultivares de arroz irrigado BRS Fronteira, BRS Querência e BRS Pampa (Mattos et al., 2015).

A partir da safra agrícola 2015/2016 até 2019/2020, durante quatro safras, na Estação Experimental Terras Baixas, em Capão do Leão, RS, da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, conduziu-se as avaliações de eficiência agrônômica de dois consórcios (C) bacterianos: C1 = acessos CMM 174 + CMM 175 + CMM 179 e C2 = acessos CMM 176 + CMM 197 + CMM 205, com as cultivares de arroz BRS Pampa e BRS pampa CL, nas condições edafoclimáticas das terras baixas no RS. Os resultados apontaram que a formulação de um inoculante turfoso composto pelos acessos bacterianos do C2 combinados com adubação nitrogenada mineral reduzida de 90 kg ha⁻¹ de N (aplicado em cobertura) demonstra eficiência agrônômica quanto à produtividade de grãos da cultivar e no maior acúmulo de N nos grãos de arroz como efeito da fixação de nitrogênio (Mattos et al., 2020).

A cultivar BRS Pampa é originada de cruzamento envolvendo as cultivares IRGA 417 e BRS Jaburu, realizado pela Embrapa, na safra 1999/2000 (Magalhães Júnior et al., 2012). É de ciclo precoce, apresenta elevado potencial produtivo, estatura média e resistência às principais doenças incidentes na cultura do arroz (Reunião..., 2018). Por sua vez, a cultivar BRS Pampa CL foi desenvolvida por meio do método de retrocruzamentos, com o uso da BRS Pampa como parental recorrente, e da PUITÁ INTA-CL como parental doador do gene de tolerância ao herbicida Kifix®, do grupo químico das imidazolinonas (Magalhães Júnior et al., 2018). Essa cultivar apresenta resposta diferente a níveis de adubação de base e de cobertura, verificando-se que apresenta elevadas produtividades em níveis médios de adubação, sendo sensível a altas doses de nitrogênio em cobertura, o que pode favorecer o acamamento, sendo que a concentração de nitrogênio em cobertura não deve ultrapassar 90 kg ha⁻¹ (Magalhães Júnior et al., 2018).

Outra cultivar com expressão no RS é a IRGA 424 RI, utilizada em 51,5% da área cultivada na safra 2021/2022, possui uma base genética que confere rusticidade, estabilidade e potencial produtivo (Irga, 2022). É originada da cultivar IRGA 424, distinguindo-se dessa basicamente por conter o gene que confere resistência a herbicidas do grupo químico das imidazolinonas. É de ciclo médio, apresenta alto potencial produtivo e resposta à adubação, resistente à toxidez por ferro solúvel no solo (Reunião..., 2018) e ao acamamento (Dorneles et al., 2015).

Nesse contexto, é importante considerar a existência da variabilidade genética das cultivares, tanto nos genótipos de arroz, como nas bactérias com capacidade para FBN. Assim, compreender os mecanismos envolvidos na interação genótipo/bactéria/ambiente, como características para sua seleção, pode ser uma estratégia para à formulação de inoculantes com multifuncionalidade.

Na safra 2021/2022, visando alcançar a escala de maturação da tecnologia em ambiente produtivo, foi instalada uma unidade de observação com o objetivo de avaliar o desempenho de inoculante de bactérias endofíticas diazotróficas em lavoura de arroz irrigado, nas condições edafoclimáticas das terras baixas do Rio Grande do Sul.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado na safra agrícola 2021/2022, na Granja Canoa Mirim, localizada no município de Santa Vitória do Palmar, em solo classificado como Planossolo Solódico (Cunha; Costa, 2013).

A avaliação da fertilidade do solo foi realizada anteriormente à implantação da unidade de observação (UO), coletando-se amostras da área experimental, na profundidade de 0-20 cm. As análises químicas foram realizadas em laboratório com certificado de qualidade da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e de Tecido Vegetal dos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (Rolas). Os resultados da análise química do solo da área experimental são: $\text{pH}_{\text{água}}$: 6,0; índice SMP: 6,4; M.O.: 1,7%; P: 49,9 mg dm^{-3} ; K: 85 mg dm^{-3} e $\text{CTC}_{\text{pH } 7,0}$: 9,5 cmol_c/dm³. A interpretação dos resultados da análise química do solo revela teores baixo de matéria orgânica, muito alto

de fósforo disponível e médio de potássio extraível (K) (Reunião..., 2018). A partir dos resultados da análise química do solo e considerando-se uma expectativa alta de resposta da cultura do arroz à adubação (Reunião..., 2018), estabeleceram-se as adubações fosfatada e potássica.

