

## Bactérias diazotróficas e vermicomposto como fontes alternativas de n para o arroz irrigado

Diazotrophic vermicompost as bacteria and alternative sources of n for rice crop

Robson Andreazza<sup>1</sup>, Anelise V. Kuss<sup>2</sup>, Zaida I Antonioli<sup>3</sup>, Rodrigo J.S. Jacques<sup>4</sup>, Marco L. Santos<sup>5</sup>, Daniel Pazzini<sup>6</sup>, Falko König, Sabrina F.B. Dahmer<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Pos Doutor em Ciência do Solo, Universidade Federal de Pelotas; <sup>2</sup>Dra. Ciencia do Solo, Universidade Federal de Pelotas; <sup>3</sup>Prof. CCR, Universidade Federal de Santa Maria; <sup>4</sup>Dr. Ciencia do Solo, Universidade Federal de Santa Maria; <sup>5</sup>Graduando Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria; <sup>6</sup>Doutorando em Ciencia do Solo, Universidade Federal de Santa Maria; <sup>7</sup>Graduando Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria

### Resumo

*A rizicultura brasileira tem sido prejudicada pelos altos preços dos insumos agrícolas. Dentre os insumos, o adubo nitrogenado, na forma de ureia, é um dos principais fertilizantes utilizados e de maior custo na produção deste cereal. O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização de bactérias diazotróficas e vermicomposto como alternativa à utilização de nitrogênio na cultura do arroz irrigado. Para isto, instalou-se um experimento em casa de vegetação com solo classificado como Planossolo Hidromórfico Eutrófico Arênico e sete tratamentos. Os tratamentos T6 e T7 mostraram produções do arroz irrigado semelhantes às produções do tratamento T3, com adição de ureia. O uso de vermicomposto com a bactéria diazotrófica para a produção de arroz irrigado é uma alternativa eficiente na produção de grãos.*

**Palavras-chave:** inoculantes alternativos, agricultura sustentável, fixação biológica de nitrogênio, vermicomposto.

### Abstract

*Rice crop production has been prejudiced by high prices of agricultural products. Among these products, the nitrogen fertilization in urea form is one of the principal used fertilizers and also with high costs to rice production. However, alternative ways for rice production are needed. The aim of this study was evaluate the use of diazotrophic bacteria and vermicompost as an alternative for substitution of nitrogen addition as urea. It was installed a greenhouse experiment. The used soil was a Spodosol and seven treatments. The treatments T6 and T7 exhibited the same level of rice productions of the treatment T3, with nitrogen addition. The vermicompost and diazotrophic bacteria used for rice production can be an efficient alternative for crop production.*

**Keywords:** alternative inoculums, biological nitrogen fixation, sustainable agriculture, worm compost.

## 1. Introdução

O arroz irrigado é de grande importância à alimentação e à economia brasileira (FAGERIA e SANTOS, 2007). Contudo, os altos preços dos insumos agrícolas vêm aumentando o custo de produção do arroz irrigado. Além disso, há um custo energético na produção de adubos nitrogenados que necessitam de grandes quantidades de energia não renovável, e podem como podem ocasionar grandes poluições ambientais pela nitrificação e desnitrificação (BRIGDEN e STRINGER, 2000; MOREIRA e SIQUEIRA, 2006). Assim, é necessário buscar alternativas para a suplementação ou a substituição da adubação mineral nitrogenada, como a adição de vermicomposto ou a fixação biológica de nitrogênio (FBN) por bactérias diazotróficas.

A vermicompostagem é o processo que consiste em submeter diferentes resíduos orgânicos de origem animal e/ou vegetal a processos fermentativos e humificantes proporcionados por minhocas, visando um produto curado em aproximadamente 45 - 60 dias chamado vermicomposto (COMPAGNONI e PUTZOLU, 1985; AQUINO et al., 2005). Este produto pode ser utilizado na melhoria das condições físico-químicas e biológicas do solo (SOUZA et al., 2006; NGO et al., 2012). O vermicomposto pode ter inúmeras origens como de esterco de codornas, esterco bovino, esterco equino, esterco suíno, esterco ovino, borra-de-café e erva mate (SOUZA et al., 2006), lodo de esgoto (SILVA et al., 2002; CORRÊA et al., 2007), bagaço de cana-de-açúcar (SILVA et al., 2002), resíduos domiciliares (LOUREIRO et al., 2007), entre outros. Além disso, sua aplicação pode ter resultados semelhantes à adição de adubo nitrogenado na produção de plantas (DOAN et al., 2013) e também superiores a utilização do composto (AMOSSÉ et al., 2013). Em virtude disso, a utilização de vermicomposto tem se tornado uma alternativa viável no aproveitamento de resíduos orgânicos, bem como a melhoria da produção agropecuária.

