

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CAMPUS ITAQUI
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

***Azospirillum brasilense* no cultivo de
arroz irrigado com tratamento de sementes com
insumos químicos e biológicos**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Jean Carlos F. Fresinghelli

**Itaqui, RS, Brasil
2015**

JEAN CARLOS F. FRESINGHELLI

***Azospirillum brasilense* no cultivo de arroz irrigado com tratamento de sementes com insumos químicos e biológicos**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Orientadora: Prof^a Dr^a Luciana Zago Ethur

Itaqui, RS, Brasil
2015

F884a Fresinghelli, Jean Carlos F. Fresinghelli
Azospirillum brasilense no cultivo de arroz irrigado com
tratamento de sementes com insumos químicos e
biológicos / Jean Carlos F. Fresinghelli Fresinghelli.

32 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)--
Universidade Federal do Pampa, BACHARELADO EM
AGRONOMIA, 2015.

"Orientação: Luciana Zago Ethur Ethur".

1. Fixação Biológica. 2. *Oryza sativa* L.. 3. Nitrogênio. I. Título.

JEAN CARLOS F. FRESINGHELLI

***Azospirillum brasilense* no cultivo de arroz irrigado com tratamento de sementes com insumos químicos e biológicos**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em: 10 de Julho de 2015.

Banca examinadora:

Prof^a. Dr^a. Luciana Zago Ethur
Orientadora
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Prof. Dr. Alexandre Russini
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Prof. Dr. Eduardo Bohrer de Azevedo
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Dedico este trabalho ao meu avô (*in memoriam*), João Fresinghelli meu sinônimo de caráter e honra. Que em seus ensinamentos sempre me mostrou o certo e o errado na vida, assim como o melhor caminho a seguir nos momentos de dificuldade; Dedico também a minha namorada Luana Cadore, que sempre esteve do meu lado me apoiando nos momentos de dificuldade.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus pela vida, assim como por todas as adversidades, nas quais me fazem evoluir.

Ao meu avô João Fresinghelli (*in memoriam*), este meu maior exemplo nesta vida.

Aos meus pais por me mostrarem exemplos no quais devo seguir.

A minha namorada Luana Cadore, que esteve junto comigo nos momentos bons e ruins, me apoiando nas minhas decisões e compartilhando sonhos, angústias e dores. Com carinho, atenção e principalmente paciência.

A Prof.^a. Dr.^a. Luciana Zago Ethur, que além de ser orientadora, é uma grande amiga, e exemplo de profissional. Obrigado por acreditar na minha capacidade quando eu mesmo já me desacreditava.

Aos meus grandes amigos João Bonetti, Marcos Bonetti, Elenir Bonetti, Marcos Dalmagro, Renata Andrade e Miguel Andrade Dalmagro, que sempre me apoiaram e me deram forças para que este sonho fosse concretizado, Ao Miguel, que com a inocência e amor de criança conseguiu gerar forças para que eu seguisse, mesmo diante das maiores dificuldades. Meu eterno agradecimento.

Aos meus amigos das famílias Andrade, Becker, Dornelles Cabral, Coffi da Costa, Dalmagro, Manfroi Dalmagro, Sanchotene Pedroso, Soto, Vebber, grandes amigos que acreditam no meu sucesso. Meu muito obrigado.

Aos meus amigos Carine, Igor, Matheus e Thomaz, que “abraçaram” este trabalho com o mesmo entusiasmo que o meu. Aos meus amigos do IRGA, pela área cedida, auxílio na condução e por suprirem as dúvidas quando surgiam. Meu muito obrigado

Ao pessoal responsável pela limpeza dos prédios, por me proporcionar além de um ambiente limpo e agradável para meu desenvolvimento acadêmico, sempre possuíram um cumprimento alegre e contagiante, juntamente com o pessoal do paisagismo e ao Eng. Agrônomo Edgar Brasil. Especialmente a tia Sandra, por sempre ter um agrado guardado, e compreender a sujeira feita no laboratório.

A todos que de alguma forma influenciaram positiva e até negativamente para a construção deste trabalho, sem estas influencias nada disto seria possível.

Seja você quem for, seja qual for à posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá.

Ayrton Senna

RESUMO

***Azospirillum brasilense* no cultivo de arroz irrigado com tratamento de sementes com insumos químicos e biológicos**

Autor: Jean Carlos F. Fresinghelli

Orientador: Prof^a Dr^a Luciana Zago Ethur

Local e data: Itaqui, 10 de Julho de 2015.

