

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA

Danielle de Oliveira Garieri

Engenheira Agrônoma

**Nutrição foliar do arroz de terras altas inoculado com bactérias
promotoras de crescimento e aplicação de nitrogênio**

Dracena

2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA

Danielle de Oliveira Garieri

Engenheira Agrônoma

**Nutrição foliar do arroz de terras altas inoculado com bactérias
promotoras de crescimento e aplicação de nitrogênio**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Faculdade de Ciências
Agrárias e Tecnológicas – Unesp,
Câmpus de Dracena como parte das
exigências para obtenção do título de
Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Vagner do Nascimento

Dracena

2022

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Danielle de Oliveira Garieri, nascido em 26 de março de 1995, na cidade de Goiânia/GO, ingressou no curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – Campus de Dracena, no início de 2017. Em 2021 iniciou atividades no Field Cover Crops (culturas de cobertura de campo) em produção de cobertura vegetal no solo, acompanhamento de experimentos. Em 2021 ingressou no Grupo de Estudos e Pesquisas na Agricultura de Cereais (GEPAC). Durante a graduação participou de eventos relacionados a área de agronomia.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Dracena



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
UNESP – CÂMPUS DE DRACENA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Nutrição foliar do arroz de terras altas inoculado com bactérias promotoras de crescimento e aplicação de nitrogênio

Modalidade: **Trabalho de Pesquisa de Conclusão de Curso - TCC**

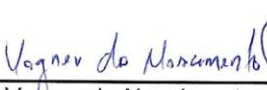
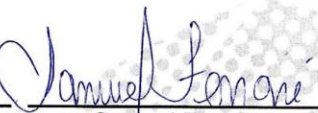
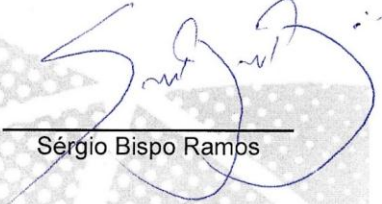
Autor: Danielle de Oliveira Garieri

Orientador (a): Prof. Dr. Vagner do Nascimento

Co-orientador(es): Samuel Ferrari

Número de Créditos: 12

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 14/12/2022

 Vagner do Nascimento	 Samuel Ferrari	 Sérgio Bispo Ramos
---	--	---

DEDICATÓRIA

A minha mãe Irailda Rodrigues de Oliveira, meu pai Bento Victor Garieri que se esforçaram par me criar e educar e minha avó Adelina Bellentani Garieri já falecida que eu amo muito e amarei eternamente todos eles, que com certeza ela deve estar feliz por mim, pois esse era sonho da minha avó, de me ver formada profissionalmente. Graças a eles me possibilitaram essa conquista, são fundamentais em minha vida pessoal e profissional.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus e a Nossa Senhora Aparecida por me ajudar e dar-me forças ao longo desta caminhada. Agradeço especialmente aos meus pais Irailda e Bento que sempre me incentivaram e ajudaram com todo o suporte necessário.

Agradeço principalmente a minha mãe que sempre reza por mim, me da todo amor e carinho e me aconselha nos momentos difíceis. Para minha avó Adelina que não está mais entre nós e deve estar orgulhosa de mim neste momento, pois ela me amava muito.

Aos meus amigos Ana Clara Tomasseti, Thaís Chavans, Adriana Ferreira, Rúbio Silva, Leonardo Cardoso, Fernanda Nakano e a todos os outros demais que me ajudaram de alguma forma e fizeram parte desta caminhada, eu agradeço imensamente. A todos os professores que ensinaram-me com muita dedicação e respeito, são pessoas excelentes como ser humano e muito bem qualificadas profissionalmente, com ensinamentos valiosos, ao Prof. Dr. Vagner do Nascimento pela oportunidade, paciência, confiança, apoio e amizade durante todo o processo de construção deste trabalho. A universidade, aos docentes, diretores, técnicos, e funcionários que sempre proporcionaram o melhor para os alunos e para o Campus, meus sinceros agradecimentos a todos os envolvidos nesta minha trajetória.

O caminho é difícil, cheio de obstáculos, mas
isso significa que a chegada valerá o esforço!

RESUMO

A adoção de práticas como o uso de inoculação com bactérias promotoras de crescimento de plantas associada à redução da dose recomendada de nitrogênio em culturas anuais são fundamentais na busca de sustentabilidade econômica e ambiental nos diversos sistemas de produção diante do contexto da agricultura tropical da atualidade. Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos da inoculação com bactérias promotoras de crescimento associado à redução da dose recomendada de nitrogênio (N) no estado nutricional e na produtividade de grãos do arroz de terras altas. O projeto de pesquisa foi desenvolvido a campo durante o período de novembro de 2021 à março de 2022, na FCAT Unesp de Dracena, SP. O delineamento experimental foi em blocos casualizados constituído de cinco tratamentos e seis repetições. Tratamentos: 1) controle absoluto (0% de N em cobertura e sem inoculação); 2) 50% de N em cobertura e não inoculado; 3) 100% de N em cobertura e não inoculado; 4) 50% de N em cobertura + inoculação via semente com *Azospirillum brasilense* (150 g para cada 40 kg sementes) + solução açucarada (3 ml kg⁻¹ de semente da solução); 5) 50% de N em cobertura + inoculação via semente com biológico A (150 g para cada 40 kg sementes) + solução adesiva (3 ml kg⁻¹ de semente da solução). A dose recomendada de 100% de N em cobertura foi de 80 kg ha⁻¹ de N. Foi avaliado na cultura do arroz de terras altas a concentração foliar de N, P, K, Ca, Mg e S e a produtividade de grãos. A partir dos resultados, pode-se dizer que se obteve o melhor resultado de concentração foliar de N foi no tratamento 5, porém semelhante aos tratamentos 2 e 3, onde o tratamento 3 se destaca em números na maior produtividade de grãos. Observa-se que as bactérias não foram eficientes quanto ao esperado.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., *Azospirillum brasilense*, Bactérias diazotróficas, nutrição de plantas.