Na rizosfera de gramíneas, aproveitando escudados, pode haver a fixação de nitrogênio por bactérias de vários gêneros como as do gênero *Azospirillum* em concentrações que variam de 10 - 80 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (MOREIRA, 2006). Um último tipo de FBN é a endofítica, como ocorre nos vasos de cana-de-açúcar, devido a *Acetobacter diazotrophicus* e *Methylobacterium* spp. A FBN, como exemplo na soja, é capaz de fornecer, juntamente com o suplemento do solo, todo o N que a cultura necessita (MOREIRA, 2006). Além disso, a aplicação de vermicomposto pode ser uma prática alternativa para a substituição da aplicação de ureia na agricultura, diminuindo os custos de produção e emissão de nitrogênio na atmosfera.

A FBN é uma alternativa eficaz na produção agrícola pela substituição parcial ou total do nitrogênio aplicado em algumas culturas como soja, milho e algodão (ALVES et al., 2006). Bactérias diazotróficas utilizadas na fixação de nitrogênio em gramíneas (ROESCH et al., 2005; MENDONÇA et al., 2006; GUIMARÃES et al., 2007; MATTOS et al., 2008, SILVA et al., 2009) e outras espécies (WEBER et al., 2000; BALDOTTO et al., 2010) têm sido estudadas nos últimos anos. Estes estudos mostram a efetividade deste tipo de associação ao hospedeiro. O arroz irrigado também tem sido estudado, mostrando-se produtivo quando produzido com a inoculação de bactérias diazotróficas eficazes na fixação biológica de nitrogênio (GUIMARÃES et al., 2007). Em virtude disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização de bactéria diazotrófica e vermicomposto bovino na produção e melhoria de algumas características fenotípicas como número e peso de panículas, massa de mil grãos, e produtividade de três cultivares de arroz irrigado BR IRGA 409, BR IRGA 417 e BR IRGA 422CL.

## 2. Materiais e métodos

O experimento conduzido na casa de vegetação do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. O solo utilizado foi coletado da área experimental de arroz do departamento de Solos da UFSM, RS. Os resultados da análise físico-química do solo foram: pH(H<sub>2</sub>O) 5,0; Matéria Orgânica (g kg<sup>-1</sup>) 27,0; P (mg dm<sup>-3</sup>) 10,9; K (cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>) 0,27; CTC efetiva (cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>) 7,0; argila (g kg<sup>-1</sup>) 35; O solo é classificado como um Planossolo Hidromórfico Eutrófico Arênico (STRECK et al., 2002). Utilizou-se três cultivares de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.), BR IRGA 409, BR IRGA 417 e BR IRGA 422 CL.

O solo foi coletado, tamisado retirando-se restos vegetais, raízes e rochas. Posteriormente, foi pesado 10 kg de solo para alocar nas unidades experimentais. As unidades experimentais utilizadas foram recipientes plásticos de 20 l. Para melhorar a retenção da água os interiores destas foram recobertas com sacos plásticos. Após, foram acondicionadas em casa de vegetação para a semeadura do arroz e preparação dos tratamentos. O vermicomposto foi produzido com esterco bovino pelo Departamento de Solos da UFSM. A cepa bacteriana foi isolada, selecionada e caracterizada de acordo com KUSS et al. (2007).

Os tratamentos utilizados foram: T1 Controle (sem a adição de NPK); T2 Sem adição de nitrogênio (mas com adubação de P e K); T3 Adição de ureia (120 kg ha<sup>-1</sup>); T4 Inoculante com bactéria diazotrófica (isolado UFSM-BD-31-06 (KUSS et al., 2007)); T5

Vermicomposto bovino (52,44 t kg ha<sup>-1</sup>); T6) Inoculante e ureia (isolado UFSM-BD-31-06 + 120 kg ha<sup>-1</sup> de ureia); T7) Inoculante e vermicomposto (isolado UFSM-BD-31-06 + 52,44 t ha<sup>-1</sup> de vermicomposto).

As sementes de arroz foram desinfetadas com hipoclorito de sódio 1% por 1 minuto, homogeneizadas manualmente e separadas 10 sementes para cada tratamento. Após, as sementes dos tratamentos com o inoculo (T4, T6 e T7) da bactéria diazotrófica foram inoculadas com 10 mL de uma suspensão bacteriana contendo 10<sup>10</sup> células por mL (em solução salina 0,85%), para cada 100 g de sementes, determinadas por contagem em placas. As condições ambientais de crescimento microbiano foram realizadas de acordo com o isolamento e caracterização da bactéria isolada por KUSS et al. (2007).