O arroz é cultivado e consumido em todo o mundo, sendo um dos cereais de maior importância econômica e social. Para alcançar altas produtividades desta cultura, a disponibilidade de nutrientes é essencial, principalmente o Nitrogênio (N). A fixação biológica por bactérias do gênero *Azospirillum* mostra-se capaz de auxiliar a suprir este nutriente. Além disso, utilizam-se microrganismos no tratamento de sementes visando à promoção de crescimento de plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização de ureia ou *Azospirillum brasilense* na produção de arroz irrigado, associado ao tratamento de sementes com produtos químicos e biológicos. O trabalho foi desenvolvido na área experimental do Instituto Rio-grandense do Arroz (IRGA 19° Nate), em Itaqui – RS. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com esquema fatorial 2 (Ureia/ *Azospirillum*) x 4 (tratamento de sementes), com quatro repetições. Os tratamentos de sementes para a cultivar IRGA 430 foram: (T1) fungicida + inseticida (controle); (T2) químico + formulado líquido a base de *Trichoderma* spp.; (T3) químico + formulado líquido de *A. brasilense*; e (T4) químico + formulado líquido a base de *Trichoderma* spp. + formulado líquido de *A. brasilense*. Utilizou-se aplicação foliar de *A. brasilense* e aplicação de ureia em dois momentos do desenvolvimento da planta. Ao final do ciclo da cultura avaliou-se o número de panículas por metro linear, o número de grãos por panícula, o peso de panículas, e a produtividade. Para os dados avaliados não ocorreu interação entre os fatores manejo e tratamentos de sementes e ocorreu diferença significativa entre os tratamentos de semente, apenas para a variável número de panículas por metro linear. Portanto, o manejo com ureia ou *A. brasilense* não interferem nas variáveis de produtividade analisadas para a cultivar de arroz IRGA 430. No entanto, ocorre incremento na produtividade do arroz para o manejo com utilização de *A. brasilense*. O tratamento de sementes com *Trichoderma* spp. apresenta acréscimo no número de panículas por metro linear, em relação ao demais.

Palavras-chave: Fixação Biológica, *Oryza sativa* L., Nitrogênio.

ABSTRACT

***Azospirillum brasilense* in irrigated rice cultivation with seed treatment with chemical and biological inputs**

Author: Jean Carlos F. Fresinghelli

Advisor: Prof^a. Dr^a. Luciana Zago Ethur

Place and date:Itaqui, July 10, 2015.

Rice is grown and consumed throughout the world, being a cereal greater economic and social importance in the world. To achieve high productivity of this culture, the availability of essential nutrients is mainly nitrogen (N). The biological fixation by bacteria of the genus *Azospirillum* proven capable of helping to supply this nutrient. Moreover, microorganisms are used in the treatment of seeds in order to promote plant growth. The objective of this study was to evaluate the use of urea or *Azospirillumbrasilense* in the production of rice, associated with the seed treatment with chemical and biological products. The study was conducted in the experimental area of the Rio Grande Rice Institute (IRGA 19 ° Nate) in Itaqui - RS. The experimental design was completely randomized with factorial 2 (Urea / *Azospirillum*) x 4 (seed treatment), with four replications. Seed treatments for IRGA 430 were: (T1) fungicide + insecticide (control); (T2)chemical + formulated liquid base *Trichodermaspp.*; (T3)chemical + formulated liquid *A. brasilense*; and (T4) chemical +formulated liquid the basis of *Trichoderma spp.* + Formulated liquid *A. brasilense*. We used foliar application of *A. brasilense* and application of urea in two stages of plant development. At the end of the cycle evaluated the number of panicles per meter, the number of grains per panicle, weight of panicles, and productivity. For the assessed data there was no interaction between the management factors and seed treatments and significant difference between seed treatments, only for the variable number of panicles per meter. So the management with urea or *A. brasilense* not interfere with productivity variables for rice cultivar IRGA 430. However, there is increase in rice productivity to manage with use of *A. brasilense*. Seed treatment with *Trichoderma spp.* presents increase in the number of panicles per meter, compared to the others.

Keywords: Biological fixation, *Oryza sativa* L.,Nitrogen.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1:Parcelas de arroz irrigado.....	21
FIGURA 2:Aplicação aérea de <i>Azospirillum brasilense</i> em parcelas de Arroz irrigado.	21
FIGURA 3:Diferenciação floral da cultura do arroz irrigado.....	21
FIGURA 4:Número de grãos por panícula de arroz.....	23
FIGURA 5: Colheita manual de arroz.....	23

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Quadrado médio do peso de panícula (g), número de grãos por panícula, panícula por metro linear e produtividade (Kg) de arroz, com tratamento de sementes, com o uso de ureia e *Azospirillum brasilense*.....24

TABELA 2 - Quadro de médias de panícula por metro linear de arroz, com tratamento de sementes, com o uso de ureia e *Azospirillum brasilense*.....25

TABELA 3 - Quadro de médias do peso de panícula (g), número de grãos por panícula, panícula por metro linear e produtividade (Kg) de arroz, com tratamento de sementes, com o uso de ureia e *Azospirillum brasilense*.....25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Objetivo Geral.....	15
1.1 Objetivos Específicos.....	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 A cultura do arroz.....	16
2.2 Fixação Biológica de Nitrogênio.....	17
2.3 Tratamento de Sementes.....	18
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
6 CONCLUSÃO.....	27
REFERÊNCIAS.....	28
ANEXOS.....	32

1 - INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) tem um importante papel econômico e social em vários países do mundo, sendo um dos cereais mais cultivados. O Brasil contribui significativamente no cultivo, destacando-se como o maior produtor fora do continente asiático. No Brasil o Rio Grande do Sul é o estado de maior produção de arroz, principalmente na fronteira oeste (SOSBAI, 2014).