ABSTRACT

The adoption of practices such as the use of inoculation with plant growth-promoting bacteria associated with the reduction of the recommended dose of nitrogen in annual crops are fundamental in the search for economic and environmental sustainability in the various production systems in the context of today's tropical agriculture. Thus, the objective of this research will be to evaluate the effects of inoculation with growth-promoting bacteria associated with the reduction of the recommended dose of nitrogen (N) on nutritional status and grain yield of upland rice. The research project will be developed in the field during the period from November 2021 to March 2022, in the municipality of Dracena, SP, belonging to the Nova Alta Paulista region, in a typical dystrophic Red Argisol with a sandy texture. The experimental design will be in randomized blocks consisting of five treatments and six replications. The treatments will consist of: 1) absolute control (0% N in coverage and without inoculation); 2) 50% N in coverage and not inoculated; 3) 100% N in coverage and not inoculated; 4) 50% N in coverage + inoculation via seed with *Azospirillum brasilense* (150 g for every 40 kg of seeds) + sugar solution (3 ml kg⁻¹ of seed solution); 5) 50% N in coverage + inoculation via seed with biological A (150 g for every 40 kg of seeds) + adhesive solution (3 ml kg⁻¹ of seed solution). The recommended dose of 100% N in topdressing will be 80 kg ha⁻¹ of N. The foliar concentration of N, P, K, Ca, Mg and S and grain yield will be evaluated in upland rice. From the results, it can be said that the best result of foliar N concentration was obtained in treatment 5, but similar to treatments 2 and 3, where treatment 3 stands out in numbers in the highest grain yield. Note that the bacteria were not efficient as expected.

Keywords: *Oryza sativa* L., *Azospirillum brasilense*, plant growth-promoting bacteria, nitrogen dose.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Comportamento da precipitação pluvial (mm), temperatura máxima e mínima (°C) do ar, em Dracena, SP, Brasil, durante a condução do experimento de inoculação com bactérias promotoras de crescimento associado à redução da dose recomendada de nitrogênio na cultura do arroz de terras altas-----	9
Figura 2. Área experimental após preparo convencional do solo-----	16
Figura 3. Sementes de arroz BRS A502-----	16
Figura 4. Momento de adubação de sulco-----	16
Figura 5. Área experimental irrigada por aspersão na fase inicial da pesquisa --- -----	16
Figura 6. Momento da emergência do arroz-----	17
Figura 7. Primeira adubação com nitrogênio, 33 dias após semeadura.-----	17
Figura 8. Segunda adubação com nitrogênio, 54 dias após a semeadura-----	17
Figura 9. Inoculante turfoso com bactérias <i>Azospirillum brasiliense</i> -----	17
Figura 10. Cultura do arroz em desenvolvimento pleno-----	18
Figura 11. Fase R4 (antese)-----	18
Figura 12. Avaliação da massa seca da parte aérea-----	18
Figura 13. Cultura em seu final de ciclo-----	19
Figura 14. Colheita manual do arroz-----	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Resultados dos atributos químicos do solo da área experimental, antes da instalação do experimento, Dracena, SP, Brasil, safra 2020.----- -10

Tabela 2- Valores médios da concentração foliar e acúmulo de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) foliar e produtividade de grãos (PG) do arroz de terras altas em função dos tratamentos com inoculação de BPCPs associados a aplicação de 50% da dose de nitrogênio recomendada, em comparação aos tratamentos controle, Dracena, SP, Brasil, safra 2021/2022.-----19

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVO GERAL	3
3 REVISÃO DE LITERATURA	4
4 MATERIAL E MÉTODOS	9
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
6 CONCLUSÕES	22
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	23

1 INTRODUÇÃO

O arroz é um dos cereais mais cultivados e consumidos no mundo, sendo o Brasil o nono maior produtor e oitavo maior exportador a nível mundial. O cultivo do arroz (*Oryza sativa* L.) é adaptado às mais diversas condições edafoclimáticas, permitindo seu cultivo em praticamente todos os continentes, com exceção da Antártida. Segundo o United States Department of Agriculture, a China e a Índia lideram o ranking da produção mundial, que está estimada para a safra de 2017/18 em 486,26 milhões de toneladas de arroz beneficiado.

Em busca de uma alta produtividade de grãos, é preciso atender níveis de temperatura entre 24 a 30 graus com radiações solares elevadas.

O nitrogênio é parte constituinte das proteínas, que, por sua vez, são componentes dos cloroplastos, enzimas e protoplasma. O nitrogênio é, entre os macronutrientes, o segundo mais exigido pela cultura e o mais exportado como produto colhido. O uso do nitrogênio na adubação auxilia na melhora dos grãos e nos componentes do rendimento de grãos do arroz, sendo o número de perfilho e de panículas por unidade de área. A demanda de potássio pelo arroz irrigado é mais elevada que a de N, podendo alcançar 15,9 kg de K por tonelada de grãos produzidos. No entanto, o conteúdo de K nos grãos é relativamente baixo, indicando que apenas uma pequena fração do nutriente absorvido é exportada para os grãos, sendo o restante mantido no sistema.

No sistema convencional de preparo do solo, a recomendação adequada de adubação nitrogenada para o arroz de terras altas varia de 15 a 60 kg de N/ha e no sistema de plantio direto de 40 a 90 kg de N/ha.

Alguns cultivares de arroz de terras altas respondem ao nitrogênio de maneira a depender do cultivar, havendo aquelas com maior eficiência no uso do nutriente. A fixação biológica de nitrogênio (FBN) para as poaceas é realizada pelas bactérias no interior do tecido do vegetal ou próxima às raízes. Uma produtividade elevada com redução do consumo de fertilizantes nitrogenados tem se tornado uma alternativa a inoculação com bactérias diazotróficas, que possuem a capacidade de fixação de N atmosférico no solo, deixando-o disponível às plantas. No interior da planta, bactérias do gênero *Pseudomonas* e *Bacillus* também desempenham um importante

papel como promotoras de crescimento de plantas e inibem o crescimento de agentes patogênicos através de vários mecanismos.

O potássio, juntamente com o nitrogênio, são os nutrientes mais absorvidos pela planta de arroz. Uma adubação potássica adequada pode minimizar o efeito negativo de uma deficiência hídrica, através do papel que o potássio exerce sobre a abertura e fechamento dos estômatos das folhas.

Existe uma grande diversidade de BPCP no solo que, quando associadas às plantas, podem promover diversos benefícios como fixação biológica de N, produção de fitormônios, enzimas, solubilizar fósforo, sintetizar sideróforos, promover o controle biológico e a indução de resistência sistêmica na planta hospedeira dentre outros compostos capazes de promover um maior desenvolvimento do sistema radicular e aéreo das plantas.

Deste modo, o isolamento, a caracterização e a seleção de bactérias promotoras de crescimento, visam a a possibilidade de agregar valor em propágulos, ou em tratamentos de aclimação, e ao inocular as plantas em campo com estirpes selecionadas. Elas auxiliam no desenvolvimento das plantas aumentando seu desempenho produtivo.