Os tratamentos foram dispostos em faixas com dimensões de 4,4 m x 40 m (176 m²), com 26 linhas e espaçamento entre linhas de 17,5 cm, constituindo-se nas unidades experimentais, sendo individualizadas por taipas (Figura 1). A densidade de semeadura foi de 100 kg ha⁻¹ de sementes, sendo utilizadas as cultivares BRS Pampa CL, de ciclo precoce, cerca de 118 dias da emergência à maturação completa dos grãos e, IRGA 424 RI, de ciclo médio, cerca de 121 a 135 dias da emergência à maturação completa dos grãos, com ampla adaptação no RS, sendo implantadas no sistema de cultivo convencional. A adubação de base consistiu na aplicação de 200 kg ha⁻¹ da formulação 05-25-25 (N-P-K) de forma localizada no sulco de plantio em todos os tratamentos. Adicionalmente, no estágio de desenvolvimento do arroz V3/V4, foi realizada uma complementação de potássio (K), aplicando-se a lanço em superfície de 115 kg ha⁻¹ de KO₂, como fonte cloreto de potássio, em todos os tratamentos.



Foto: Maria Laura Turino Mattos

Figura 1. Área experimental utilizada para avaliação do desempenho de inoculante de bactérias endofíticas diazotróficas em lavoura de produção de arroz irrigado, localizada na Granja Canoa Mirim, Santa Vitória do Palmar, RS, na safra 2021/2022.

A adubação nitrogenada, fonte ureia, foi aplicada em cobertura nos estádios de início de perfilhamento (V3/V4) e iniciação da panícula (R0). Na primeira cobertura, aplicou-se 60% da dose de N e na segunda os 40% restantes. A primeira cobertura com N foi realizada em solo seco, antes do início da irrigação por inundação do solo, e a segunda sobre uma lâmina de água não circulante. As datas das adubações nitrogenadas em cobertura foram estimadas utilizando-se o método de graus-dia (Steinmetz et al., 2004). As doses aplicadas de N para cada cultivar, corresponderam: [BRS Pampa CL: (T3) 158,5 kg de N ha⁻¹ (10 kg de N ha⁻¹ na semeadura + 148,5 kg de N ha⁻¹ em cobertura, sendo 112,5 kg de N ha⁻¹ no estádio V3/V4 + 36 kg de N ha⁻¹ no estádio R0)]; (T4) 110 kg de N ha⁻¹ (10 kg de N ha⁻¹ na semeadura + 100 kg de N ha⁻¹ em cobertura, sendo 64 kg de N ha⁻¹ no estádio V3/V4 e 36 kg de N ha⁻¹ no estádio R0)], [IRGA 424 RI: (T1, T2 e T5) 181 kg de N ha⁻¹ (10 kg de N ha⁻¹ na semeadura + 171 kg de N ha⁻¹ em cobertura, sendo 135 kg de N ha⁻¹ no estádio V3/V4 + 36 kg de N ha⁻¹ no estádio R0)].

Os tratamentos fitossanitários e demais tratamentos culturais seguiram as indicações técnicas da pesquisa para a cultura de arroz irrigado (Reunião..., 2018). As sementes da cultivar IRGA 424 RI, em dois tratamentos, foram tratadas com O,O-diethyl-O-fenyl-fosforotioato (DIETHOLATE) (Agrofit, 2022), protetor de sementes (PS), na dose de 5 mL de kg⁻¹ de semente, previamente à semeadura das parcelas.