Para almejar significativos aumentos na produção de arroz, é preciso disponibilidade de nutrientes para as cultivares expressarem seu potencial produtivo. Dentre estes nutrientes, destaca-se o nitrogênio (N) que é considerado um fator limitante para o rendimento da cultura. O nitrogênio possui potencial de gerar um aumento da área foliar nas plantas, assim implicando em diversas ações benéficas, como maior aproveitamento de radiação solar para a geração de energia necessária para um acréscimo na produtividade de grãos.

Para manter e elevar a produtividade do arroz, a quantidade e a forma de disponibilização de nitrogênio para a planta é fundamental, tendo em vista que podem ocorrer perdas significativas deste nutriente para o ambiente. Tendo em vista que o N está entre os nutrientes mais requeridos pela planta, à quantidade a ser disponibilizada baseia-se principalmente na fertilidade do solo e no teor de matéria orgânica (MO) do mesmo, juntamente com outros fatores diagnósticos.

A resposta à adubação nitrogenada, onde foram considerados os aspectos de fertilidade do solo e teor de MO, além de apresentar incrementos de produtividade pode reduzir custos de insumos. O incremento de produtividade não depende apenas desses fatores, pois existem respostas com doses de N superiores a 100 Kg ha^{-1} (STONE et al., 1999) ou sem a utilização de adubos nitrogenados. Podendo, também, em uso desordenado acarretar em problemas para a cultura, como suscetibilidade a brusone (*Pyricularia grisea*) e tombamento de plantas.

Existem alternativas para disponibilização de nitrogênio para as culturas além dos fertilizantes nitrogenados, tais como decomposição de matéria

orgânica do solo, adubação verde e fixação biológica de nitrogênio da atmosfera com auxílio de microrganismos.

Na fixação biológica de nitrogênio, existem vários microrganismos que auxiliam neste processo, dentre eles as bactérias do gênero *Azospirillum*, que estão sendo amplamente estudadas, principalmente por ter apresentado resultados promissores com poáceas. Estas bactérias são de ampla ocorrência em solos brasileiros, e podem ser encontradas em densidades populacionais variadas dependendo da sua interação com o genótipo e o ambiente (SOUZA et al. 2000).

A condição de inundação que pode ser prejudicial para este processo de fixação biológica para outras culturas, para o arroz tem papel fundamental, pois esta condição determina uma ecologia microbiana especial e diversificada, tornando a difusão de oxigênio reduzida, criando-se um ambiente favorável ao desenvolvimento de bactérias microaerófilas como as do gênero *Azospirillum*, maximizando a contribuição para a melhor nutrição e desenvolvimento da cultura.

Outros microrganismos, tais como espécies de *Trichoderma*, têm por finalidade maximizar o rendimento das culturas, realizando a promoção de crescimento de plantas cultivadas. Uma vez que o bom desenvolvimento inicial garante um bom estande de plantas e uma baixa competição interespecífica.

1.1 Objetivo Geral

O objetivo desse trabalho foi avaliar a utilização de ureia e *Azospirillum brasilense* na produção de arroz irrigado, associado ao tratamento de sementes com produtos químicos e biológicos.

1.2 Objetivos Específicos

Ao final do ciclo da cultura, objetivou-se avaliar as seguintes variáveis:

- Número de panículas por metro linear;
- Número de grãos por panícula;
- Peso de panícula;
- Produtividade.

2- REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - A cultura do Arroz

O arroz (*Oryza sativa*) é um dos alimentos mais importantes para a nutrição humana, sendo a base alimentar de mais de três bilhões de pessoas. Também é muito importante economicamente, sendo o segundo cereal mais cultivado no mundo, ocupando uma área aproximada de 158 milhões de hectares (SOSBAI, 2014).

Segundo Rotiliet al. (2010), no Brasil, a maior parcela da produção de arroz é proveniente do ecossistema de várzeas, característico da Fronteira Oeste do Estado, onde a orizicultura irrigada é responsável por 69% da produção nacional. Esta característica dá-se pelo arroz ser uma planta com sistema fotossintético C3, e adaptada ao ambiente aquático. Esta adaptação é devida à presença de aerênquima no colmo e nas raízes da planta, que possibilita a passagem de oxigênio do ar para a camada da rizosfera (SOSBAI 2014).