2 OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos da inoculação com bactérias promotoras de crescimento associado à redução da dose recomendada de nitrogênio no estado nutricional e na produtividade de grãos do arroz de terras altas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3. 1) Aspectos gerais e importância socioeconômica do arroz de terras altas

A safra 2021/2022 no Brasil, foi semeado em 1,7 milhões de hectares do grão, assim é previsto pela CONAB a média de 6.667 Kg/ha, e a produção nacional de 10,6 milhões de toneladas. Para isso condições climáticas, rigoroso controle nos cuidados culturais junto a tecnologia no campo ajudou a elevar essa produção (CONAB, 2021).

O arroz (*Oryza sativa* L.) planta da família poaceae, monocotiledônea da ordem Glumiflorae, tem o ciclo de vida entre 80 a 140 dias, isso dependendo da variedade, com maturação de grãos entre 15 a 40 dias. Com raízes fasciculadas de variedades de arroz sequeiro podem chegar a um metro de profundidade (Heinemann et al. 2021).

O Brasil vem se destacando como um dos países mais importantes na produção do arroz. A produção anual está entre 10 a 11 milhões de toneladas em uma área de 4,0 milhões de hectares. Todo esse volume de produção se encontra dividido em arroz irrigado e do tipo sequeiro sendo ainda 80% dessa produção consumida pela própria população. O consumidor brasileiro escolhe pelo grão longo fino, que no consumo médio anual se aproxima de 54 Kg/ha/ano (EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 2019)

3. 2) Adubação Nitrogenada da cultura de arroz de terras altas

Esses adubos se encontram das seguintes maneiras: amoniacal, nítrico, nitroamoniacal, amídico ou cianamídico e protético. Em questão econômica vimos o sulfato de amônia e a ureia considerados mais vantajosos para a cultura do arroz em terras altas (FAGERIA, 1999).

Merece destaque o nitrogênio que é um dos nutrientes com dinâmica mais pronunciada no sistema (D'Andrea et al., 2004; Fonseca et al., 2012). Hoje em dia está sendo muito utilizado grande quantidade de minerais ao solo para suprir essa deficiência e assim auxiliar o desenvolvimento das plantas e aumentar a captação desses nutrientes pelo vegetal. Tem sido habitual a recomendação do parcelamento

da adubação nitrogenada de cobertura com o intuito de aumentar sua eficiência (Deng et al., 2015)

A disponibilidade de N no solo é controlada pelos processos microbianos de mineralização e imobilização, os quais dependem basicamente da relação C/N e da composição bioquímica dos resíduos culturais em decomposição, na qual os microrganismos do solo podem proporcionar imobilização temporária do N e a planta que estiver neste ambiente, sem aplicação complementar de N pode apresentar deficiência desse nutriente (D'Andrea et al., 2004; Borghi et al., 2014).

A fonte uréia é a mais comum utilizada no solo para essa correção de N, entre tanto, apenas 50% do que era aplicado conseguia ser realmente absorvido pela planta (OLIVEIRA, 2008).

3. 3) Doses de nitrogênio em cobertura no arroz de terras altas

Em razão da baixa fertilidade dos solos, surge a necessidade de suplementação com fertilizantes químicos com o objetivo de aumentar a produção do cereal (BARBERENA; MEDEIROS; BARBOSA, 2011).

A deficiência de N pode apresentar um déficit do crescimento e desenvolvimento do arroz (Silva-Lobo et al., 2012). Porém, quando fornecido em altas doses, o N pode diminuir os teores de Si nas plantas de arroz (Huber, Thompson, 2007&Ávila et al., 2010), devido a maior produção de tecido vegetal que promove diluição do Si incorporado ao tecido foliar.

Além disso, o uso de inoculantes biológicos pode reduzir a quantidade de fertilizantes na lavoura em cerca de 50% (FERREIRA, 2015). O uso de microrganismos fixadores de nitrogênios pode fornecer cerca de 80% do nitrogênio que a planta precisa, representando enormes ganhos ao produtor (FERREIRA, 2015).

3. 4) Inoculação com bactérias promotoras de crescimento de plantas

Segundo Compant et al. (2010), a rizosfera é um ambiente edáfico que pode hospedar bactérias, que além de colonizar a rizosfera, também pode colonizar o rizoplane e também pode penetrar nas plantas, assim estabelecendo uma

associação, a qual é benéfica, causando um importante papel no incremento no crescimento vegetativo.

O uso de inoculantes biológicos em lavouras orizícolas vêm sendo aplicado para a fim de melhorar a cadeia produtiva e principalmente reduzir o custo de produção. As bactérias fixadoras de nitrogênio (FBN) como o *Azospirillum lipoferum*, *A. brasilense* e *Methylobacterium spp.* fazem parte de um complexo microbiológico fundamental que atua no desenvolvimento das plantas (ARAÚJO et al., 2010).

Os microrganismos agem na planta de diversas formas, seja pela fixação biológica de nitrogênio, síntese de fitohormônios, solubilização de fostato, aumento na formação de pêlos radiculares ou pela inibição do crescimento de fungos e indução de resistência sistêmica do hospedeiro (ARAÚJO et al., 2010). Assim, logo atrás da FBN, visando a promoção do crescimento de plantas por rizobactérias, a produção de hormônios vegetais é considerada de extrema importância (OSÓRIO FILHO, 2009).

Além das bactérias realizarem a fixação do nitrogênio, algumas espécies também podem ajudar na solubilização de fosfatos inorgânicos solúveis, assim aumentando a disponibilidade desses nutrientes para o crescimento das plantas, tanto leguminosas quanto não leguminosas, com isso pode-se substituir ou diminuir a utilização de fertilizantes nitrogenados e fosfatados (OLIVEIRA, 2011; MARRA et al., 2012).

Porém, a pesquisa de Chi et al. (2005) mostra que a colonização dos rizóbios em leguminosas e em poáceas ocorre de maneiras distintas, sendo que as bactérias que colonizam poáceas em suas raízes, caules e folhas, elas penetram no interior do tecido vegetal através de fissuras radiculares ou nas inserções das raízes secundárias (DOBBELAERE et al., 2003).

Deste modo, nas poáceas não há a formação de nódulos, que acarreta em não realizar a FBN. Contudo, a inoculação das bactérias estimula a germinação de sementes, crescimento e o desenvolvimento das poáceas (Chi et al., 2005).

Alguns fatores podem influenciar a eficiência simbiótica em campo como temperatura, variação de nutrientes no solo e falta de correção do mesmo (BUCKER MORAES et al., 2010).