Os tratamentos compreenderam: (1) cultivar IRGA 242 RI (sementes sem PS e com inoculante de bactérias diazotróficas); (2) testemunha cultivar IRGA 424 RI (sementes com PS e sem inoculante); (3) testemunha cultivar BRS Pampa CL (sementes sem OS e sem inoculante); (4) cultivar BRS Pampa CL (sementes sem PS e com inoculante de bactérias diazotróficas); (5) IRGA 424 RI (sementes com PS e com inoculante de bactérias diazotróficas).

Os acessos bacterianos, empregados neste trabalho, previamente isolados de cultivares de arroz irrigado e preservados na Coleção de Microrganismos Multifuncionais de Clima Temperado (CMMCT), foram consorciados: CMM 176 + CMM 197 + CMM 205 (Figura 2). O inoculante, na forma turfosa, foi preparado no laboratório de Microbiologia do Solo da Embrapa Clima Temperado, conforme Mattos et al. (2020). A concentração média do inoculante turfoso foi de $1,05 \times 10^9$ UFC g⁻¹ de turfa. Para inoculação, ocorrida em 16/10/21, utilizaram-se 200 g de inoculante por 50 kg de sementes de arroz.

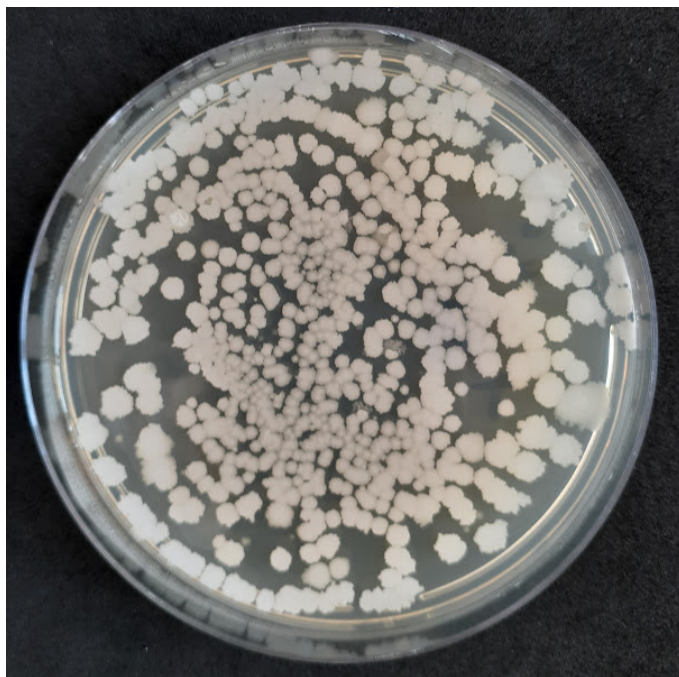


Foto: Ieda Baade dos Santos

Figura 2. Consórcio bacteriano composto pelos acessos CMM 176 + CMM 197 + CMM 205, preservados na CMMCT, utilizado para avaliação do desempenho de inoculante de bactérias endofíticas diazotróficas em lavoura de produção de arroz irrigado.

Na sequência, as sementes foram homogeneizadas até obter uma cobertura uniforme do inoculante turfoso, e colocadas para secar em temperatura ambiente de laboratório (22 °C) (Figura 3). Para o transporte até o campo, manteve-se os sacos das sementes inoculadas na sombra, até o momento da semeadura. A semeadura das cultivares ocorreu em 19 de outubro de 2021 e a emergência em 28/10/21.

A recuperação do consórcio bacteriano nas sementes inoculadas ocorreu no dia 18/10/21, empregando-se a técnica de espalhamento com alça de *Drigalski* (100 µL), o meio de cultura PCA e a incubação das placas de Petri, em triplicata, a 28 °C por 48 horas. A concentração média do consórcio nas sementes de cada cultivar foi: (1) 424 RI sem PS: $3,77 \times 10^4$ UFC g⁻¹ de semente; (2) 424 RI com PS: $1,51 \times 10^4$ UFC g⁻¹ de semente; (3) BRS Pampa CL sem PS: $2,8 \times 10^4$ UFC g⁻¹ de semente.

Foto: Ieda Baade dos Santos



Figura 3. Sementes da cultivar de arroz BRS Pampa CL inoculadas com o consórcio de bactérias endofíticas diazotróficas utilizadas para avaliação do desempenho de inoculante de bactérias endofíticas diazotróficas em lavoura de produção de arroz irrigado.

