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

Ana Clara Silva Tomasetti
Engenheira Agrônoma

Inoculação com bactérias diazotróficas e redução da adubação nitrogenada na cultura do arroz de terras altas

Dracena
2022

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

Ana Clara Silva Tomasetti
Engenheira Agrônoma

Inoculação com bactérias diazotróficas e redução da adubação nitrogenada na cultura do arroz de terras altas

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 Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Vagner do Nascimento

Dracena
2022

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

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
UNESP DRACENA

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Inoculação com bactérias diazotróficas e redução da adubação nitrogenada na cultura do arroz de terras altas

Modalidade: Trabalho de ... **Atividades de pesquisa**

Autor: Ana Clara Silva Tomasetti

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

Co-orientador(es): Prof. Dra. Carolina Santos Batista Bonini

Número de Créditos: 12

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 15 / 07 / 2022

Vagner do Nascimento — Nome membro da Banca

Samuel Ferraz — Nome membro da Banca

Leandro Lugaresi — Nome membro da Banca

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Ana Clara Silva Tomasetti, nascida em 06 de março de 1999, na cidade de Barra Bonita/SP, ingressou no curso de Engenharia Agronômica da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrarias e Tecnológicas – Campus de Dracena, no inicio de 2018. No mesmo ano iniciou atividades na Empresa Júnior – GERUD, e no ambiente de inovação – Celeiro de ideias, obtendo o cargo de diretora de marketing, tornando bolsista de inovação no ano seguinte. Em 2021 iniciou atividades no *Field Cover Crops* (Culturas de cobertura do solo) em produção de cobertura vegetal no solo, acompanhamento de experimentos, e ainda em 2021 ingressou no Grupo de Estudos e Pesquisas na Agricultura de Cereais (GEPAC). Durante a graduação participou de eventos e cursos relacionados a área de agronomia com apresentação no Congresso de Iniciação Científica da Unesp em 2019, participou como comissão organizadora do Pint of science Dracena 2020 e 2021, além de encontros sobre a cultura do Sorgo, cana-de-açúcar e Produção e Tecnologia de Sementes.

DEDICATÓRIA

Ao meu pai, Márcio Rogério Tomasetti, e minha mãe, Patrícia Silva Oliveira Tomasetti, que me educaram e me possibilitaram estar onde estou hoje, sendo eles meus maiores exemplos na vida tanto pessoal quanto profissional.

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me sustentado durante toda minha caminhada de estudos, em especial aos meus pais Márcio Rogério Tomasetti e Patricia Silva Oliveira Tomasetti, que sempre me apoiaram.
Também agradeço ao meu irmão, Guilherme Augusto Tomasetti, que mesmo de longe esteve na torcida por mim, e ao meu Noivo David José Braga Piccinin, que sempre estive presente, apoiando a minha caminhada.

Eu agradeço com um forte abraço aos meus colegas de turma, e amigos que compartilharam momentos felizes em todo o decorrer do curso.
A todos os professorem que com muita paciência ensinaram-me não somente conteúdos, mas também o sentido de amizade, respeito e profissionalismo, e em especial ao Prof. Dr. Vagner do Nascimento pela oportunidade, confiança, amizade e apoio durante todo processo de construção deste trabalho.

A universidade, aos docentes, diretores e funcionários que sempre proporcionaram o melhor dos ambientes do mesmo durante a uma pandemia para que esse trabalho fosse realizado.

“ Aqueles que se sentem satisfeitos sentam-se e nada fazem.
Os insatisfeitos são os únicos benfeitores do mundo.”
(Walter S. Landor)

RESUMO

Uma grande área, demanda maior uso de adubação nitrogenada, e consequentemente maiores gastos com o mesmo, logo objetivo desta pesquisa será avaliar os efeitos da inoculação com bactérias promotoras de crescimento de plantas e adubação nitrogenada em cobertura no desenvolvimento, componentes produtivos e produtividade do arroz de terras altas. O projeto de pesquisa será desenvolvido a campo durante o período de novembro de 2021 à março de 2022, no munícipio de Dracena, SP, pertencente à região da Nova Alta Paulista, em um Argissolo Vermelho distrófico típico de textura arenosa. O delineamento experimental será em blocos casualizados composto de cinco tratamentos e seis repetições. 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^{-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}. Foram avaliadas na cultura do arroz de terras altas: floração, maturação, índice de clorofila foliar, teor de nitrogênio foliar, massa de matéria seca da parte aérea, radiação fotossinteticamente ativa (RFA), altura de plantas, acamamento, número de panículas por metro quadrado, número total de espiguetas por panícula, número de espiguetas cheias e vazias por panícula, escaldadura, fertilidade das espiguetas, massa de cem grãos, massa hectolítrica, produtividade de grãos, eficiência produtiva e rendimento de engenho. O uso de inoculação de *Azospirillum brasilense* juntamente com a diminuição da dosagem de adubação nitrogenada é eficaz para o arroz de terras altas, sendo atrativo pela possibilidade de diminuir custos com adubação (N), além de ser uma alternativa viável sustentavelmente.