O uso de microrganismos fixadores de nitrogênios pode fornecer cerca de 80% do nitrogênio que a planta precisa, representando enormes ganhos ao produtor (FERREIRA, 2015).

4 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida a campo de novembro a março do ano agrícola de 2021/2022, em área experimental da FCAT Unesp de Dracena, SP situada nas coordenadas de 51° 52' de longitude Oeste de Greenwich e 21° 29' de Latitude Sul e 420 m de altitude.

As condições climáticas do local são temperatura média anual é de 24° C, a precipitação pluvial média anual é de 1.261 mm e a umidade relativa do ar média anual de 64,0%. De acordo com Koppen, o tipo climático da região é o tropical úmido (Aw), caracterizado com inverno seco e ameno e verão quente e chuvoso. Os dados climáticos de precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa do ar durante a pesquisa foram apresentados na figura 1, obtidos na estação Meteorológica Campbell Scientific CR10X, instalada na instituição de ensino superior.

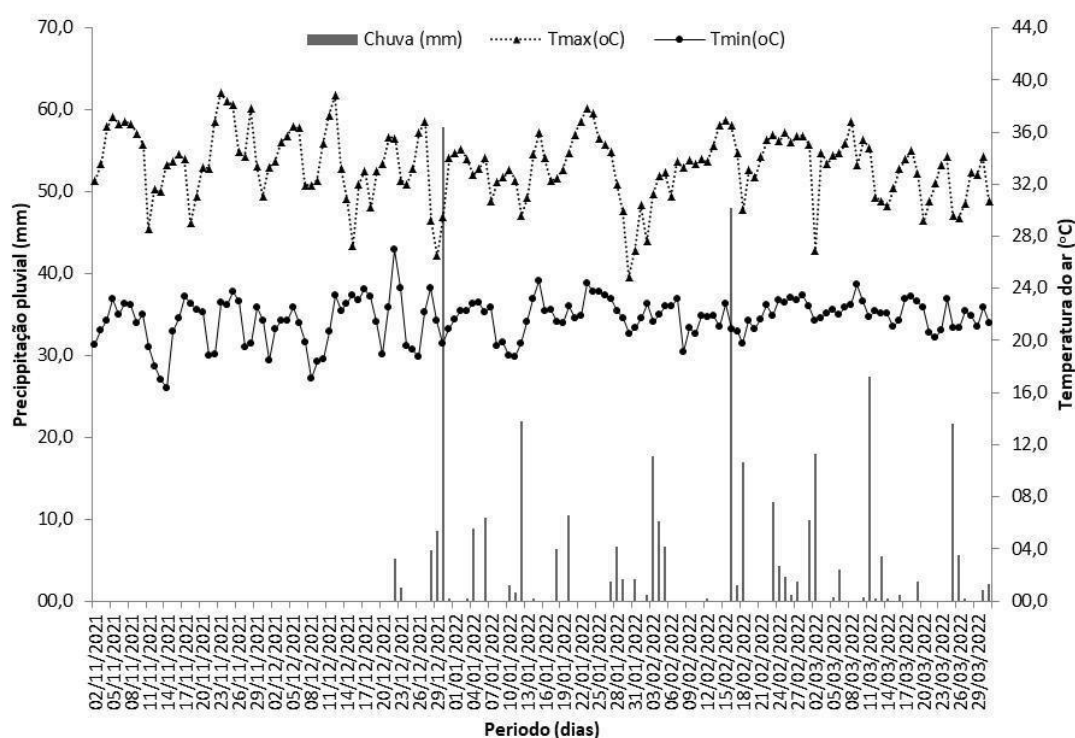


Figura 1. Comportamento da precipitação pluvial (mm), temperatura máxima e mínima (°C) do ar durante a condução do experimento de inoculação com bactérias promotoras de crescimento associado à redução da dose recomendada de nitrogênio na cultura do arroz de terras altas, Dracena, SP, Brasil, safra 2021/2022.

Antes da instalação do experimento foi realizada uma caracterização química do solo na área de pesquisa, sendo realizada a coleta de uma amostra composta para análise química, originada de 20 amostras simples deformadas do solo em toda área experimental, com auxílio de um trado de rosca, nas camadas estratificadas de 0,00-0,20 e 0,20-0,40 m. Os resultados da análise química do solo foram apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados dos atributos químicos do solo da área experimental, antes da instalação do experimento, Dracena, SP, Brasil, 2020 e 2022.

	P	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	S	V	m
Prof. (m)	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂				mmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³	%	%
2020													
0,00-0,20	9	13	4,4	3,6	5	3	25	6	11,6	36,6	4	32	34
0,20-0,40	3	10	4,1	1,5	6	2	31	1	9,5	40,5	3	23	10
2022													
0,00-0,20	14	13	5,5	2,4	15	9	15	0	26,4	41,4	3	64	0
0,20-0,40	5	12	4,9	1,6	13	6	20	1	20,6	40,6	3	51	5

Prof.(m): profundidade do solo (metro); P: fósforo disponível(resina); M.O.: Matéria orgânica; K, Ca, Mg e Al trocáveis; S-SO₄: Enxofre; H+Al: Acidez potencial; SB: Soma de Bases; CTC: Capacidade de troca de cations; V(%): saturação por bases; m(%): saturação por alumínio.

Após o diagnóstico dos atributos químicos do solo (Tabela 1), baseado nos resultados da camada 0,00-0,40 m, no dia 10/02/2020 aplicou-se na área experimental conforme recomendação de Raij et al. (1997), 3.750 kg/ha de calcário dolomítico com PRNT de 90%, usando equipamento com distribuidor a lanço. Foram realizados os cálculos de necessidade de calagem preconizada para o estado de São Paulo, com metas de saturação por bases para a calagem de 70%. A dose total foi parcelada em duas aplicações de 1.850 kg/ha antes da operação de arado de aiveca e 1.850 kg/ha antes da operação grade niveladora.

O preparo convencional do solo foi realizado entre os meses de outubro e novembro de 2021, sendo composto por uma aração profunda e duas operações com grade leve, antes da instalação da pesquisa.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados composto de cinco tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram constituídos: 1) controle absoluto (0% de N em cobertura e sem inoculação); 2) 50% de N em

cobertura e não inoculado; 3) 100% de N em cobertura e não inoculado; 4) 50% de N em cobertura + inoculação via semente com *Azospirillum brasilense* (150 g para cada 40 kg sementes) + solução açucarada (3 ml/kg de semente da solução); 5) 50% de N em cobertura + inoculação via semente com biológico A (150 g para cada 40 kg sementes) + solução adesiva (3 ml/kg de semente da solução).