Os tratamentos foram avaliados pela determinação das seguintes variáveis: índice relativo de clorofila (IRC), massa seca da parte aérea (MSPA) (folhas + grãos), massa de grãos, número e massa de panículas, peso de mil grãos, grãos cheios e espiguetas estéreis.

A variável massa de grãos foi medida na maturação de colheita, estágio R9. Para a produtividade de grãos do arroz, cada parcela foi colhida integralmente. Os dados de produtividade dos grãos foram corrigidos para 13% de umidade. O IRC foi obtido pela leitura do aparelho portátil clorofilômetro (modelo SPAD-502), mediante leitura na posição intermediária da folha, considerando-se a última folha completamente expandida (folha bandeira), em 10 plantas por unidade experimental, no estágio de floração (R4).

Os componentes de rendimento grãos cheios e espiguetas estéreis foram medidos em 20 panículas tratamento⁻¹, registrando-se o número individual de panículas.

Os resultados obtidos foram submetidos inicialmente ao teste de normalidade das variáveis e homogeneidade das variâncias. Em seguida, à análise de variância (Anova) com 95% de confiança. Quando o valor de F foi significativo, procedeu-se à comparação das médias pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Foi utilizado o software estatístico R (R Core Team, 2015).

Resultados e Discussão

Para variável produção de massa seca da parte aérea (folhas + colmos) (Tabela 1), os valores médios obtidos não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. Tratando-se de valor absoluto, houve destaque para a cultivar IRGA 424 RI com sementes com/sem PS inoculadas com bactérias diazotróficas e combinadas com adubação nitrogenada completa (181 kg N ha^{-1}) (T1 e T5), representando um incremento de 16,2% na MSPA em relação à essa cultivar com PS e sem inoculante (T2). Takay et al. (2010) afirmam que o maior incremento de massa de matéria seca da parte aérea é indicativo de maior taxa fotossintética e maiores doses de N propiciam maiores números de cloroplastos por unidade de área foliar. Para essa cultivar, os resultados demonstram a importância do nitrogênio, adicionado e/ou fixado por bactérias associativas, para acumulação de matéria seca nas plantas de arroz. Com relação à cultivar BRS Pampa CL, os valores absolutos de produção de MSPA foram semelhantes com as sementes inoculadas com PS e sem inoculante e PS (T3 e T4) (Tabela 1).

Os resultados de massa seca de panículas não diferiram significativamente entre os tratamentos (Tabela 1). Dessa forma, não houve efeito diferenciado do uso de inoculante de bactérias diazotróficas com as cultivares BRS Pampa CL e IRGA 424 RI e a combinação de doses diferenciadas de adubação nitrogenada, verificando-se massas elevadas em todos os tratamentos. Quanto ao número de panículas, houve efeito significativo entre os tratamentos, destacando-se o comportamento superior do cultivar IRGA 424 RI com sementes com/sem PS inoculadas com bactérias diazotróficas e combinadas com adubação nitrogenada completa (181 kg N ha^{-1}) (T1 e T5), e somente com sementes com PS e sem inoculante (T2). O comportamento da cultivar BRS Pampa CL foi semelhante entre as sementes inoculadas com/sem bactérias diazotróficas e doses diferenciadas de adubação nitrogenada (T2

e T3). É importante salientar que o número de panículas está diretamente relacionado à fase de crescimento vegetativo e é determinado pelo número de perfilhos das plantas, sendo que a densidade de semeadura e a adubação nitrogenada são os principais fatores que influenciam esse componente.

Quanto ao índice relativo de clorofila (IRC), houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 1), destacando-se a resposta da cultivar BRS Pampa CL para essa variável (T3 e T4). O efeito superior da combinação da dose de 110 kg de N ha⁻¹ com o inoculante para essa cultivar resultou em um IRC de 44,2% (T4), promovendo um incremento no IRC de 5,9% em comparação com o a dose de 158,5 kg de N ha⁻¹ e sem inoculação (T3). Para a cultivar IRGA 424 RI o IRC foliar foi menor em todos os tratamentos que receberam elevada adubação nitrogenada, padrão da granja (181 kg de N ha⁻¹). O efeito do inoculante com bactérias diazotróficas sobre o IRC da cultivar BRS Pampa CL indica a sua capacidade de resposta para absorver nitrogênio de fonte mineral e fixado biologicamente, suficientes para o seu estado nutricional. Esse resultado corrobora com estudo de Mattos et al. (2020), no qual o IRC dessa cultivar com N-fertilizante reduzido combinado com o inoculante de bactérias diazotróficas também foi superior.