Palavras-chave: *Oryza sativa L, Inoculação, Azospirillum brasilense, Adubação nitrogenada*

ABSTRACT

A large area, demands greater use of nitrogen fertilization, and consequently greater expenses with it, so the objective of this research will be to evaluate the effects of inoculation with plant growth-promoting bacteria and nitrogen fertilization in coverage on the development , productive components and productivity 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 composed of five treatments and six replications. The experimental design was in randomized blocks composed of five treatments and six replications. The treatments consisted 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 coverage will be 80 kg ha-1. Will be evaluated in the upland rice crop: flowering, maturation, leaf chlorophyll index, leaf nitrogen content, shoot dry matter mass, photosynthetically active radiation (RFA), plant height, lodging, number of panicles per meter square, total number of spikelets per panicle, number of full and empty spikelets per panicle, scalding, spikelet fertility, hundred-grain mass, hectoliter mass, grain yield, productive efficiency and mill yield. The use of Azospirillum brasilense inoculation together with the reduction of nitrogen fertilization dosage is effective for upland rice, being attractive for the possibility of reducing fertilization costs (N), in addition to being a sustainable viable alternative.

Keywords: *Oryza sativa L*, Inoculation*, Azospirillum brasilense*, Nitrogen fertilizatin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Semeadura manual, dia 18/11/2022, Dracena-SP.....13
Figura 2. Adição de *Azospirillum brasiliense* e solução açucarada na semente, no tratamento 4.....14
Figura 3. Emergência, dia 24/11/2022.....15
Figura 4. Adubação nitrogenada de cobertura, dia 24/12/2022.....15
Figura 5. Catação de plantas daninhas durante todo experimento.....16
Figura 6. Irrigação.....17
Figura 7. Irrigação.....17
Figura 8. Pesagem das sementes.....28
Figura 9. Tratamento das sementes com Standak Top.....28
Figura 10. Semeadura.....28
Figura 11. Irrigação..... 28
Figura 12. Emergência após 5 dias da semeadura..... 28
Figura 13. Aplicação de adubação de N de cobertura..... 29
Figura 14. Catação de daninhas.....29
Figura 15. Emergência de outras parcelas de forma irregular.....29
Figura 16. Ressemeadura com matraca.....29
Figura 17. Crescimento médio do cultivar BRS 502.....30
Figura 18. Florescimento, próximo a colheita.....30
Figura 19. Colheita Manual.....30
Figura 20. Separação do arroz para secagem.....30
Figura 21. Trilhagem.....31
Figura 22. Trilhagem.....31
Figura 23. Equipamento de avaliação hectolitrica.....31
Figura 24. Equipamento de avaliação de umidade.....31
Figura 25. Separação de grão cheio e chocho.....32
Figura 26. Separação de grão cheio e chocho.....32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultados dos atributos químicos do solo da área experimental, antes da instalação do experimento, Dracena, SP, Brasil, safra 2021..... 11

Tabela 2. **.** Valores médios do teor relativo de clorofila foliar (ÍNDICE SPDA), concentração foliar de nitrogênio (N), massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), altura de plantas (AP), radiação fotossinteticamente ativa (RFA) em três pontos dos dosséis, no terço superior (RFAS), terço médio (RFAM) e terço inferior (RFAI) das plantas 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..... 20

Tabela 3. Valores médios do número de colmos e panículas por metro quadrado nos estádios fenológicos de perfilhamento pleno, florescimento pleno e maturação de 50% das plantas 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..... 22