As parcelas foram constituídas por seis linhas de 5 m de comprimento, sendo consideradas como área útil as quatro linhas centrais, desprezando-se 0,5 metros, em ambas as extremidades de cada linha. O espaçamento entrelinhas foi de 0,35 m com distribuição de sementes que permita a obtenção de plantas por metro.

Foi utilizado o cultivar BRS A502 que apresenta arquitetura moderna e grãos do tipo longo-fino (agulhinha) de excelente qualidade industrial e culinária, sendo recomendado para diversas condições de cultivo. A planta apresenta folhas eretas e porte baixo (média 1,01 m), resistente ao acamamento e a persistência da coloração verde das folhas ou senescência tardia (*stay green*), na fase de maturação de grãos. A cultivar apresenta ciclo médio de 106 dias após a emergência (DAE) e florescimento pleno de 50% das plantas aos 76 DAE. Quanto as características produtivas, apresentam massa de mil grãos de 25 a 27 gramas, produtividade de grãos de 4.025 kg/ha, porém com potencial de 9.075 kg/ha (FURTINI et al., 2020).

A semeadura foi realizada em 18 de novembro de 2021 de forma manual e com densidade de semente de 83 kg/ha. Momento antes da semeadura, as sementes foram tratadas com piraclostrobina, tiofanato metílico e fipronil, nas doses de 5, 45 e 50 g do ingrediente ativo (i.a.) a cada 100 kg de semente, respectivamente.

Na sequência após secagem do tratamento de sementes somente nos tratamentos 4 e 5 foram realizada a inoculação das sementes do arroz de terras altas, sendo o tratamento 4 inoculado com *Azospirillum brasilense* (150 g para cada 40 kg sementes) + solução açucarada (3 ml/kg de semente da solução) e o tratamento 5 inoculado com biológico A (150 g para cada 40 kg sementes) + solução adesiva (3 ml/kg de semente da solução).

A adubação nos sulcos de semeadura (N-P₂O₅-K₂O) foi realizada manualmente utilizando 300 kg/ha da formulação 04-30-10 de acordo com os

atributos químicos da análise do solo e produtividade esperada de grãos do arroz de terras altas para região.

A emergência das plântulas ocorreu dia 24/11/2021.

Foram feitas duas ressemeaduras, a primeira dia 30/11/2021 e a segunda dia 07/12/2021.

A adubação nitrogenada de cobertura dos tratamentos estudados foi realizada de forma parcelada, sendo a primeira adubação realizada no dia 24/12/2021 com o perfilhamento pleno com aproximadamente 36 dias após a emergência (DAE) e a segunda aplicação realizada dia 11/01/2022 no momento da diferenciação floral aos 54 DAE, utilizando como fonte a ureia (46-00-00). A dose de N em cobertura recomendada foi de 80 kg/ha de N (100% de N em cobertura). Após a aplicação do nitrogênio nas duas épocas de aplicação foi realizada uma irrigação por aspersão com lamina de água de 16 mm para incorporação do N no solo.

O manejo de plantas daninhas foi realizado no dia 19/11/2021 utilizando herbicidas em pré-emergência (pendimethalin, 1.600 g/ha do i.a.) do arroz de terras altas, e em pós-emergência (metsulfuron-methyl, 2 g/ha do i.a.), no dia 20/12/2021.

Foi realizada duas aplicações de fungicida, sendo a primeira aplicação com trifloxystrobin + tebuconazol (75 + 150 g/ha do i.a.) no momento do florescimento pleno e a segunda após 15 dias da primeira aplicação do mesmo fungicida com o objetivo de prevenir possível incidência do brusone e disseminação de esporos da mancha parda e escaladura do arroz. Além disso, foi aplicado thiamethoxam (25 g/ha do i.a.) para controle do percevejo do colmo do arroz, por ocasião do florescimento pleno.

O fornecimento de água foi efetuado de quatro em quatro dias ou quando necessário, por meio de um sistema de irrigação por aspersão, com lâmina de água de 16 mm.

Foram realizadas as seguintes avaliações na cultura do arroz:

Teor de macronutrientes foliares

Por ocasião do florescimento foi coletado o limbo foliar de vinte folhas bandeira por parcela que, após a secagem, foram moídas em moinho tipo Wiley, e em

seguida, submetidas à digestão sulfúrica e nitro-perclórica, conforme metodologia proposta por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

Produtividade de grãos

Obtida por meio de pesagem dos grãos em casca, proveniente da colheita manual de 3 linhas de 3 metros da área útil das parcelas, posteriormente foi corrigido o teor de água para 13% e convertido em kg/ha.

Os dados foram submetidos ao teste F da análise de variância e se constatado efeito significativo entre os tratamentos estudados, procedêra-se a comparação das médias dos tratamentos pelo teste de Scott-Knott, adotando-se o nível de 5% de significância, de acordo com Pimentel Gomes e Garcia (2002). Foi usado o programa Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2019).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2, apresenta-se os dados avaliados para a concentração foliar de nutrientes como o Nitrogênio(N), Fósforo(P), Potássio(K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S) e produtividade de grãos. Verifica-se que houve efeito significativo para os teores foliares de N, P, Ca, Mg, S e PG.

Verifica-se na tabela 2 que para N houve resultado significativo para o tratamento 3, quanto em relação aos demais que foram estatisticamente semelhantes, o mesmo com 35,0 g/kg possui o máximo teor adequado segundo o Boletim 100 (Van Raij, H. Cantarella, J.A. Ouaggio & A.M.C, 1997) a qual recomenda de 27 a 35 g/kg, diferentemente a Fageria (1984), que se recomenda aplicar 40 a 60 kg/ha de N.

Observa-se na tabela 2 que para P o tratamento 1, a qual é controle absoluto (0% de N em cobertura e sem inoculação) diferiu estaticamente de todos os outros tratamentos assim com o teor de fósforo a qual obteve destaque encontra-se intermediário ao que recomenda o boletim, a qual considera 1,8 a 3,0 g/kg a faixa adequada que deverá estar a concentração foliar. Plantas de arroz que desenvolvem em condição de baixa disponibilidade de fósforo no solo tem o crescimento da parte aérea comprometido, em função da redução na biomassa acumulada na parte aérea, do número de perfilhos, da

altura de plantas e no teor de fósforo na parte aérea (VEJCHASARN et al., 2016).

Tabela 2. Valores médios da concentração foliar de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) e produtividade de grãos (PG) do arroz de terras altas em função dos tratamentos com inoculação de BPCPs associados a aplicação de 50% da dose de nitrogênio recomendada, em comparação aos tratamentos controle, Dracena, SP, Brasil, safra 2021/2022.