Para a semeadura adicionou 20 sementes por unidade experimental. Após 10 dias, foi realizado desbaste mantendo-se 5 plantas por vaso até o final do experimento. Aos 20 dias após a emergência (DAE), manteve-se uma lâmina de água de 5 cm. O controle de plantas daninhas e pragas foram realizados manualmente e o controle fitopatológico não foi necessário em nenhum estágio da cultura.

A quantidade de nitrogênio foi calculada de acordo com a dose recomendada para a cultura do arroz (120 kg de N ha<sup>-1</sup>) (CQFS, 2004) em relação à área da superfície do vaso e, aplicado na forma de ureia dividida em três aplicações, 1/3 na semeadura, 1/3 30 dias após a germinação e 1/3 no perfilhamento. As doses de 40 kg ha<sup>-1</sup> de P (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 40 kg ha<sup>-1</sup> de K (K<sub>2</sub>O) foram de acordo com a recomendação para a cultura (CQFS, 2004). A análise do vermicomposto foi realizada de acordo com TEDESCO et al. (1995). O vermicomposto apresentou 7,8 (g kg<sup>-1</sup>) de matéria orgânica; 76,0 (mg dm<sup>-3</sup>) de P e 2,05 (cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>) de K.

Os parâmetros analisados foram: altura de plantas e o índice SPAD (Soil Plant Analysis Development) que é a medida indireta do teor de clorofila, variáveis analisadas aos 60 e 80 DAE das plantas de arroz, no terço superior da folha bandeira, de três plantas, nas folhas do colmo principal de cada planta, em todos os vasos. O número médio de sementes por panícula (g), o número médio de panículas por vaso, o peso médio de panículas, a massa de mil grãos e a produtividade de grãos foram analisadas ao final do experimento.

O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições. A análise estatística foi realizada com o programa SOC (EMBRAPA, 1997), aplicado ao teste F para as variáveis em estudo e, quando significativo (5%), foi realizada a comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%.

### 3. Resultados e discussão

Os tratamentos contendo vermicomposto bovino, inóculo ou ureia mostraram maior altura quando comparados aos tratamentos controle T1 e T2 (Tabela 1). As cultivares de arroz irrigado BR IRGA 409 e BR IRGA 417 não mostraram diferenças na altura de plantas entre os tratamentos utilizados aos 80 dias após a emergência (DAE); embora, na cultivar BR IRGA 422CL. O tratamento que obteve maior altura de plantas foi o tratamento controle sem adição de nitrogênio, fósforo e potássio da cultivar BR IRGA 409, com 81 e 93 cm de altura aos 60 e 80 dias após a emergência (DAE) respectivamente (Tabela 1). Na cultivar BR IRGA 422CL, a altura de plantas foi maior nos tratamentos com a adição de nitrogênio (T3 e T6) aos 60 DAE com 81,5 e 80,6 cm, respectivamente (Tabela 1); contudo, aos 80 DAE, os demais tratamentos obtiveram um aumento na altura de plantas, não havendo mais diferenças entre os tratamentos com nitrogênio (T3 e T6) e os tratamentos com a inoculação do isolado diazotrófico UFSM-BD-31-06 (T4, T6 e T7). Comparando os tratamentos entre as três cultivares, não houve diferença, embora a cultivar BR IRGA 422CL obteve maior número de tratamentos significativamente maiores que as demais cultivares em estudo.

Há trabalhos na literatura indicando que as inoculações de bactérias diazotróficas aplicadas em gramíneas são eficientes para aumentar o crescimento, como no caso de trigo, dois dos isolados utilizados pelos autores, foram eficientes no aumento do crescimento das plantas (ROESCH et al., 2005). Isto pode ser explicado pela capacidade de compensação que a cultura do arroz irrigado possui quando há alguma variável dependente negativa para o crescimento da cultura (MAZZARI et al., 2007). A cultura do arroz compensa a variável negativa com o aumento da capacidade produtiva de outra variável (MAZZARI et al., 2007).