Tabela 4. Valores médios do número de espiguetas cheias (cheias), vazias (chochas) e total (total) por panícula, fertilidade das espiguetas (FE), massa de cem grãos (M100G), massa hectolítrica (PH), produtividade de grãos (PG) e eficiência produtiva (EP) 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..... 23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 1

2 OBJETIVO GERAL..... 3

3 REVISÃO DE LITERATURA 4

3.1 Aspectos gerais e importância socioeconômica: arroz de terras altas……..... 4

3.2 Adubação nitrogenada: fontes, épocas e modos de aplicação…….....…… 5

3.3 Doses de nitrogênio em cobertura no arroz de terras altas…….....…. 6

3.4 Redução da adubação nitrogenada em cobertura no arroz de terras altas…….....….7

3.5 Inoculação com bactérias promotoras de crescimento de plantas…….....……8

3.6 Associação de inoculação e redução da dose de nitrogênio em cobertura…….....….9

4 MATERIAL E MÉTODOS 10

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 19

6 CONCLUSÕES 24

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA..... 25

1 INTRODUÇÃO

O arroz é uma gramínea anual, classificada no grupo de plantas C-3, adaptada ao ambiente aquático devido à presença de aerênquima no colmo e raízes da planta. (SOSBAI, 2005) Para expressão de seu potencial produtivo, requer temperatura ao redor de 24 a 30°C e radiação solar elevada, considerando que a disponibilidade hídrica apenas não é um fator limitante quando cultivada em condição de solo inundado.

Essa cultura também é uma excelente fonte energética, contendo uma alta concentração de carboidratos na forma de amido, proteínas e baixo teor de lipídios.

Logo, é considerado pela Organização Mundial de Alimentação e Agricultura como um dos alimentos mais importantes para a nutrição humana, sendo que no Brasil, o sistema de produção de arroz de terras altas ocupa aproximadamente 60% da área cultivada com arroz, o que corresponde a 40% de produção de arroz em casca. (CRUSCIOL, 1998).

É válido ressaltar que, a cultura de arroz consome aproximadamente 10 milhões de toneladas de adubos nitrogenados para produzir 500 milhões de toneladas de grãos no planeta. (HUNGRIA, 2010). O aporte de nitrogênio (N) via adubação é responsável pelo aumento no rendimento de grãos e de componentes do rendimento do arroz, como o número de perfilho e de panículas por unidade de área (Singh; Pillai, 1996), o número de espiguetas por panícula e o peso de grãos (Marzari, 2005). Lembrando que, a deficiência de nitrogênio é um fator tende a limitar a produtividade do arroz de terras altas, então, como medida preventiva dessa deficiência, recomenda-se aplicar parte do N no sulco, junto ao fósforo e potássio, por ocasião da semeadura, a uma profundidade de 5 a 10 cm abaixo ou ao lado das sementes e parte em cobertura. Para adubação de cobertura em arroz de terras altas, a aplicação de nitrogênio é feita em linha e ao lado das plantas, onde a fonte usualmente utilizada é a ureia (45% de N) ou sulfato de amônio. O arroz absorve N durante todo o seu ciclo, nos estádios de perfilhamento e a diferenciação do primórdio floral pode haver maior eficiência de absorção e utilização do N, logo deve-se aplicar o N próximo dessas ocorrências.

Em relação a dosagem, uma aplicação por ocasião da semeadura e duas aplicações em cobertura (50% da dose no perfilhamento [cerca de 22 dias após

emergência] e 50% no primórdio floral [cerca de 55 dias após emergência], podem minimizar as perdas de N, principalmente em solos arenosos. Ainda, de acordo com Sousa e Lobato (2004) para a cultura do arroz de terras altas são necessários 20 kg N para a produção de uma tonelada de grãos. Além disso, em média, considera-se que 60% do N disponibilizado para as culturas seja utilizado.

Deve-se ressaltar que maiores quantidades de N na semeadura podem favorecer a severidade e o aparecimento de brusone nas folhas, cujo pode ocorrer em todas as partes aéreas da planta, desde os estádios iniciais de desenvolvimento até a fase final de produção de grãos.