Tratamento	Concentração foliar de nutrientes						PG
	N	P	K	Ca	Mg	S	kg ha ⁻¹
	----- g kg ⁻¹ -----						
1	31,0 b	2,40 a	17,62	3,20 c	1,77 b	2,65 a	2.324 b
2	30,9 b	2,03 b	18,53	4,00 a	2,12 a	2,15 b	2.590 a
3	35,0 a	1,98 b	18,42	3,45 b	1,93 a	2,25 b	2.714 a
4	31,2 b	1,98 b	17,63	3,62 b	2,10 a	1,98 b	2.334 b
5	32,6 b	1,97 b	17,55	3,28 c	1,73 b	2,08 b	2.614 a
Valores de F	4,649*	6,060*	1,667 ^{NS}	14,504*	4,626*	14,214	7,659*
						*	
Erro padrão	0,80	0,07	0,37	0,08	0,08	0,07	63,71
Média geral	32,13	2,07	17,95	3,51	1,93	2,22	2.515,1
CV (%)	6,14	8,85	5,10	5,81	10,60	7,53	6,20

Médias seguidas de letras iguais nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a * 5% de significância respectivamente, e ^{NS} não significativo. Tratamentos: 1) controle absoluto (0% de N em cobertura e sem inoculação); 2) 50% de N em cobertura e não inoculado; 3) 100% de N em cobertura e não inoculado; 4) 50% de N em cobertura + inoculação via semente com *Azospirillum brasilense* (150 g para cada 40 kg sementes) + solução açucarada (3 ml/kg de semente da solução); 5) 50% de N em cobertura + inoculação via semente com biológico A (150 g para cada 40 kg sementes) + solução adesiva (3 ml/kg de semente da solução).

De acordo com a tabela 2 para a concentração foliar de K não houve diferença estatística entre os outros tratamentos, entretanto a faixa de concentração está adequada, referente ao recomendado no Boletim 100 encontrando-se na faixa de 13 a 30 g/kg.

Para o teor de Ca diferiu-se estatisticamente o tratamento 2, a qual foi 50% de N em cobertura e não inoculado, apesar de obter o melhor resultado com 4 g/kg o teor está numa faixa intermediária de concentração em relação ao

que recomenda o Boletim 100 (Van Raij, H. Cantarella, J.A. Ouaggio & A.M.C, 1997) que é de 2,5 a 10 g/kg.

Na tabela 2 notou-se que para a concentração foliar do nutriente Mg os tratamentos 2, 3 e 4 obtiveram maiores resultados em relação aos demais tratamentos, esses teores estão adequados na faixa de 1,5 a 5,0 g/kg a qual recomenda o Boletim 100 (Van Raij, H. Cantarella, J.A. Ouaggio & A.M.C, 1997). Quando se refere a manejo de doenças o Mg tem papel crucial, pois o aumento na concentração foliar de Mg contribuiu para aumentar a resistência do arroz à mancha parda. De acordo com Scivittaro e Gomes (2016), a faixa de suficiência ideal para este nutriente na cultura de arroz irrigado está entre 30 a 600 mg/kg.

De acordo com a tabela 2 somente o tratamento 1 obteve resultado significativo para a concentração foliar do nutriente enxofre, a qual obteve um desempenho muito bom sendo que a faixa adequada segundo o Boletim 100 (Van Raij, H. Cantarella, J.A. Ouaggio & A.M.C, 1997) é de 1,4 a 3,0 g/kg de enxofre, corrobora com Malavolta (2006) que os teores adequados encontram-se acima de 2,6 g/kg.

Quanto a produtividade de grãos os tratamentos 2, 3 e 5 foram semelhantes e obtiveram maiores resultados assim como verifica-se na tabela 2. O tratamento 3 foi o que obteve o maior número na produtividade de grãos, isso significa que a dosagem de 100% de nitrogênio utilizados conseguiu suprir todas as necessidades da planta, não tendo a necessidade de usar a BPCPs. Já no tratamento 4 e 5 que foi semelhante ao 3, a bactéria não foi tão eficiente, comparado ao tratamento 3 que não foi utilizado a bactéria; por isso os resultados obtidos foram esses da tabela 2. Para Hernandez et al. (2010), a estimativa da dose de N e da produtividade do arroz foram de 122 kg/ha de N e 4.240 kg/ha. Já no presente trabalho com 100% de N recomendado gerou 2714 kg/ha de produção de grãos de arroz.

6 CONCLUSÃO

A partir dos resultados, pode-se dizer que se obteve o melhor resultado de concentração foliar de N foi no tratamento 5, porém semelhante aos tratamentos 2 e 3, onde o tratamento 3 se destaca em números na maior produtividade de grãos. Observa-se que as bactérias não foram eficientes quanto ao esperado.

7 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ANGHINONI, I.; CARMONA, F. C.; GENRO JUNIOR, S. A.; BOENI, M. ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM ARROZ IRRIGADO CONFORME A CAPACIDADE DE TROCA CATIONICA DO SOLO. PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA, V. 48, N. 11, P. 1481-1488, 2013.
- ARAÚJO, A. E. DA S.; ROSSETTO, C. A. V.; BALDANI, V. L. D.; BALDANI, J. I. GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE ARROZ INOCULADAS COM BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS. CIÊNCIA E AGROTECNOLOGIA, V. 34, N. 4, P. 932–939, 2010.
- ÁVILA, F. W.. et al.(2010). Interação entre silício e nitrogênio em arroz cultivado sob solução nutritiva. Revista Ciência Agronômica, 41(2), 184-190.
- BABA, I. NUTRITIONAL STUDIES ON THE OCCURRENCE OF HELMINTHOSPORIUM LEAF SPOT AND AKIOCHI OF THE RICE PLANT. BULLETIN OF THE NATIONAL INSTITUTE OF AGRICULTURAL SCIENCES SERIES, V.7, P.1-157, 1958.
- BARBERENA, D. DA S.; MEDEIROS, R. D. DE; BARBOSA, G. F. DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DE ARROZ IRRIGADO EM RESPOSTA A DIFERENTES DOSES DE FÓSFORO E POTÁSSIO, EM VÁRZEA DE PRIMEIRO ANO, NO ESTADO DE RORAIMA. CIÊNCIA E AGROTECNOLOGIA, V. 35, N. 3, P. 462–470, 2011.
- BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C.; TRIVELIN, P. C. O.; NASCENTE, A. S.; COSTA, C.; MATEUS, G. P. NITROGEN FERTILIZATION ($15\text{NH}_4\text{NO}_3$) OF PALISADEGRASS AND RESIDUAL EFFECT ON SUBSEQUENT NO-TILLAGE CORN. REVISTA BRASILEIRA DE CIENCIA DO SOLO, V. 38, N. 5, P. 1457-1468, 2014.
- [HTTP://DX.DOI.ORG/10.1590/S0100-06832014000500011](http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832014000500011).