Na avaliação do índice SPAD, as cultivares BR IRGA 409 e BR IRGA 417 não apresentaram diferenças entre todos os tratamentos (Tabela 2). Já a cultivar BR IRGA 422CL mostrou efeito significativo na adição de ureia (T3 com valores de 33,16 e 32,15 aos 60 e 80 DAE, respectivamente), ureia mais inóculo (T6 com valores de 32,29 e 29,68 aos 60 e 80 DAE respectivamente) e não diferenciando-se do tratamento com o isolado de bactéria diazotrófica (T4 com valores de 28,04 aos 60 DAE) (Tabela 2). Não houve diferença entre as três cultivares em função do índice SPAD.

A aplicação de nitrogênio (120 kg ha<sup>-1</sup>) aumentou consideravelmente o número médio de panículas de 15 para 42,4 por vaso e de 15 para 29,4 panículas no tratamento com nitrogênio e inóculo, para a cultivar

Tabela 1. Estatura de plantas de arroz irrigado em diferentes tratamentos.

	BR IRGA 409		BR IRGA 417		BR IRGA 422 CL	
	60 DAE*	80 DAE	60 DAE	80 DAE	60 DAE	80 DAE
	----- cm -----					
T1)	81,0aA**	93,0aA	72,4aAB	81,0aB	64,7bcB	74,6cB
T2)	69,7bA	86,6aA	69,2aA	79,2aA	64,2cA	77,2bcA
T3)	67,4bB	84,6aA	66,1aB	82,0aA	81,5aA	86,8abA
T4)	74,1abA	89,4aA	65,7aA	80,2aA	73,0abcA	82,4abcA
T5)	71,4abA	86,4aA	72,5aA	84,8aA	76,6aA	89,0aA
T6)	73,2abAB	90,6aA	64,2aB	83,4aA	80,6aA	86,2abA
T7)	75,6abA	87,6aA	71,1aA	81,6aA	75,1abA	85,6abA

\*DAE, dias após a emergência.

\*\*Letras minúsculas diferentes representam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos em cada cultivar, e letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as cultivares dentro de cada tratamento.

Tabela 2. Índice SPAD (Soil Plant Analysis Development) de plantas de arroz irrigado em diferentes tratamentos.

	BR IRGA 409		BR IRGA 417		BR IRGA 422 CL	
	60 DAE*	80 DAE	60 DAE	80 DAE	60 DAE	80 DAE
T1)	32,4aA**	30,0aA	27,8aAB	28,3aA	23,2bB	29,6abA
T2)	28,4aA	28,4aA	25,6aA	28,1aA	23,6bA	27,8bA
T3)	31,5aA	29,6aA	31,4aA	29,7aA	33,1aA	32,9aA
T4)	31,7aA	25,5aA	27,7aA	29,3aA	28,0abA	26,5bA
T5)	24,5aA	28,5aA	28,9aA	30,3aA	27,2abA	26,0bA
T6)	26,3aA	28,8aA	30,2aA	29,9aA	32,2aA	29,6abA
T7)	25,6aA	28,4aA	28,0aA	28,7aA	23,7bA	27,5bA

\*DAE, dias após a emergência.

\*\*Letras minúsculas diferentes representam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos em cada cultivar, e letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as cultivares dentro de cada tratamento.

BR IRGA 409 (Tabela 3). O tratamento T6 (isolado UFSM-BD-31-06 + 120 kg ha<sup>-1</sup> de ureia) mostrou a adição do isolado e nitrogênio diminuíram o número de panículas, quando comparado com o tratamento contendo a mesma quantidade de nitrogênio para a cultivar BR IRGA 409 (Tabela 3). A adição de nitrogênio pode inibir a produção de substâncias promotoras de crescimento no arroz irrigado (RADWAN et al., 2004), bem como a fixação biológica de nitrogênio (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006). Para a cultivar BR IRGA 409, o número de panículas por vaso não foi afetado por nenhum dos tratamentos utilizados no experimento. Para o número de grãos por panícula (Tabela 3), e massa de mil grãos (Tabela 4), não houve

diferença com a adição dos tratamentos.

Na cultivar BR IRGA 417, os tratamentos com a adição de 120 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio na forma de ureia (T3 e T6) obtiveram as melhores médias com 40 e 43 panículas por vaso, respectivamente (Tabela 3). Nesta cultivar, o número de grãos por panícula foi maior no tratamento com vermicomposto (T5 com 149 grãos por panícula), seguido do tratamento com ureia (T3, com 135 grãos por panícula). Já no tratamento com adição de 120 kg ha<sup>-1</sup> de ureia e com a inoculação com o isolado diazotrófico UFSM-BD-31-06 (T6) houve um efeito negativo tanto no número de grãos por panícula (Tabela 3), quanto na massa por panícula (Tabela 4). Contudo, a massa de mil grãos não foi afetada pela

aplicação dos diferentes tratamentos.