O Rio Grande do Sul apresentou para a safra 2014/15 uma área cultivada de 1.120.004 hectares, sendo grande parte na Fronteira Oeste do Estado com 334.484 ha, com uma produtividade média estimada para o estado de 7.674 Kg ha⁻¹. (IRGA, 2015). No entanto, há potencial para uma elevação na produção, chegando até 10 toneladas/ha, sendo a pesquisa fator fundamental para o aumento da produtividade e da redução de custos de produção.

Para o incremento da produtividade de arroz, a disponibilidade de nutrientes é fator limitante, especialmente o nitrogênio (N) que contribui para o aumento da área foliar da planta, implicando em melhor aproveitamento da radiação solar, maior produção de energia pela fotossíntese e consequentemente maior produtividade de grãos (FAGERIA & BARBOSA FILHO, 2006).

Fageria et al. (2003) relatam que em um sistema agrícola, as fontes de N para as plantas são a matéria orgânica do solo, a fixação biológica de nitrogênio atmosférico e os fertilizantes nitrogenados. Para compensar as perdas de até 40%, muitas vezes os fertilizantes nitrogenados são aplicados em doses elevadas, o que aumenta a possibilidade de contaminação ambiental e também onera o custo de produção devido ao alto valor dos fertilizantes.

Para a cultura do arroz irrigado, principalmente, a aplicação de doses inadequadas de N é preocupante porque em solos inundados, quando a água percola, o NO_3^- acumulado no interior dos poros fica sujeito à lixiviação se localizando abaixo da zona radicular e dentro da zona não saturada, chamada zona vadose. Uma vez na zona vadose, o NO_3^- pode atingir as águas subterrâneas e tornar-se um potencial poluente (MATTOS, 2004).

Diante do uso desregrado de fertilizantes na cultura do arroz, a preocupação com o impacto ambiental traz a tona a necessidade de aumentar a sustentabilidade deste agro ecossistema. Dentro deste contexto, a biologia do solo se insere oferecendo alternativas para o desenvolvimento de biotecnologias limpas e eficientes, que auxiliam na nutrição das plantas e manutenção de boas produtividades, com o mínimo de impacto ambiental (DÖBEREINER, 1990).

2.2 - Fixação Biológica de Nitrogênio

O nitrogênio (N) tem sua predominância na atmosfera (78,3%), tornando este reservatório praticamente inesgotável, uma vez que existem processos que reabastecem a atmosfera com este nutriente. Apesar desta abundância, a forma de N presente no ar não é diretamente aproveitável pelas plantas, uma vez que elas apenas assimilam amônio (NH_4^+) ou nitrato (NO_3^-). Assim tornando a fixação biológica de N, como o maior potencial de adição de nitrogênio ao solo (PRADO, 2008).

Segundo Lindermann & Glover (2003) a fixação biológica é o processo de conversão de N_2 em NH_3 , o qual é mediado principalmente por bactérias. Esse processo fornece compostos nitrogenados diretamente para as plantas por meio de associação, ou quando os organismos morrem e liberam no ambiente, fornecendo o nitrogênio necessário para o desenvolvimento vegetal.

Romero et al. (1998) ressaltam que a utilização de organismos capazes de fixar o nitrogênio atmosférico se apresenta como uma alternativa natural para fornecer o N requerido pelos vegetais. Entre os organismos fixadores de nitrogênio atmosférico, denominados diazotróficos, encontram-se cianobactérias, arqueobactérias, bactérias *Gram*-positivas, enterobactérias e proteobactérias.

As bactérias do gênero *Azospirillum* são fixadoras de nitrogênio, portanto, as mesmas são capazes de quebrar a tripla ligação do nitrogênio atmosférico, transformando-o em formas assimiláveis pela planta, como amônio (NH_4^+) e o nitrato (NO_3^-). Por isso, essas bactérias têm sido utilizadas como inoculante em sementes de arroz, para auxiliar no fornecimento da parte do nitrogênio que a planta necessita (MOURA, 2011).

Reddy e Ladha (2000) relatam que é possível reduzir entre 41% a 50% a quantidade de adubo nitrogenado em cereais, sem que se observe redução no rendimento, pelo uso de *Azospirillum brasilense*. Conseqüentemente, ocorre uma redução nos custos de produção, assim como minimizar a contaminação ambiental e as perdas no uso de adubos nitrogenados.

2.3 - Tratamentos de sementes

Para o cultivo de uma cultura, a utilização de sementes sadias é primordial, principalmente para um bom estande inicial de plantas. Neste sentido se faz de extrema importância à utilização do tratamento de sementes, visando à preservação da qualidade da semente, bem como a boa expressão do seu potencial de desenvolvimento (MENTEN, 2010).