BURESH, R. J.; PAMPOLINO, M. F.; WITT, C. FIELD-SPECIFIC POTASSIUM AND PHOSPHORUS BALANCES AND FERTILIZER REQUIREMENTS FOR IRRIGATED RICE-BASED CROPPING SYSTEMS. *PLANT AND SOIL*, v. 335, p. 35-64, 2010.

BUCKER MORAES, W.; MARTINS FILHO, S.; GARCIA, G. DE O.; CAETANO, S. DE P.; BUCKER MORAES, W.; CARRARA COSMI, F. AVALIAÇÃO DA FIXAÇÃO BIOLÓGICA DO NITROGÊNIO EM GENÓTIPOS DE FEIJOEIROS TOLERANTES A SECA. *IDESIA (ARICA)*, v. 28, n. 1, 2010.

CAMARGO, P. N.; SILVA, O. **Manual de adubação foliar**. São Paulo: La libreria, 1975, 258 p.

CHI, F. et al. Ascending migration of endophytic rhizobia, from roots to leaves, inside rice plants and assessment of benefits to rice growth physiology. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 71, p. 7271–7278, 2005.

COMPANT, S.; CLÉMENT, C.; SESSITSCH, A. Plant growth-promoting bacteria in the rhizo- and endosphere of plants: their role, colonization, mechanisms involved and prospects for utilization. *Soil Biology and Biochemistry*, Elmsford, v. 42, p. 669-678, 2010.

D'ANDRÉA, A. F.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; GUILHERME, L. R. G. CARBON AND NITROGEN STORAGE, AND INORGANIC NITROGEN FORMS IN A SOIL UNDER DIFFERENT MANAGEMENT SYSTEMS. **PESQUISA AGROPECUARIA BRASILEIRA**, v. 39, n. 2, p. 179-186, 2004.

DOBBELAERE, S.; VANDERLEYDEN, J.; OKON, Y. PLANT GROWTH-PROMOTING EFFECTS OF DIAZOTROPHS IN THE RIZOSPHERE. **CRITICAL REVIEWS IN PLANT SCIENCES**. PHILADELPHIA, v. 22, p.107-149, 2003.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. Dados de conjuntura da produção de arroz (*Oryza sativa* L.) no Brasil (1985-2018): área, produção e rendimento. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2019. Disponível em: <http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>

EMBRAPA. National Soil Research Center. **Brazilian Soil Classification System**. 5rd Edn. revised DF, Embrapa, Brasília, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/publicacao/1094001/brazilian-soil-classification-system>> Acesso em: 25 jan. 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de pesquisa em arroz: 1ª aproximação.** Goiânia: Embrapa-Cnpaf, 1977. 106 p.

FAGERIA, N.K. **Adubação e nutrição mineral da cultura de arroz.** Rio de Janeiro: Campus/Embrapa, 1984. 341p.

FAGERIA, N. K. Nutrição mineral. In: VIEIRA, N. R., SANTOS, A. B. e SANT'ANA, E. P. **A cultura do arroz no Brasil.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999, p. 172-199.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria.** V. 37, n.4, p. 529-535, 2019.

FERREIRA, A. L. Fixação biológica de nitrogênio pode reduzir as emissões de GEE na agricultura. 2015. Disponível em: Acesso em: 29 out. 2022.

FERREIRA, E. V.; CARVALHO, J. G. de; FARIA JÚNIOR, L. A. de; BASTOS, A. R. R.; PINHO, P. J. de. MANGANÊS NA NUTRIÇÃO MINERAL DE CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 151–157, 2009. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/pat/article/view/4526>

FONSECA, A. E.; ARF, O.; ORIOLI JÚNIOR, V.; BUZETTI, S.; RODRIGUES, R. A. F. Preparo do solo e doses de nitrogênio em cobertura em arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 3, p. 246-253, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-40632012000300001>.

FURTINI, I. V.; CASTRO, A. P.; LACERDA, M. C.; BRESEGHELLO, F.; FRAGOSO, D. B.; COLOMBARI FILHO, J. M.; CORDEIRO, A. C. C.; SOUSA, N. R. G.; UTUMI, M. M.; SILVEIRA FILHO, A.; PEREIRA J. A.; ABREU, G.; OLIVEIRA, I. J.; BASSINELLO, P. Z.; SILVA-LOBO, V. L. **BRS A502: cultivar de arroz de terras altas com resistência ao acamamento e grãos de excelente qualidade industrial e culinária.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2020. 13 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 253).

GLASS, A.D.M. Íon absorption and utilization: the celular level. In: BALIGAR, V.C., DUNCAN, R.R. (Ed). Crops as enhancers of nutrient use. **San Diego: Academic Press**, 1990. p.37-64.

GHOBRIAL, G. I. Response of irrigated dry seeded rice to nitrogen level, interrow spacing, and seeding rate in a semiarid environment. *International Rice Research Newsletter*, Manila, v. 8, n. 4, p. 27-28, 1983.

HALLMANN, J. Plant interactions with endophytic bacteria. In: JEGER, M.J.; SPENCE, N.J. **Biotic interactions in plant-pathogen associations**. London: CAB International, 2001. p. 87-119.

HARTARI, S.; SURYONO; PURNOMO, D. Effectiveness and efficiency of potassium fertilizer application to increase the production and quality of rice entisols. *Earth and Environmental Science*, v. 142, 012131, 2018. doi:10.1088/1755-1315/142/1/01231.

Heinemann. A.B.; Silva S.C.; Pinheiro B.S., Cultivo do arroz, Embrapa Arroz e Feijão, 2021, Disponível em: < <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/arroz/pre-producao/caracteristicas/caracteristicas-da-planta>>.

Huber, D. M., & Thompson, L. A. (2007). Nitrogen and plant disease. In: Datnoff, L. E., Elmer, W. H., & Huber, D. M. (Ed.). *Mineral nutrition and plant disease* (pp. 31 -44). Washington: The American Phytopathological Society Press.

JULIANO, B. O.; BECHTEL, D. B. The rice grain and its gross composition. In: *Rice: Chemistry and Technology*. American Association of Cereal Chemists. New Orleans, MN, USA: E.T. Champagne, 1985. p. 17-57.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 201 p.