Tabela 1. Massa seca da parte aérea, massa seca de panículas, número de panículas e índice relativo de clorofila (IRC), em função da inoculação de sementes das cultivares de arroz irrigado BRS Pampa CL e IRGA 424 RI com bactérias diazotróficas, em experimento realizado no município de Santa Vitória do Palmar, RS, na safra agrícola 2021/2022. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2022.

Tratamento	Massa seca da parte aérea (kg ha ⁻¹)	Massa seca de panículas (kg ha ⁻¹)	Número de panículas (m ²)	IRC
T1	1.044 ^{ns}	15.664 ^{ns}	726 a	35,6 c
T2	9.504	13.244	664 ab	36,4 c
T3	9.636	13.816	492 b	41,7 b
T4	9.416	14.423	497 b	44,2 a
T5	1.044	13.992	717 a	34,6 c
CV (%)	17,27	17,74	17,78	2,75

Quanto à variável peso de mil grãos (Tabela 2), determinou-se diferença significativa entre os tratamentos, sendo formados dois agrupamentos. O agrupamento superior (BRS Pampa CL) englobou os tratamentos com valores médios de 27,38 g (T3 e T4), 9% superior ao valor médio preconizado para a cultivar BRS Pampa CL (25,1 g) (Magalhães Júnior et al., 2018). O agrupamento intermediário envolveu os tratamentos do cultivar IRGA 424 RI com/sem PS com/sem inoculante (T2 e T5). O tratamento inferior foi com a cultivar IRGA 424 RI com ausência de PS e inoculante (T1). Dessa forma, os valores determinados para os tratamentos do experimento demonstram as respostas dos cultivares durante a fase de desenvolvimento reprodutivo, ocorrendo ótima translocação de assimilados para os grãos especialmente da cultivar BRS Pampa CL, sendo um diferencial da base genética das populações utilizadas no melhoramento genético do arroz irrigado desses dois germoplasmas.

Em relação às variáveis número de grãos cheios e vazios (Tabela 2), houve efeito dos tratamentos somente para o componente grãos cheios. O tratamento superior foi da cultivar BRS Pampa CL e adubação nitrogenada reduzida (110 kg de N ha⁻¹) combinada com bactérias diazotróficas (T4) que apresentou 139,35 grãos cheios panícula⁻¹, sendo um incremento de 9,85% em comparação ao tratamento com a dose de 158,5 kg de N ha⁻¹ e sem inoculante (T3). Para a cultivar IRGA 424 RI, verificou-se que na presença da inoculação com bactérias diazotróficas o número de grãos inteiros foi 22% superior à média dos tratamentos com sementes com/sem PS (T1 e T2). Esses resultados estão associados também às bases genéticas distintas das cultivares.

Tabela 2. Peso de mil grãos, número de grãos cheios e espiguetas estéreis por panícula, em função da inoculação de sementes das cultivares de arroz irrigado BRS Pampa CL e IRGA 424 RI com bactérias diazotróficas em experimento realizado no município de Santa Vitória do Palmar, RS, na safra agrícola 2021/2022. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2022.