Segundo Menten (2010) o tratamento de sementes inclui a aplicação de defensivos (fungicidas, inseticidas), produtos biológicos, inoculantes, tais como produtos a base de *Trichoderma* spp. e inoculação de bactérias do gênero *Azospirillum*.

A utilização de formulados à base de *Trichoderma* spp. vem sendo amplamente estudada, visto que o fungo além de atuar como agente de biocontrole (SAITO, 2009), protegendo as sementes no solo, propicia um maior crescimento inicial das plantas (CASTRO, 2008).

A inoculação de sementes com bactérias do gênero *Azospirillum* tem demonstrado grande contribuição para a nutrição da planta, tanto por meio da fixação biológica de nitrogênio atmosférico, como da produção de fitohormônios que atuam no sistema radicular das plantas, resultando em melhor absorção de minerais e água (DOBBELAERE; VANDERLEYDEN; OKON, 2003).

3 - MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na área experimental cedida ao Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA 19° Nate), localizada no Sindicato Rural de Itaqui e Maçambará- RS, nas coordenadas geográficas 29° 12' 28" Sul e 56° 18' 28" Oeste e 64 metros de altitude. O solo é classificado como sendoum Plintossolo Háplico, com as seguintes características químicas: pH H₂O= 4,9; P=1,8 mg dm⁻³; K= 27 mg dm⁻³; Ca= 2,7 cmlo_c/dm⁻³ ; Mg= 0,4 cmlo_c/dm⁻³; Al= 0,4 cmol_c dm⁻³; V= 36,1%; MO= 2,9%(Anexo 1).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com esquema fatorial 2 (fontes de N; ureia/ *Azospirillum*) X 4 (tratamento de sementes), com quatro repetições (Quadro 1).

Quadro 1 – Descrição dos tratamentos de sementes.

Tratamentos	Constituição
T1-	Fungicida + inseticida
T2-	Fungicida + inseticida + <i>Trichoderma</i> spp.
T3-	Fungicida + inseticida + <i>Azospirillum brasilense</i>
T4-	Fungicida + inseticida + <i>Trichoderma</i> spp. + <i>Azospirillum brasilense</i> .

Para cada unidade experimental era dotada de 5m², totalizando 160 m² onde foram utilizadas uma densidade de semeadura de 3.000 semente, (81,50 gramas/u.e) equivalentes a 163 kg ha⁻¹ da cultivar IRGA 430. Inicialmente as sementes foram tratadas com fungicida e inseticida, também foi acrescido protetor de sementes, posteriormente, para a microbiolização das sementes de arroz foi utilizado formulado líquido a base de *Trichoderma* spp. e formulado líquido a base de *A. brasilense* (Quadro 2). Logo após a adição dos inoculantes foi realizada a homogeneização para que todas as sementes tivessem contato com os microrganismos.

Quadro 2 – Descrição de doses para os tratamentos de sementes.

Tratamentos	Doses
T1-	300 ml 100 Kg ⁻¹ sementes (fungicida) + 250 ml 100 Kg ⁻¹ sementes (Inseticida) + 1,5 Kg 100 Kg ⁻¹ sementes(protetor de sementes).
T2-	T1 + 0,41 mL (250 mL 50 Kg ⁻¹ sementes) formuladolíquido a base de <i>Trichoderma</i> spp.
T3-	T1 + 0,20 mL (125 mL 50 Kg ⁻¹ sementes) formuladolíquido a base de <i>A. brasilense</i> .
T4-	T1 + 0,41 mL (250 mL 50 Kg ⁻¹ sementes) formuladolíquido a base de <i>Trichoderma</i> spp. + 0,20 mL (125 mL 50 Kg ⁻¹ sementes) formuladolíquido a base de <i>A. brasilense</i> .

A semeadura foi realizada no dia 10 de novembro de 2014, logo após o tratamento de sementes com os insumos biológicos. As aplicações de ureia e *Azospirillum* foram realizadas em duas fases distintas de desenvolvimento da cultura, sendo a primeira aplicação 21 dias após a emergência de plantas (DAE), no estágio V4, com 68,75 gramas (137,5 kg ha⁻¹) de ureia por unidade experimental e 0,37 mL (750 mL ha⁻¹) de *Azospirillum* + 37,5 mL (75 L ha⁻¹) de água por unidade experimental. A primeira aplicação deu-se no mesmo estágio de desenvolvimento V4, no momento em que foi acrescida a lâmina de água para inundação (Figura 1). A segunda aplicação (Figura 2) deu-se 72 dias após a emergência de plantas (DAE), no momento da diferenciação floral (Figura 3), no estágio R1, com 29,06 gramas (58,12 Kg ha⁻¹) de ureia por unidade experimental e de 1,87 mL (3,75 L ha⁻¹) de *Azospirillum* + 187,5 mL (375 L ha⁻¹) de água por unidade experimental, este acréscimo na dose de *A. brasilense* devido ao maior desenvolvimento de plantas.