A aplicação de nitrogênio obteve as maiores médias no número de panículas para a cultivar BR IRGA 422CL nos tratamentos T3 e T6, com 34 e 35 panículas vaso<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 3). O efeito da inoculação com o isolado juntamente com a adição do vermicomposto (T7) mostrou eficiência no aumento do número médio de panículas (27,8 panículas vaso<sup>-1</sup>) em comparação aos tratamentos controle (T1 e T2 ambos com média de 21 panículas vaso<sup>-1</sup>) (Tabela 3). Comparando todas as cultivares, não houve diferença para o número de panículas (Tabela 3) e o peso média de panículas (Tabela 4), embora, a cultivar BR IRGA 409 destacou-se com um maior número de grãos por panícula, e, conseqüentemente, com um maior peso médio de panículas, sendo a melhor cultivar nestas variáveis. A aplicação de vermicomposto (T5) à cultivar BR IRGA 422CL, aumentou o número de grãos por panícula, aumentando a massa por panícula e também melhorando a massa de mil grãos em comparação aos tratamentos sem a adição de nitrogênio, e estes mesmos

resultados podem ser comparados aos tratamentos com a adição de 120 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (Tabela 4).

A matéria orgânica libera os nutrientes ligados nela, como o nitrogênio, mais lentamente em comparação aos adubos químicos (DOAN et al., 2013). Nesse estudo, é observado que o vermicomposto bovino (T5) melhorou alguns parâmetros fisiológicos. Este tratamento mostrou a média mais elevada no número de grãos por panícula (Tabela 3) e também na massa de grãos por panícula (Tabela 4) nas três cultivares em estudo. Altas concentrações de nitrogênio mineral atuam negativamente nestes tipos de variáveis (MARZARI et al., 2007). Em virtude disso, o vermicomposto, com uma mineralização mais lenta pode melhorar estas variáveis em relação aos tratamentos com adição de nitrogênio. Assim, a adição de vermicomposto pode ser uma alternativa para melhorar o número de grãos por panícula, massa de grãos por panícula, e conseqüentemente, melhorar a produção do arroz irrigado.

Outros estudos demonstram que a adição de

Tabela 3. Número de panículas por vaso e número médio de grãos por panícula de três cultivares de arroz irrigado em diferentes tratamentos.

	Nº de Panícula vaso <sup>-1</sup>		
	BR IRGA 409	BR IRGA 417	BR IRGA 422 CL
T1)	15,0cA*	14,4cA	21,6cdeA
T2)	16,2cA	16,2bcA	21,2deA
T3)	42,4aA	38,6aA	34,0abA
T4)	18,6cA	19,0bcA	19,2eA
T5)	21,0bcA	18,0bcA	25,8cdA
T6)	29,4bC	42,8aA	35,0aB
T7)	22,6bcB	21,4bB	27,8bcA
	Nº de grãos panículas <sup>-1</sup>		
	BR IRGA 409	BR IRGA 417	BR IRGA 422 CL
T1)	158,7aA	133,6abB	119,0aB
T2)	166,2aA	126,3abcB	114,8aB
T3)	149,0aA	135,6abAB	124,5aB
T4)	144,6aA	115,3bcB	121,5aB
T5)	164,2aA	149,0aAB	140,4aB
T6)	157,6aA	94,0cC	119,2aB
T7)	148,5aA	105,8bcB	116,2aB

\*Letras minúsculas diferentes representam diferença significativa (p<0,05) entre os tratamentos em cada cultivar, e letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa (p<0,05) entre as cultivares dentro de cada tratamento.

Tabela 4. Peso médio de panículas e massa de mil grãos de três cultivares de arroz irrigado em diferentes tratamentos.

	<b>Peso panículas<sup>-1</sup></b>		
	<b>BR IRGA 409</b>	<b>BR IRGA 417</b>	<b>BR IRGA 422 CL</b>
	----- g -----		
T1)	2,9aA*	2,8aA	2,0cB
T2)	3,0aA	2,1bB	2,4bcB
T3)	2,6aA	2,5abA	2,4abcA
T4)	2,8aA	2,1bB	2,0cB
T5)	3,2aA	3,1aA	3,0aA
T6)	3,0aA	2,0bB	2,7abA
T7)	2,7aA	2,1bB	2,5abcAB