O gênero *Azospirillum* é constituído de bactérias promotoras de crescimento, capaz de realizar a fixação biológica de nitrogênio atmosférico onde uma parte do nitrogênio fixado é disponibilizado para as plantas, e o restante absorvido após a mineralização das bactérias. Logo, a inoculação de não- leguminosas com bactérias fixadoras de N, como o arroz, supre apenas parcialmente a necessidade das plantas em nitrogênio (HUNGRIA, 2011). Ainda é notório que muitos estudos foram realizados afim de relatar o maior aproveitamento na inoculação desse gênero, obtendo um consequente aumento no teor de nitrogênio, fósforo, potássio e outros minerais nas plantas inoculadas e, em cerca de 70% destes estudos, foram comprovados aumentos de produtividade de até 30% (DIDONET et al., 2003).

2 OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos da inoculação com bactérias promotoras de crescimento de plantas e adubação nitrogenada em cobertura no desenvolvimento, componentes produtivos e produtividade do arroz de terras altas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Aspectos gerais e importância socioeconômica do arroz de terras altas

Dentre os cereais mais cultivados, o arroz merece destaque, sendo uma gramínea C3 com anatomia foliar bem parecida com gramíneas C4, mas com diferenças que a impedem de realizar o metabolismo C4, tal como a enzima carboxilante. (SOSBAI, 2005.)

Apenas uma pequena quantidade de arroz é consumida como ingrediente em produtos processados, sendo seu maior consumo na forma de grão, sendo uma excelente fonte de energia, devido à alta concentração de amido, fornecendo também proteínas, vitaminas e minerais, e por possuir baixo teor de lipídios. (KENNEDY et al., 2002).

Na safra de 2019/20, o Brasil semeou 1.665 hectares de arroz, com produtividade média de 6.713 kg/ha, gerando uma produção nacional de 11,1 milhões de toneladas. As condições climáticas favoráveis, o controle rigoroso dos produtores nos tratos culturais e investimento em tecnologia no campo favoreceram a elevada produção. (CONAB, 2021.)

A área colhida com o arroz de terras altas no Brasil seguiu acentuada trajetória de queda em 1986–2020, passando de 4,5 milhões de hectares para 382 mil. Em relação a quantidade produzida: enquanto a produção de arroz de terras altas caiu 83%, de 5,4 milhões de toneladas em 1986 para 918 mil em 2020, a de arroz irrigado aumentou de 4,4 milhões de toneladas para 10,2 milhões no mesmo período (expansão de 129%) (Embrapa Arroz e Feijão, 2021b).

A técnica de irrigar o arroz por aspersão desperta interesse por parte de produtores e pesquisadores, objetivando a obtenção de resultados compensadores pra maximizar o uso de equipamentos adquiridos para implantação de outras culturas de interesse econômico (CRUSCIOL, 1998), sendo que o aumento na produtividade do arroz de terras altas é influenciado pela quantidade e distribuição de água durante o ciclo e varia de acordo com a cultivar utilizada. (OLIVEIRA, 1994).

3.2 Adubação nitrogenada

Os adubos nitrogenados podem se apresentar nas seguintes fontes:: amoniacal, nítrico, nitroamoniacal, amídico ou cianamídico e protéico, no qual o sulfato de amônio e a ureia são considerados as fontes mais vantajosas economicamente para as culturas, assim como para o arroz de terras altas, pela característica oxidante do solo, o uso de formas nítricas tem-se mostrado eficiente, mas a forma amoniacal e ureia incorporada ao solo, é a mais usada talvez por ser mais facilmente encontrada no mercado. (Embrapa, 2022).

A adubação é um dos fatores que proporciona a demonstração do potencial produtivo da cultura, sendo o nitrogênio um dos elementos essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas, e um dos nutrientes mais exigidos praticamente todos os estádios de desenvolvimento da cultura (Marumoto, 1986). A presença deste elemento em forma de adubo também estimula o crescimento do sistema radicular do arroz e, consequentemente, favorece o perfilhamento; aumenta o número de espiguetas e da a massa de grãos (FORNASIERI FILHO & FORNASIERI, 1993).

Em relação a época de aplicação, deve-se levar em conta que nitrogênio (N) é um nutriente móvel no sistema solo-planta e se perde facilmente por lixiviação, volatilização e desnitrificação. logo, o parcelamento durante o ciclo da cultura pode aumentar sua eficiência de utilização, tomando um maior cuidado nas fases críticas da cultura, ou seja, no perfilhamento e diferenciação do primórdio floral, aplicando o adubo próximo dessas fases.(FAGERIA ET AL; 2003.)