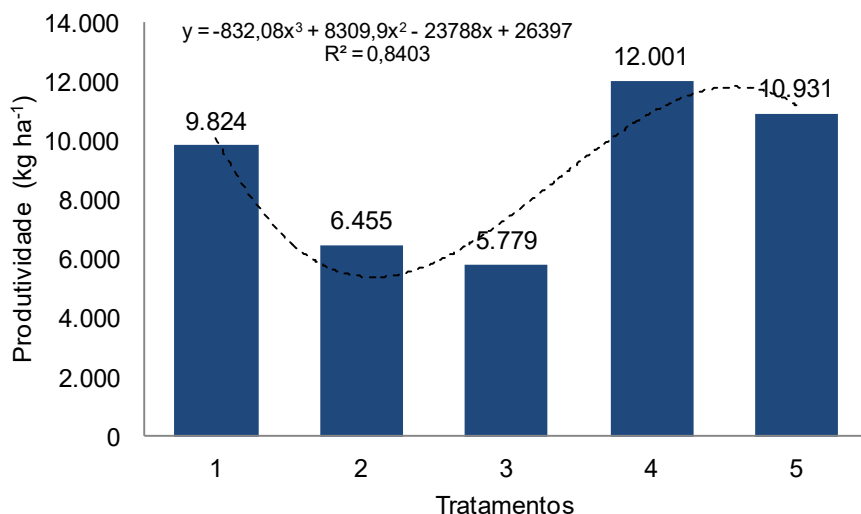
Tratamento	Peso de 1000 grãos	Grãos cheios	Espiguetas estéreis
	g	n°	n°
T1	24,42 b	119,45 bc	20,30 ^{ns}
T2	25,36 ab	109,55 c	16,65
T3	27,42 a	126,85 ab	15,30

Tratamento	Peso de 1000 grãos	Grãos cheios	Espiguetas estéreis
	g	n°	n°
T4	27,34 a	139,35 a	17,50
T5	25,48 ab	130,70 ab	18,90
CV (%)	1,89	5,95	19,35

Na Figura 4, estão apresentados os valores totais de produtividade do experimento. As parcelas foram colhidas em sua integralidade como unidade representativa de lavoura de arroz irrigado. Os resultados mostram efeitos dos tratamentos com o uso do inoculante contendo bactérias diazotróficas sobre a produtividade do arroz das duas cultivares. A cultivar BRS Pampa CL com adubação nitrogenada reduzida e com inoculada com bactérias diazotróficas (T4) foi superior a todos os tratamentos com a cultivar IRGA 424 RI. O incremento produtivo da BRS Pampa CL com inoculante e dose reduzida de adubação nitrogenada (110 kg de N ha⁻¹) foi de 9,7% em comparação com a cultivar IRGA 424 RI com sementes inoculadas + PS e alta adubação nitrogenada (181 kg de N ha⁻¹) (Figura 5). Quanto ao comportamento da BRS Pampa CL com adubação nitrogenada muito alta (158,5 kg de N ha⁻¹), padrão de lavoura da granja, e sem inoculação (T3), sobre à variável produtividade, ressalta-se que houve o efeito de acamamento, provocando diminuição de cerca de 56% da produção de grãos, considerando o teto produtivo dessa cultivar (10.200 kg ha⁻¹) (Magalhães Júnior et al., 2018).

Para a cultivar IRGA 424 RI, verificou-se que o melhor desempenho foi no tratamento com sementes inoculadas com bactérias diazotróficas e PS (T5), diferindo dos tratamentos sem inoculação e com PS (T2) em 41% e com sementes sem inoculação e PS (T1) em 10,13%. Consta-se, ainda, que houve efeito prejudicial do PS às sementes de arroz que refletiu na menor produtividade de grãos (T2) e a comprovação do benefício da inoculação para o incremento de 69,34% na produção (T4). Esses resultados corroboram com observações de Cereza et al. (2019) e Rosa et al. (2017) que dietholate afeta a germinação e o vigor de sementes de arroz em associação com herbicidas, fungicida e inseticidas em tratamento de sementes.

O uso de inoculante com bactérias endofíticas diazotróficas em arroz irrigado pode complementar a adubação nitrogenada da cultivar BRS Pampa CL para o alcance de alta produtividade em condições de lavoura, comprovando os resultados obtidos por Mattos et al. (2020), em ambiente experimental, de eficiência agrônômica desse consórcio bacteriano para a fixação de nitrogênio e promoção do crescimento de arroz cultivado em terras baixas. Acrescenta-se, ainda, que o consórcio contribui positivamente para o desempenho produtivo da cultivar IRGA 424 RI com uso de adubação nitrogenada completa



- 1 - Cultivar IRGA 424 RI (sementes sem PS* e com inoculante de bactérias diazotróficas).
- 2 - Testemunha cultivar IRGA 424 RI (sementes com PS e sem inoculante).
- 3 - Testemunha cultivar BRS Pampa CL (sementes sem PS e sem inoculante).
- 4 - Cultivar BRS Pampa CL (sementes sem PS e com inoculante de bactérias diazotróficas).
- 5 - IRGA 424 RI (sementes com PS e com inoculante de bactérias diazotróficas).