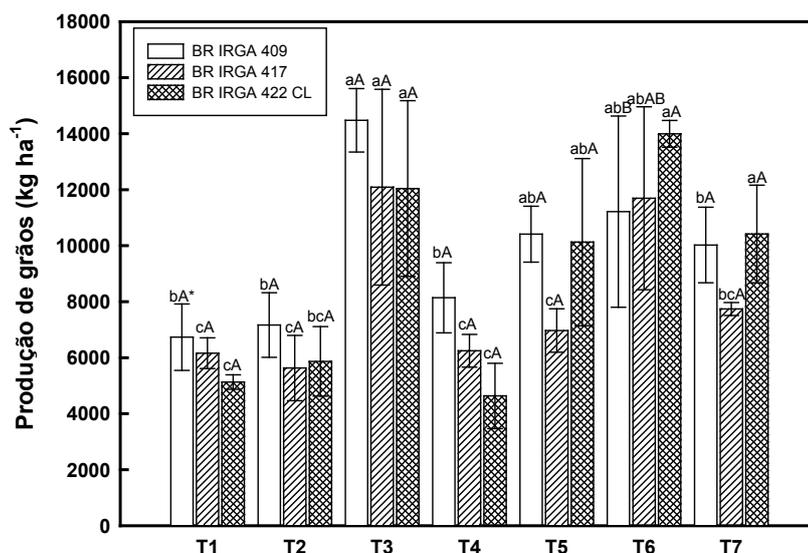
	<b>Massa de 1000 grãos</b>		
	<b>BR IRGA 409</b>	<b>BR IRGA 417</b>	<b>BR IRGA 422 CL</b>
	----- g -----		
T1)	18,6aB	21,6aA	17,4cB
T2)	19,9aA	20,6aA	21,0abA
T3)	19,8aAB	19,1aB	21,4abA
T4)	19,9aAB	21,8aA	18,2bcB
T5)	19,7aB	20,8aAB	22,3aA
T6)	19,5aB	21,4aAB	23,4aA
T7)	20,2aA	20,6aA	21,7aA

\*Letras minúsculas diferentes representam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos em cada cultivar, e letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as cultivares dentro de cada tratamento.

vermicomposto pode

No geral, a produção de arroz irrigado foi afetada positivamente pelo tratamento com a adição de vermicomposto, e no tratamento com a adição de vermicomposto e o isolado de bactéria diazotrófica nas cultivares BR IRGA 409 e BR IRGA 422CL (Figura 1). A produção de grãos das plantas de arroz irrigado BR IRGA 409 foi máxima no tratamento com ureia como fonte de nitrogênio, obtendo uma produção de mais de 14.000 kg ha<sup>-1</sup> de arroz em casca (T3), seguido do tratamento com ureia e o isolado UFSM- BD-31-06 (T5) com uma produção de mais de 10.000 kg ha<sup>-1</sup> de arroz em casca; contudo não apresentando diferença significativa com os tratamentos T5 e T6, com mais de 10.000 kg ha<sup>-1</sup> de arroz em casca nesta cultivar (Figura 1). Mesmas tendências mostraram as cultivares BR IRGA 417 e BR IRGA 422CL, com altas produções nestes tratamentos (Figura 1).

A cultivar BR IRGA 417 obteve altas produções de grãos somente nos tratamentos com a aplicação de ureia (T3 e T6) com mais de 12.000 kg ha<sup>-1</sup> de arroz seco em casca (Figura 1). Isto mostra que a inoculação com o isolado UFSM-BD-31-06 e a aplicação do vermicomposto não surtiu o mesmo efeito no incremento da produção como ocorreu na adubação nitrogenada nesta cultivar. Por outro lado, a utilização de vermicomposto na cultivar BR IRGA 422CL de arroz irrigado mostrou um efeito positivo na produção final de grãos, com uma produção maior que 10.000 kg ha<sup>-1</sup> nos tratamentos com vermicomposto T5 e T7. Esta alta produção semelhante à produção de grãos dos melhores tratamentos, que foram adicionados ureia (T3 e T6) com produção de 12.000 e 14.000 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 1). Resultados semelhantes com a adição de vermicomposto no arroz irrigado mostram que a aplicação integrada de vermicomposto,



**Figura 1.** Produção de grãos de plantas de três cultivares de arroz irrigado BR IRGA 409, BR IRGA 417 e BR IRGA 422 CL em diferentes tratamentos. Barras de erros são o desvio padrão das médias. \*Letras minúsculas diferentes representam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos em cada cultivar, e letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as cultivares dentro de cada tratamento.

fertilizantes com N mineral e biofertilizantes podem aumentar a produção de arroz em 15,9% acima de tratamentos com a aplicação somente da fertilização com N mineral (JEYABAL e KUPPUSWAMY, 2001).