A recomendação de N varia de acordo com expectativa de rendimento da cultura, sendo que para a cultura do arroz de terras altas são necessários 20 kg N para a produção de uma tonelada de grãos. Além disso, em média, considera-se que 60% do N disponibilizado para as culturas seja utilizado. (SOUSA E LOBATO, 2004), conforme a seguinte fórmula:

$$\text{Dose de N (kg ha}^{-1}\text{)} = (\text{RNC-SNS}).f$$

RNC: requerimento de N pela cultura para determinada produtividade

SNS: capacidade de suprimento de N do solo

F: fator de eficiência do uso de N pela cultura considerando-se que 60% do N disponibilizado para as culturas seja utilizado (=1,67)

Como medida preventiva ao aparecimento da deficiência de N, a recomendação de adubação do arroz de terras altas é a aplicação de parte do N no sulco, junto ao fósforo e potássio, por ocasião da semeadura, a uma profundidade de 5 a 10 cm abaixo ou ao lado das sementes e parte em cobertura. Para adubação de cobertura, a aplicação de nitrogênio é feita em linha e ao lado das plantas. (SOUSA E LOBATO, 2004).

Quanto às fontes de nitrogênio, apenas as amoniacais e amídica são recomendadas para o arroz irrigado. As fontes nítricas são desaconselhadas em razão das perdas elevadas a que estão sujeitas em solos inundados. Dentre as fontes amoniacais, o sulfato de amônio, quando aplicado em doses altas em anos de temperaturas elevadas, pode causar problemas de toxidez por gás sulfídrico (H_2S). Já os fosfatos monoamônico (MAP) e diamônico (DAP) não apresentam esse inconveniente e são comparáveis à ureia, fonte amídica, em termos de eficiência agronômica. Essa última destaca-se como a principal fonte do nutriente para a cultura, pelo elevado conteúdo de N e menor custo por unidade do nutriente aplicado.

3.3 Doses de nitrogênio em cobertura no arroz de terras altas

A aplicação de N em cobertura constitui uma prática de manejo muito eficiente, porém é necessário que seja efetuada nas épocas de maior exigência pelas plantas. (FAGERIA ET AL; 2003)

O efeito do N no crescimento das plantas de arroz é observado, geralmente, pelo aumento do número de perfilhos e de panículas por área, número e massa de grãos, que determinam a produção final (FAGERIA1984).
Dependendo do sistema de cultivo adotado, são necessários ajustes no manejo da adubação, particularmente com nitrogênio (N), devido à sua complexa dinâmica no ambiente. As indicações de fertilizantes são relacionadas à expectativa de resposta da cultura à adubação. Isso porque o potencial genético das cultivares, o manejo do solo e da cultura e as condições edafoclimáticas da região de cultivo determinam diferentes potenciais de produtividade à cultura e, portanto, de resposta à adubação. (ROJAS ET AL, 2012).

Como medida preventiva do aparecimento da deficiência de N, a recomendação de adubação do arroz de terras altas é a aplicação de parte do N no sulco, junto ao fósforo e potássio, por ocasião da semeadura a uma profundidade de 5 a 10 cm abaixo ou ao lado das sementes e parte em cobertura. Uma aplicação por ocasião da semeadura e duas aplicações de cobertura podem minimizar as perdas de N, principalmente em solos arenosos. (SOUSA E LOBATO, 2004).

Para o arroz de terras altas, o parcelamento de nitrogênio, deve-se aplicar a maior quantidade próximo à diferenciação do primórdio floral, onde o aproveitamento deste elemento é mais eficiente, embora também predisponha a cultura a maior ocorrência de brusone do pescoço da panícula. (CORNELIO ET AL, 2004.)

3.4 Redução da adubação nitrogenada em cobertura no arroz de terras altas

No Brasil, existe o conceito generalizado entre técnicos e produtores de que, aumentando-se o número de parcelamento da adubação nitrogenada, aumenta-se a eficiência do uso do nitrogênio e reduzem-se as perdas, principalmente por lixiviação, já que N é um dos nutrientes mais importantes para as plantas, sendo, em alguns casos, se torna um fator limitante para altas produtividades, contudo, quando em excesso, pode promover aumento na altura da planta, gerando fatores como acamamento, auto sombreamento e à ocorrência de doenças na cultura do arroz, assim como brusone. (FAGERIA ET AL, 2011)

A flexibilização da dose, que pode ser reduzida ou acrescida com base no histórico da lavoura com respeito à resposta ao nitrogênio e cultivos antecedentes, leguminosas ou gramíneas; à incidência de doenças, especialmente a brusone, cujo desenvolvimento é favorecido pelo excesso de N; ao desenvolvimento vegetativo da lavoura e às condições climáticas, de maneira especial a temperatura e radiação solar, ao longo do ciclo. (CRUSCIOL, 2007).