Figura 1 – Parcelas de arroz irrigado.



Figura 2: Aplicação aérea de *Azospirillum brasilense* em parcelas de Arroz irrigado.



Figura 3: Diferenciação floral da cultura de Arroz irrigado.



A adubação de base para ambos os manejos foi calculada pelo programa Adubarroz (IRGA 2014), com base no laudo de análise do solo, onde foi adotada formulação 5-20-20, com 0,20 Kg por unidade experimental (350 Kg/ha) assim como os valores utilizados para aplicação de ureia. A água para irrigação do manejo com *Azospirillum* foi proveniente de outra fonte pelo período de 5 dias após cada aplicação de ureia, procurando não ter qualquer residual de outros tratamentos, após este período a irrigação procedeu-se normalmente da mesma fonte para ambos os tratamentos.

Ao final do ciclo da cultura, as variáveis avaliadas foram: número de panículas por metro linear, número de grãos por panícula, peso de panícula e a produtividade. Para as variáveis de número de grãos por panícula e peso de panícula, foram coletadas aleatoriamente 10 panículas por parcela (WEBER et al., 2003); e pesadas individualmente em balança de precisão. Para o número de grãos por panícula, os grãos foram separados da panícula (Figura 4) para posteriormente serem contados. O número de panículas de arroz por metro linear foi realizado através da contagem de panículas em fase final da cultura, sob um metro linear da linha central da unidade experimental. A produtividade foi determinada após a colheita manual (Figura 5) de 2 metros quadrados de área útil da unidade experimental, na qual foi trilhada, separando-se os grãos da palha. Posteriormente a amostra foi limpa mecanicamente com o auxílio de soprador de amostra, e determinada a umidade por capacitância digital e corrigida para 13% de umidade e transformado em Kg ha⁻¹ utilizando a fórmula descrita por REIS et al., (2007), dada por:

(correção da umidade = $100 - \text{umidade da amostra} / 87 \times \text{peso da amostra}$)

Figura 4: Número de grãos por panícula de arroz.



Figura 5: Colheita manual de arroz.



Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o programa Assitat, com as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os dados avaliados quanto à produtividade do arroz IRGA 430 não ocorreu interação entre os fatores manejo e tratamento de sementes e ocorreu diferença significativa entre os tratamentos apenas para a variável número de panículas por metro linear (Tabela 1).

Tabela 1 – Quadrado médio do peso de panícula (g), número de grãos por panícula, panícula por metro linear e produtividade (Kg) de arroz, com tratamento de sementes, com o uso de ureia e *Azospirillum brasilense*.

Variável	GL	Peso Panícula (g)	Nº Grãos Panícula	Panícula m ⁻¹	Produtividade (KG)
F1- Tratamento de sementes	3	0,17556 ^{ns}	175,06 ^{ns}	1240,54*	113622,30 ^{ns}
F2 – <i>Azospirillum</i> X Ureia	1	0,40275 ^{ns}	102,24 ^{ns}	378,12 ^{ns}	95198,47 ^{ns}
Int.F1 x F2	3	0,08763 ^{ns}	106,71 ^{ns}	196,71 ^{ns}	56058,81 ^{ns}
Erro	24	0,11848	162,99	364,62	51261,19
CV (%)	-	13,92	15,42	17,96	18,02

ns = não significativo; * = significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Para a variável número de panículas por metro linear houve diferença significativa entre os tratamentos de sementes, (Tabela 2) sendo que o tratamento dois (fungicida + inseticida + formulado líquido a base de *Trichoderma* spp.) apresentou 12,39% a mais quando compactado com a testemunha, e 23,5% a mais comparada ao tratamento três (fungicida + inseticida + formulado líquido contendo cepas de *Azospirillum brasilense*). Este resultado mostra-se de acordo com os encontrados por Araújo et al. (2010) e Goes (2012), os quais salientam que a inoculação com *A. brasilense* não afeta o número de panículas por metro quadrado e número de grãos por panícula.

Tabela 2 – Quadro de médias de panícula por metro linear de arroz, com tratamento de sementes, com o uso de ureia e *Azospirillum brasilense*.

Tratamentos	Panícula m ^L
T1- fungicida + inseticida	107,87 ab*
T2- fungicida + inseticida + <i>Trichoderma</i> spp.	123,12 a
T3- fungicida + inseticida + <i>Azospirillum brasilense</i>	94,75 b
T4- fungicida + inseticida + <i>Trichoderma</i> spp. + <i>Azospirillum brasilense</i> .	99,50 ab
CV (%)	17,96

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade

Para o peso de panículas, número de grãos por panícula e produtividade não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos de sementes e o manejo com ureia e *Azospirillum brasilense*. Pode se destacar que para a produtividade obteve-se 6.000 Kg ha⁻¹ para o manejo com ureia e 6.550 Kg ha⁻¹ para o manejo com *Azospirillum brasilense*(Tabela 3). O incremento na produtividade de arroz também foi observado por Kuss (2006), embora Goes (2012) tenha observado menor incremento de produtividade. Tais variações podem ser justificadas, pois o uso da inoculação pode sofrer influências devido à variabilidade genética, características do solo, atuação de outros componentes microbiológicos, competitividade, entre outros fatores (STURZ; NOWAK, 2000).