*Protetor de Sementes

Figura 4. Produtividade de grãos, em função da inoculação de sementes das cultivares de arroz irrigado BRS Pampa CL e IRGA 424 RI com bactérias diazotróficas em experimento realizado no município de Santa Vitória do Palmar, RS, na safra agrícola 2021/22,). Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2022.

Foto: Maria Laura Turino Mattos



Figura 5. Lavoura de arroz irrigado, cultivar BRS Pampa CL, com uso de inoculante de bactérias diazotróficas e diminuição da adubação nitrogenada em experimento realizado no município de Santa Vitória do Palmar (RS), na safra agrícola 2021/2022.

Conclusões

O consórcio de bactérias diazotróficas possui potencial para fixar nitrogênio e aumentar a absorção do nitrogênio de fonte mineral, contribuindo para um equilibrado estado nutricional das cultivares de arroz irrigado avaliadas (BRS Pampa CL e IRGA 424 RI).

O inoculante de bactérias endofíticas diazotróficas, combinado com adubação nitrogenada mineral, contribui para o melhor desempenho agrônômico das cultivares BRS Pampa CL e IRGA 424 RI de arroz irrigado.

A cultivar BRS Pampa CL apresenta alta resposta de produtividade com a combinação de adubação nitrogenada mineral reduzida e o inoculante de bactérias endofíticas diazotróficas.

A contribuição do consórcio de bactérias endofíticas diazotróficas com adubação nitrogenada completa também é positiva para a produtividade da cultivar IRGA 424 RI.

Agradecimentos

Aos funcionários do Laboratório de Microbiologia do Solo, Ieda Baade dos Santos e Claudinei Bonemann Rosso, pelo apoio nos trabalhos técnicos desenvolvidos na realização dos experimentos relatados nesta publicação.

Referências

AGROFIT. **Produtos formulados. Permit.** Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso: 5. set. 2022.

CEREZA, T. V.; CARLOS, F. S.; OGOSHI, C.; TOMITA, F. M.; GUSTAVO CAMPOS SOARES, G. C.; ULGUIM, A. da R. Antagonism between fungicide-insecticide treatments and dietholate in irrigated rice seed. **Journal of Seed Science**, v. 41, n. 1, p. 013-021, 2019.

DORNELES, L. T.; LOPES, M. C. B.; LOPES, S. I. G.; OGOSHI, C.; ZAMBONI, A. Caracterização morfológica e teste de do cultivar IRGA 424 RI e de três linhagens elites do programa de melhoramento do IRGA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 9., 2015, Pelotas. **Ciência e tecnologia para otimização da orizicultura: anais**. Brasília, DF: Embrapa; Pelotas: Sosbai, 2015.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Lowland rice response to nitrogen fertilization. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 32, p. 1405-1429, 2001.

FAGUNDES, P. R. R.; MATTOS, M. L. T.; MAGALHAES JUNIOR, A. M. de; SEVERO, A. C. M.; FACIO, M. L. P. **Resposta de genótipos de arroz irrigado à fixação biológica de nitrogênio**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012. 10 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 136).

IRGA. **Safras. Boletim de resultados da lavoura de arroz. Safra 2020/2021**. Disponível em: <https://irga.rs.gov.br/upload/arquivos/202109/27151231-boletim-de-resultados-da-safra-2020-2021-compressed.pdf>. Acesso: 20 ago. 2020.

MAGALHÃES JUNIOR, A. M. de; MORAIS, O. P. de; FAGUNDES, P. R. R.; MOURA NETO, F. P.; FRANCO, D. F.; NEVES, P. de C. F.; NUNES, C. D. M.; RANGEL, P. H. N.; PETRINI, J. A.; SEVERO, A. C. M. **BRS Pampa: cultivar de arroz irrigado de alta produtividade e excelência na qualidade de grãos**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012. 8 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 282).