No sistema irrigado por aspersão, há a possibilidade de maior fracionamento da aplicação (RHINE et al., 2011), cuja prática gera um maior aproveitamento de nitrogênio pela planta e ocasiona uma redução de perdas. Isto porque a condição aeróbica, interfere na dinâmica de micro-organismos e do nitrogênio no solo, convertendo o nitrogênio amonial à forma nítrica, que fica sujeita à desnitrificação, quando da alternância de condições aeróbicas e anaeróbicas do solo (RHINE et al., 2011; STEVENS et al., 2012).

3.5 Inoculação com bactérias promotoras de crescimento de plantas

As bactérias diazotróficas associativas interagem com uma enorme quantidade de plantas. Algumas destas primeiras podem estabelecer associação endofítica, ou seja, são capazes de colonizar espaços internos da planta e, além de fixar nitrogênio, podem proporcionar condições apropriadas para proteger o complexo da nitrogenase à exposição ao oxigênio (SANTI et al., 2013).

As bactérias prometidas de crescimentos olanfas (BPCP) atuam promovendo diretamente o crescimento pela produção de, fitohormônios, enzimas, mineralização de nutrientes, fixação do nitrogênio e aumento da absorção pelas raízes, e muito mais. (Conn et al., 1997; Lazarovits & Nowak, 1997).

Dentro dessas BPCP, há a espécie *Azospirillum brasilense*, que tem sido usada como inoculante em diversas culturas, tais como: milho, trigo arroz, cana-de-açúcar, entre outras (REIS, 2007).

Já é encontrado na literatura respostas benéficas da interação entre *Azospirillum* spp. demonstradas com plantas de arroz. (PEDRAZA et al., 2009; REICHEMBACK et al., 2011), sendo capaz de suprir aproximadamente 20% das necessidades de N.

Esse grupo de bactérias também sintetizam hormônios, como a auxina, que estimula o crescimento da parte aérea e do sistema radicular de varias gramíneas, entre elas o arroz (RADWAN et al., 2004).

Ainda sim, é notório lembrar que o uso da inoculação pode sofrer influências devido à variabilidade genética, estádio fenológico, características

do solo, atuação de outros componentes macrobióticos, competitividade, entre outros fatores (STURZ; NOWAK, 2000).

Alem de tudo, estudos foram realizados afim de relatar o maior aproveitamento na inoculação desse gênero, obtendo um consequente aumento no teor de nitrogênio, fósforo, potássio e outros minerais nas plantas inoculadas e, em cerca de 70% destes estudos, foram comprovados aumentos de produtividade de até 30% (DIDONET et al., 2003).

Esses microrganismos podem acelerar a germinação das sementes de arroz, aumentar o rendimento de grãos (YANNI ET AL, 2001), aumentar a produção de matéria seca da parte aérea e conferir maior resistência das plantas a determinados patógenos (MISHRA ET AL, 2006).

3.6 Associação de inoculação e redução da dose de nitrogênio em cobertura

Azospirillum brasilense é um BPCP amplamente conhecido, comercializado e utilizado em lavouras devido à sua ação de fixação biológica de nitrogênio, síntese hormonal, solubilidade de fosfato e maior tolerância a estresses bióticos e abióticos (STRZELCZYL ET AL, 1994; GUPTA ET AL, 1994; HASHTROUDI ET AL, 2013.)

Após a formação de nódulos, a bactéria passa a fixar o nitrogênio atmosférico em compostos orgânicos que são utilizados pelas plantas, diminuindo a necessidade de uso de adubos nitrogenados. Além do ganho econômico, a inoculação com *Azospirillum brasiliense* no milho traz benefícios ambientais com a redução na emissão de gases de efeito estufa, ao substituir o uso de fertilizantes químicos nitrogenados, sendo que a inoculação das sementes com *Azospirillum brasiliense* associada à adubação nitrogenada em cobertura o rendimento da cultura. (EMBRAPA, 2000).