O vermicomposto mostrou-se uma alternativa eficiente para o suprimento de N a cultura do arroz, embora não tenha atingido as mesmas produções obtidas pelo tratamento com a adição de nitrogênio na forma de ureia. O vermicomposto, como uma fonte orgânica de nitrogênio, obtém uma mineralização de nitrogênio mais lenta para as plantas onde em algumas cultivares pode ter resultados melhores que somente a adubação nitrogenada (DOAN et al., 2013). Além disso, a vermicompostagem além de acelerar a estabilização dos compostos orgânicos, melhora as características químicas e físicas dos resíduos orgânicos com relação a compostagem (AMOSSÉ et al., 2013). Esta característica é favorável principalmente em condições de campo que o controle da lâmina de água é mais difícil, ocorrendo assim, menor perda de nitrogênio pela nitrificação/desnitrificação.

#### 4. Conclusões

A utilização de vermicomposto é uma alternativa para manter a produção de grãos nas cultivares BR IRGA 409 e BR IRGA 422CL comparados a altos

patamares de produção, e até mesmo a adição das concentrações de nitrogênio recomendada ao arroz irrigado no Rio Grande do Sul. A inoculação com bactérias diazotróficas UFSM-BD-31-06 nas cultivares em estudo melhorou algumas parâmetros fisiológicos como índice SPAD e massa de mil grãos. Contudo, a melhor alternativa encontrada, é a utilização de fontes de nitrogênio orgânicas alternativas, como o vermicomposto, juntamente com o isolado de bactéria diazotrófica. Ainda assim, acredita-se que o isolamento, caracterização e utilização de novas bactérias diazotróficas podem ser mais eficientes na fixação biológica de nitrogênio, sendo que, ainda é uma área que necessitada de intensos estudos.

#### 5. Referências Bibliográficas

ALVES, B.J.R.; ZOTARELLI, L.; FERNANDES, F.M.; HECKLER, J.C.; MACEDO, R.A.T.; BODDEY, R.M.; JANTALIA, C.P.; URQUIAGA, S. Fixação biológica de nitrogênio e fertilizantes nitrogenados no balanço de nitrogênio em soja, milho e algodão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.41, n.3, p.449-456, 2006.

AMOSSÉ, J.; BETTAREL, Y.; BOUVIER, C.; BOUVIER, T.; DUC, T.T.; THU, T.D.; JOUQUET, P.

The flows of nitrogen, bacteria and viruses from the soil to water compartments are influenced by earthworm activity and organic fertilization (compost vs. vermicompost). *Soil Biology & Biochemistry*, Amsterdam, v. 66, p. 197-203, 2013.

AQUINO, A.M.; ALMEIDA, D.L.; GUERRA, L.G.M.; DE-POLLI, H. Biomassa microbiana, colóides orgânicos e nitrogênio inorgânico durante a vermicompostagem de diferentes substratos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.40, n.11, p.1087-1093, 2005.

BALDOTTO, L.E.B.; BALDOTTO, M.A.; CANELLAS, L.P.; BRESSAN-SMITH, R.; OLIVARES, F.L. Growth promotion of pineapple 'vitória' by humic acids and *Burkholderia* spp. during acclimatization. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.4, n.5, 1593-1600, 2010.

BRIGDEN, K.; STRINGER, R. **Ammonia and urea production: Incidents of ammonia release from the Profertil urea and ammonia facility, Bahia Blanca, Argentina 2000**. Greenpeace, Stop Pollution, Technical Note: 17/00, 2000. 13p.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO- RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10 ed. Porto Alegre, 2004. 400p.

COMPAGNONI, L.; PUTZOLU, G. **Cría moderna de las lombrices y utilización rentable del humus**. Barcelona: Editora de Vecchi, 1985.127p.

CORRÊA, R.S.; FONSECA, Y.M.F.; CORRÊA, A.S. Produção de biossólido agrícola por meio da compostagem e vermicompostagem de lodo de esgoto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.11, n.4, p.420-426, 2007.

DOAN, T.T.; NGO, P.T.; RUMPEL, C.; NGUYEN, B.V.; JOUQUET, P. Interactions between compost, vermicompost and earthworms influence plant growth and yield: a one-year greenhouse experiment. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 160, p. 148-154, 2013.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para Agricultura. Ambiente software NTIA, versão 4.2.2: **Manual do Usuário - Ferramental Estatístico**. Campinas, 1997.

FAGERIA, N.K.; SANTOS, A.B. Resposta do arroz irrigado à adubação verde e química no Estado de Tocantins. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, v.11, n.4, p.387-392, 2007.