Tabela 3 –Quadro de médias do peso de panícula (g), número de grãos por panícula, panícula por metro linear e produtividade (Kg) de arroz, com tratamento de sementes, com o uso de ureia e *Azospirillum brasilense*.

Manejo	Peso Panícula (g)	Nº Grãos Panícula	Panícula m ^L	Produtividade (KG/ha)
Ureia	2,58 ^{ns}	84,60	102,87	6.000
<i>Azospirillum</i>	2,36	81,02	109,75	6.550
CV(%)	13,93	15,42	17,96	18,02

ns = não significativo;

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verifica-se que o uso de *Azospirillum brasilense* associado à cultura do arroz apresenta resultados promissores, visto que a literatura salienta que a inoculação contribui em relação à fixação biológica, morfologia da planta e conseqüentemente na produtividade de grãos. Porém ainda existe a necessidade de uma ampla discussão e experimentos sobre a forma de utilização desta bactéria na cultura do arroz.

6- CONCLUSÃO

O manejo com ureia ou *A. brasilense* não interferem nas variáveis de componentes de produtividade analisadas para a cultivar de arroz IRGA 430. No entanto, ocorre incrementona produtividade do arroz para o manejo com utilização de *A. brasilense*.

O tratamento de sementes com *Trichoderma* spp.apresenta acréscimono número de panículas por metro linear em relação ao demais tratamentos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO et. Al. Germinação e Vigor de sementes de Arroz Inoculadas com Bactérias Diazotróficas. **Ciência agrotécnica**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 932-939, 2010.

CASTRO, G. S. A.; BOGIANI, J. C.; SILVA, M. G.; GAZOLA, E.; ROSOLEM, C. A. **Tratamento de Sementes de Soja Com Inseticidas e um Bioestimulante**.Pesq.agropec. bras., Brasília, v.43, n.10, p.1311-1318, out. 2008.

DOBBELAERE, S.; VANDERLEYDEN, J.; OKON, Y. **Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere**.CriticalReviews in PlantSciences, v. 22, n. 2, p. 107 – 149, 2003.

DÖBEREINER, J. **Avanços recentes na pesquisa em fixação biológica do nitrogênio no Brasil**. Estudos Avançados,São Paulo, v. 4, n. 8, p. 144-152, 90.

FAGERIA, N. K. & BARBOSA FILHO, M. P. **Identificação e correção de deficiências nutricionais na cultura do arroz**. Santo Antonio de Goiás: EMBRAPA – CNPAF, 2006. 8p. (EMBRAPA – CNPAF. Circular Técnica, 75)

FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J.L. **Manual da cultura do arroz**. Jaboticabal: Funep, 1993. 221p.

FAGERIA, N. K. ; SANTOS, A. B. dos; STONE,L. F. **Manejo de nitrogênio em arroz irrigado**. Santo Antonio de Goiás: EMBRAPA – CNPAF,2003. 4 p. (EMBRAPA – CNPAF.Circular Técnica 58).

GOES, R. J. **Inoculação de Sementes com Azospirillum brasilense e Doses de N Mineral em Arroz de Terras Altas Irrigado por Aspersão**. 2012. 30f. Relatório (Mestrado) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.

IRGA. **Programa Adubarroz**:download. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/inicial>>. Acesso em: 20 out. 2014.

IRGA. **Serviços e informações -Safr**a: Evolução da colheita 2014/15. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/conteudo/4215/safras> >. Acesso em: 26 mai. 2015.

IRGA. **Serviços e informações -Safr**a: Evolução da semeadura 2014/15. Disponível em:<<http://www.irga.rs.gov.br/conteudo/4215/safras> >. Acesso em: 26 mai. 2015.

KUSS, A. V. **Fixação de nitrogênio por bactérias diazotróficas em cultivares de arroz irrigado**.2006. 109 p. Tese (Doutorado-Ciência do Solo) – Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria,2006.

LINDERMANN, W. C.; GLOVER, C. R.**Nitrogen fixation by legumes**. Cooperative Extension Service – College of Agriculture and home Economics. Guide A-129, may2003, 4p.

LOPES, S. I. G. Arroz irrigado: situação atual e perspectivas de uso de cultivares híbridas, transgênicas e mutadas. In: **IV Congresso Brasileiro de Arroz irrigado e XXVI Reunião da Cultura do Arroz Irrigado**. 9 a 12 de agosto de 2005, Santa Maria, Anais volume II, p. 594-605. 2005.