Parte da a substituição do adubo pela inoculação favorece a nodulação, o rendimento e a qualidade das sementes. (SILVEIRA CARDILLO, B, 2020).

4 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida a campo de novembro a março do ano agrícola de 2021/2022, em área experimental situada nas coordenadas de 51º 52' de longitude Oeste de Greenwich e 21º 29' de Latitude Sul e 420 m de altitude. O solo do local da pesquisa é um Argissolo Vermelho distrófico típico de textura arenosa (EMBRAPA, 2018).

As condições climáticas do local são temperatura média anual é de 24º 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 obtidos na estação Meteorológica Campbell Scientific CR10X, instalada na instituição de ensino superior.

Gráfico 1. Relação de chuvas no período de Novembro de 2021 a Março de 2022.

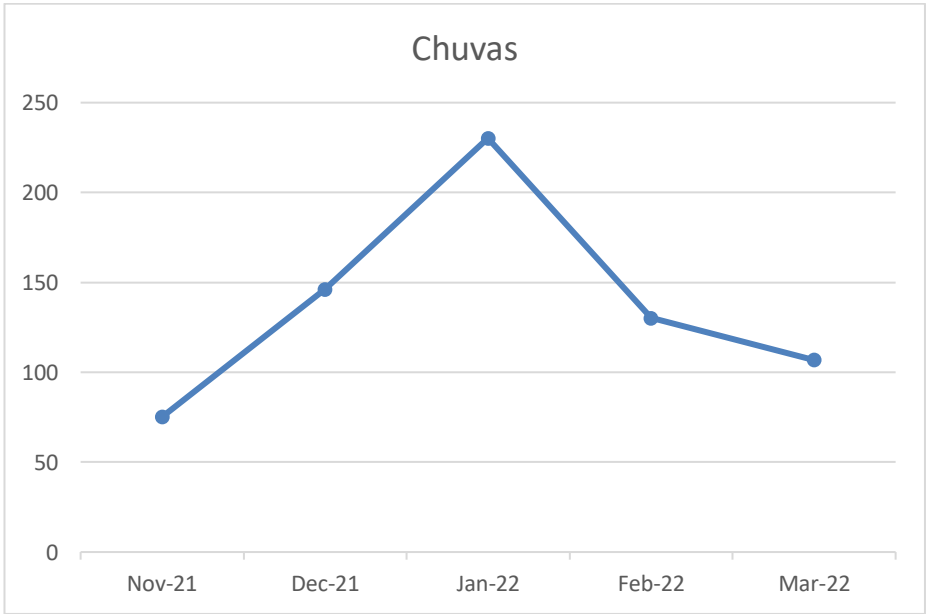
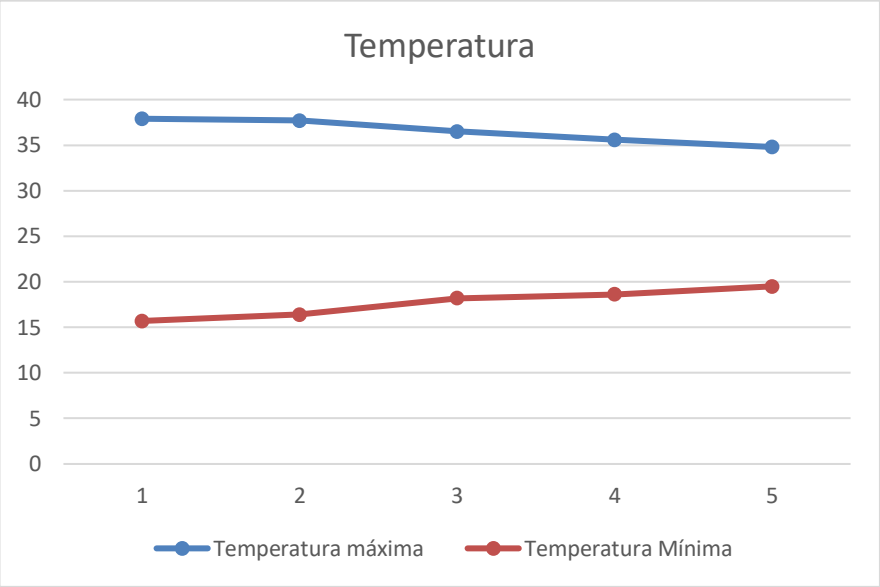


Gráfico 2. Relação de temperatura máxima e mínima no período de Novembro de 2021 a Março de 2022.