MAGALHÃES JUNIOR, A. M. de; RANGEL, P. H. N.; FAGUNDES, P. R. R.; COLOMBARI FILHO, J. M.; FRANCO, D. F.; CASTRO, A. P.; ANDRES, A.; NEVES, P. de C. F.; NUNES, C. D. M.; BRESEGHELLO, F.; PETRINI, J. A.; TORGA, P. P.; MARTINS, J. F. da S.; ABREU, A. G. de; FERREIRA, M. E.; MOURA NETO, F. de. **'BRS Pampa CL': Cultivar de Arroz Irrigado de Grãos Nobres para o Sistema Clearfield® no RS**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018. 13 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 364).

MATTOS, M. L. T.; FAGUNDES, P. R. R.; SANTOS, I. B. dos; ALMEIDA, B. M. **Fixação biológica de nitrogênio na cultura do arroz irrigado por inundação: Parte I: bactérias endofíticas diazotróficas isoladas das cultivares BRS 7 "Taim" e BRS Pelota**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 22 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 303).

MATTOS, M. L. T.; FAGUNDES, P. R. R.; SCIVITTARO, W. B.; GUIDONI, A. L.; GALARZ, L. A.; FACIO, M. L. P. **Seleção de bactérias endofíticas diazotróficas para a fixação de nitrogênio na cultivar de arroz irrigado BRS Pampa**. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 30.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 14.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 12.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 9.; SIMPÓSIO SOBRE SELÊNIO NO BRASIL, Maceió. A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola: Resumos. Viçosa, MG: SBCS, 2012. p. 1-4.

MATTOS, M. L. T.; FAGUNDES, P. R. R.; SCIVITTARO, W. B.; FACIO, M. L. P. **Fixação biológica de nitrogênio na cultura do arroz irrigado por inundação: parte II: Interação entre as cultivares BRS Fronteira, BRS Querência e BRS Pampa com bactérias endofíticas diazotróficas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2015. 24 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 384).

MATTOS, M. L. T.; SCIVITTARO, W. B.; VALGAS, R. A.; MELO, I. S. de; HUNGRIA, M. **Eficiência agrônômica de bactérias endofíticas diazotróficas para a fixação de nitrogênio e promoção do crescimento de arroz irrigado cultivado em terras baixas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2020. 13 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 210).

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2015. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso: 22 jan. 2020.

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 32., 2018, Farroupilha. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Cachoeirinha: Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, 2018. 205 p.

ROSA, T. D.; HELGUEIRA, D. B.; ALMEIDA, S. A.; SOARES, N. S.; MATTOS, F. P.; MEDEIROS, D. C. Vigor de sementes de arroz irrigado tratadas com dietholate isolado e em combinação em duas temperaturas. **Revista Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 11, n. 2, p. 59-62, 2017.

STEINMETZ, S.; INFELD, J. A.; ASSIS, F. N. de; WREGE, M. S.; FERREIRA, J. S. A. **Uso do método de graus-dia para estimar a data de diferenciação da panícula de cultivares de arroz irrigado do Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 36 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 126).

TAKAY, T.; KONDO, M.; YANO, M.; YAMAMOTO, T. A quantitative trait locus for chlorophyll content and its association with leaf photosynthesis in rice. **Rice**, v. 3, p. 172-180, 2010.

Embrapa Clima Temperado
BR-392, km-78, Caixa Postal 403
CEP 96010-971, Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8100
www.embrapa.br/clima-temperado
www.embrapa.br/fale-conosco

1ª edição
Publicação digital: PDF



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações

Presidente

Luis Antônio Suíta de Castro

Vice-presidente

Walkyria Bueno Scivittaro

Secretária-executiva

Bárbara Chevallier Cosenza

Membros

Ana Luiza B. Viegas, Fernando Jackson,

Marilaine Schaun Pelufé, Sonia Desimon

Revisão de texto

Bárbara Chevallier Cosenza

Normalização bibliográfica

Marilaine Schaun Pelufé

Editoração eletrônica

Nathália Santos Fick (46.431.873/0001-50)

Foto da capa

Maria Laura Mattos

CGEE 017851