MARRA, L.M. et al. Biological nitrogen fixation and phosphate solubilization by bacteria isolated from tropical soils. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 357, p. 289-307, 2012.

MARTINS, Claudia Miranda; MARTINS, Suzana Cláudia Silveira; BORGES, Wardsson Lustrino. **Correção da acidez, adubação e fixação biológica**. 2017. MATTOS, V. da S.; SOARES, M. R. S.; GOMES, A. C. M. M.; ARIEIRA, C. R. D.; GOMES, C. B.; CARNEIRO, R. M. D. G. Caracterização de um Complexo de Espécies do Nematóide das Galhas Parasitando Arroz Irrigado na Região Sul do Brasil. 2017.

Mauad, M. et al. (2011). Produção de massa seca e nutrição de cultivares de arroz de terras altas sob condição de déficit hídrico e adubação silicatada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, 32, 939-948.

MOCELLIN, Ricardo SP. Princípios da adubação foliar. **Canoas: Fertilizantes Omega Ltda**, 2004.

NACHTIGALL, G. R.; NAVA, Gilberto. Adubação foliar: fatos e mitos. In: **Embrapa Uva e Vinho-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v. 23, n. 2, p. 87-97, 2010. Suplemento., 2010.

OLIVEIRA, Patrícia Perondi Anchão; PENATI, M. A.; CORSI, M. Correção do solo e fertilização de pastagens em sistemas intensivos de produção de leite. 2008.

OLIVEIRA, S.M. **Rizobactérias promovem o crescimento de feijoeiro comum e de milho por diferentes processos**. 2011. 104 f. Tese (Doutorado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

OSORIO FILHO, B. D. **Rizóbios eficientes em Lotus em condições de estresse hídrico e promotores de crescimento em arroz irrigado**. 2009. 113 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

PIMENTEL GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309p.

RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A., FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo Campinas. (Boletim Técnico, 100), 1997. 285p. REDDY, M. D.; GHOSH, B. C.; PANDA, M. M. Effect of seed rate and application of N fertilizer on grain yield and N uptake of rice under intermediate deepwater conditions (15-50 cm). **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, Inglaterra, v. 107, n. 1, p. 61-66, 1986.

SCIVITTARO, W. B.; MACHADO, M. O. Adubação e calagem para a cultura do arroz irrigado. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. (ed.). **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 259-303.

Silva-Lobo, V. L., et al. Relação entre o teor de clorofila nas folhas e a severidade de silicatada no sulco e nitrogenada em cobertura no arroz de sequeiro e irrigado por aspersão. **Bioscience Journal**, 30(supl.1), 240-251, 2012.

SINGH, S. P.; PILLAI, K. G. **Response of scented rice varieties to nitrogen**. **Oryza**, Cuttack, v. 33, n. 3, p. 193-195, 1996.

SOSBAI – SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz Irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. XXXII Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado. Cachoeirinha-RS, Brasil, p.205, 2018

TAYLOR, D.; ARKIN, G.F. Root zone modification fundamentals and alternatives. In: **Modifying the root environment to reduce crop stress**. St. Joseph: ASAE, 1981. p.3-16.

United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service. (2018). Rice Outlook Tables: March 2018. Recuperado de <https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/87979/rcs-18c.pdf?v=43171>.

Vejchasarn, P.; Lynch, J. P.; Brown, K.M. Genetic variability in phosphorus responses of rice root phenotypes. **Rice**, v.9, e29, 2016. <https://doi.org/10.1186/s12284-016-0102-9>

WELLS, B. R.; FAW, W. F. Short-statured rice response to seeding and N rates. **Agronomy Journal**, Madison, v. 70, n. 3, p. 477-480, 1978

ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J. A.; ZANÃO, L. A. J. **Efeito da nutrição mineral no controle de doenças de plantas**. Viçosa: UFV, 2012. p. 83-263.

8. ASPECTO GERAL DA PESQUISA EM CAMPO



Figura 1. Área experimental após preparo convencional do solo.



Figura 2. Sementes de arroz BRS A502.



Figura 3. Momento de adubação de sulco.



Figura 4. Área experimental irrigada por aspersão na fase inicial da pesquisa.



Figura 5. Momento da emergência do arroz.



Figura 6. Primeira adubação com nitrogênio, 33 dias após semeadura.



Figura 7. Segunda adubação com nitrogênio, 54 dias após a semeadura.

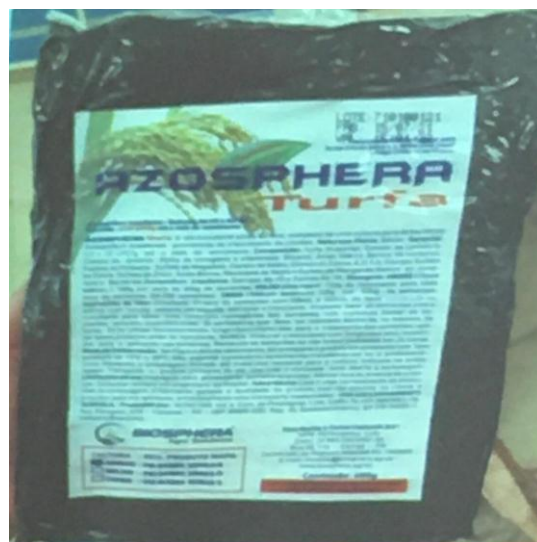


Figura 8. Inoculante turfoso com bactérias *Azospirillum brasiliense*.

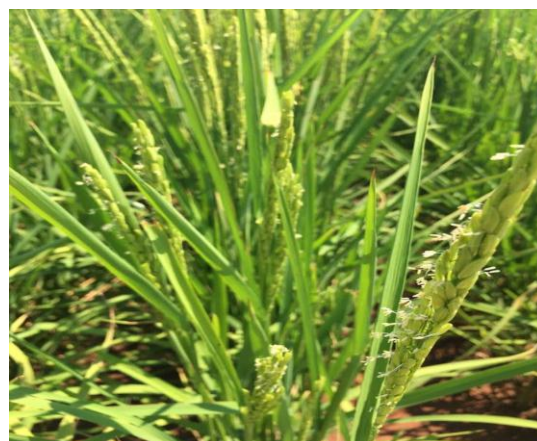


Figura 9. Cultura do arroz em **Figura 10.** Fase R4 (antese).



desenvolvimento pleno.



Figura 11. Avaliação da massa seca área.

Figura 12. Avaliação teor de clorofila.



Figura 13. Cultura em seu final de ciclo.



Figura 14. Colheita manual do arroz.