MATTOS,M. L. T. **A cultura do arroz irrigado e o meio ambiente**. In: GOMES, A. da S.;MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de (Ed) Arroz irrigado no Sul do Brasil. Brasília: EmbrapaInformação Tecnológica, 2004. 889 p., p. 861-899.

MENTEN, J. O.; MORAES, M. H. D. **Tratamento de sementes: Histórico, tipos, características e benefícios**. Informativo ABRATES. Vol. 20, nº 3, 2010.

MOURA, R. da S. **Lâmina de água, inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* e doses de nitrogênio em arroz terras altas**. 2011, 59 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. 2011

PRADO, R. M. **Nitrogênio** in: Nutrição de Plantas. São Paulo. UNESP. P. 83-84.

REDDY, P. M.; LADHA, J. K. **Nitrogen fixation in rice: objectives and achievements**. In: PEDROSA, F. O.; HUNGRIA, M.; YATES, G. M.; NEWTON, W. E. (Ed.). Nitrogenfixation: from molecules to crop productivity. Dordrecht: Kluwer, 2000. p. 641-646. (Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture, 38).

REIS, E. F. et al. **Controle químico da ferrugem asiática da soja na região sul do Paraná**. Scientia Agraria, Curitiba, V.8, n.3, p. 319-323, 2007

ROMERO, E. M.; PALACIOS, R.; MORA, J. **Cepas mejoradas de Rhizobium**. Investigación y Ciencia, n. 8, p. 14 – 19, 1998

ROTILI, E. A. et al. Eficiência no uso de fósforo de variedades de arroz cultivadas em solos de várzea irrigada. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n.3, p. 415-420, mai/jun, 2010.

SAITO, L. R.; SALES, L. S. R.; MARTINCKOSKI, L.; ROYER, R.; RAMOS, M. S.; REFFATTI, T. **Aspectos dos efeitos do fungo *Trichoderma* spp. nobiocontrole de patógenos de culturas agrícolas**. Pesquisa Aplicada &Agrotecnologia, v2. Nº 3. Set-Dez. 2009. Print-ISSN 1983-6325.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Porto Alegre: SOSBAI, 2014. 192p.

SOUZA, R. O. et al. **Solos alagados**. In: MEURER, E. J. (org.). Fundamentos de química do solo. Porto Alegre: GENESIS, 2000. p. 126-149.

STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. da; MOREIRA, J.A.A.; YOKOYAMA, L.P. **Adubação nitrogenada em arroz sob irrigação suplementar por aspersão**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.34, p.929-932, 1999.

STURZ, A. V.; NOWAK, J. Endophytic communities of rhizobacteria and the strategies required to create yield enhancing associations with crops. **Applied Soil Ecology**, v.15, n. 2, p. 183-190, 2000.

WEBER et al. **Cultivares de arroz irrigado e nutrientes na água de drenagem em diferentes sistemas de cultivo**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 33, n. 1, jan-fev, p.27-33, 2003

ANEXOS

Anexo 1 – Laudo de análise de solo Sindicato rural de Itaqui



INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ
DIVISÃO DE PESQUISA - ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DO ARROZ
LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE SOLO

Laboratório Integrante da Rede Oficial de Laboratórios de Análises de Solo e Tecido Vegetal dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina - ROLAS

LAUDO DE ANÁLISE DE SOLO

NOME: Sindicato Rural de Itaqui
 Município: Itaqui/RS

Data de Recebimento: 18/08/2014
 Data de Emissão: 12/09/2014

Amostra	Registro	Argila %	pH H ₂ O	Índice SMP	P mg/dm ³	K mg/dm ³	M.O. %	Al cmol _d /dm ³	Ca cmol _d /dm ³	Mg cmol _d /dm ³
1	3973/2014	16	4,9	5,8	1,8	27	2,9	0,4	2,7	0,4

Amostra	Registro	H + Al cmol _d /dm ³	CTC (cmol _d /dm ³)		Saturação (%)			Relações		
			Efetiva	pH 7,0	Al	Bases	K	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
1	3973/2014	5,5	3,5	8,6	11,4	36,1	0,8	7,6	39,3	5,1

Amostra	Identificação da Amostra
1	Srim - Area DC

Eng. Agr. M. Sc. Elio Marcolin - CREA RS 81738
 Instituto Rio Grandense do Arroz / Responsável Técnico

Entrega do laudo: 19º NATE - Itaqui

XV de Novembro, 568 - Centro - Itaqui/RS

EEA-IRGA: Av. Bonifácio Carvalho Bemardes, 1494 - Cachoeirinha/RS, Brasil
 Fone: (51) 3470.0611 - Fax: (51) 3470.0616 E-mail: labsolos@irga.rs.gov.br