GUIMARÃES, S.L.; BALDANI, J.I.; BALDANI, V.L.D.; JACOB-NETO, J. Adição de molibdênio ao inoculante turfoso com bactérias diazotróficas usado em duas cultivares de arroz irrigado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, n.3, p.393-398, 2007.

JEYABAL, A.; KUPPUSWAMY, G. Recycling of organic wastes for the production of vermicompost and its response in rice-legume cropping system and soil fertility. *European Journal of Agronomy*, Bologna, v.15, n.3, p.153-170, 2001.

KUSS, A.V.; KUSS, V.V.; LOVATO, T.; FLÔRES, M.L. Fixação de nitrogênio e produção de ácido indolacético in vitro por bactérias diazotróficas endofíticas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, n.10, p.1459-1465, 2007.

LOUREIRO, D.C.; AQUINO, A.M.; ZONTA, E.; LIMA, E. Compostagem e vermicompostagem de resíduos domiciliares com esterco bovino para a produção de insumo orgânico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, n.7, p.1043-1048, 2007.

MARZARI, V.; MARCHEZAN, E.; SILVA, L.S.; CAMARGO, E.R. TELO, G.M. População de plantas, dose de nitrogênio e aplicação de fungicida na produção de arroz irrigado. I - Características agrônômicas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.37, n.2, p.330-336, 2007.

MATTOS, K.A.; PÁDUA, V.L.M.; ROMEIRO, A.; HALLACK, L.F.; NEVES, B.C.; ULISSES, T.M.U, BARROS, C.F.; TODESCHINI, A.R.; PREVIATO, J.O.; PREVIATO, L.M. Endophytic colonization of rice (*Oryza sativa* L.) by the diazotrophic bacterium *Burkholderia kururiensis* and its ability to enhance plant growth. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v.80, n.3, p.477-493, 2008.

MENDONÇA, M.M.; URQUIAGA, S.S.; REIS, V.M. Variabilidade genotípica de milho para acumulação de nitrogênio e contribuição da fixação biológica de nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.41, n.11, p.1681-1685, 2006.

MOREIRA, M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2ª Edição. Lavras: UFLA, 2006. 729p.

MOREIRA, F.M.S. Nitrogen - fixing Leguminosae nodulating bacteria. In: MOREIRA, F.M.S.; SILVA, C.D.; COSTA, L.M.; MATOS, A.T.; CECON, P.R.; SILVA, D.D. **Soil Biodiversity in Amazonian and Other Brazilian Ecosystems**. Wallington: CABI, p.237-270, 2006.

NGO, P.T.; RUMPEL, C.; DOAN, T.T.; JOUQUET, P. The effect of earthworms on carbon storage and soil organic matter composition in tropical soil amended with compost and vermicompost. **Soil Biology & Biochemistry**, Amsterdam, v.50, p. 214-220, 2012.

RADWAN, T.E.E.; MOHAMED, Z.K.; REIS, V.M. Efeito da inoculação de *Azospirillum* e *Herbaspirillum* na produção de compostos indólicos em plântulas de milho e arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.10, p.987-994, 2004.

ROESCH, L.F.; CAMARGO, F.A.O.; SELBACH, P.A.; SÁ, E.S. Reinoculação de bactérias diazotróficas aumentando o crescimento de plantas de trigo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.5, p.1201-1204 2005.

SILVA, C.D.; COSTA, L.M.; MATOS, A.T.; CECON, P.R.; SILVA, D.D. Vermicompostagem de lodo de esgoto urbano e bagaço de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.3, p.487-491, 2002.

SILVA, M.F.; OLIVEIRA, P.J.; XAVIER, G.R.; RUMJANEK, N.G.; REIS, V.M. Inoculantes formulados com polímeros e bactérias endofíticas para a cultura da cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.11, p.1437-1443, 2009.

SOUZA, L.M.; CASTILHOS, D.D.; MORSELLI, T.B.G.A.; CASTILHOS, R.M.V. Influência da aplicação de diferentes vermicompostos na biomassa microbiana do solo após cultivo de alface. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 4, p. 429-434, 2006.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLANT, E.; NASCIMENTO, P.C.; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS : UFRGS, 2002. 107p.

TEDESCO, M.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; WOLKWEIS, S. **Análise de solo, planta e outros materiais**. 2ª Edição. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1995. 1174p. Boletim Técnico , n. 5.

WEBER, O.B.; BALDANI, J.I.; DÖBEREINER, J. Bactérias diazotróficas em mudas de bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 11, p. 2277-2285, 2000.