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

Tabela 1. Resultados dos atributos químicos do solo da área experimental, antes da instalação do experimento, Dracena, SP, Brasil, safra 2021.

	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}	%	%
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

Prof.(m): profundidade do solo (metro); P: fósforo disponível(resina); M.O.: Matéria orgânica; K, Ca, Mg e Al trocáveis; S-SO_4: 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, aplicou-se na área experimental conforme recomendação de Raij et al. (1997), 3.750 kg ha^{-1} 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^{-1} antes da operação de arado de aiveca e 1.850 kg ha^{-1} 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^{-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).

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 apresenta massa de mil grãos de 25 a 27 gramas, produtividade de grãos de 4.025 kg ha^{-1}, porém com potencial de 9.075 kg ha^{-1} (FURTINI et al., 2020).

Anteriormente a semeadura, o solo estava úmido, pois dias antes havia chovido, e após isso foi irrigado com 16mm de lâmina de água.

A semeadura foi realizada em 18 de novembro de 2021 de forma manual e com densidade de semente de 83 kg ha^{-1}. 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.



Figura 1. Semeadura manual do arroz de terras altas, no dia 18/11/2021.

Na sequência após secagem do tratamento de sementes somente nos tratamentos 4 e 5 foi 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^{-1} de semente da solução) e o tratamento 5 inoculado com biológico A (150 g para cada 40 kg sementes) + solução adesiva (3 ml kg^{-1} de semente da solução).



Figura 2. *Azospirillum brasilense e solução açucarada.*

A adubação nos sulcos de semeadura (N-P_2O_5-K_2O) foi realizada manualmente utilizando 300 kg ha^{-1} 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 adubação nitrogenada de cobertura dos tratamentos estudados foi realidade de forma parcelada, sendo a primeira adubação realizada no perfilhamento pleno com aproximadamente 29 dias após a emergência (DAE) e a segunda aplicação no momento da diferenciação floral aos 50 DAE, utilizando como fonte a ureia (46-00-00). A dose de N em cobertura recomendada foi de 80 kg ha^{-1} 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.



Figura 3. Emergência das plântulas, no dia 24/11/2022.



Figura 4. Adubação de base, NPK com 04-30-10.

O manejo de plantas daninhas foi realizado utilizando herbicidas em pré-emergência (pendimenthalin, 1.600 g ha^{-1} do i.a.) do arroz de terras altas, e em

pós-emergência (metsulfuron-methil, 2 g ha^{-1} do i.a.), aproximadamente aos 26 dias após a emergência (DAE).

Foi realizada duas aplicações de fungicida, sendo a primeira aplicação com trifloxystrobina + tebuconazol (75 + 150 g ha^{-1} 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 da brusone e disseminação de esporos da mancha parda e escadadura do arroz. Além disso, foi aplicado thiamethoxam (25 g ha^{-1} do i.a.) para controle do percevejo do colmo do arroz, por ocasião do florescimento pleno.



Figura 5. Catação de plantas daninhas durante todo experimento.

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.

A emergência das plantas ocorreu de forma desuniforme, após cinco dias da semeadura, tendo a necessidade de realizar a ressemeadura com a matraca em algumas parcelas, assim uniformizando o crescimento e consecutivo florescimento, e a colheita foi feita cerca de cento e dez dias após a emergência.



Figura 6. Irrigação com 16mm de lâmina de água.



Figura 7. Irrigação com 16 mm de Lâmina de água.

Foram realizadas as seguintes avaliações na cultura do arroz:

1) Teor relativo de clorofila foliar

A leitura do índice SPAD foi realizada no estádio de florescimento pleno (50% das plantas) do arroz de terras altas, no dia 10/02/2022.

Utilizando um aparelho clorofiLOG CFL 1030, produzido pela Falker Automação Agrícola, que faz leituras instantâneas. As leituras efetuadas por este equipamento indicam valores proporcionais de clorofila na folha e são calculadas com base na quantidade de luz transmitida pela folha em dois comprimentos de ondas com distintas absorbâncias de clorofila. As leituras do índice SPAD serão efetuadas no terço médio da "folha bandeira", em cinco plantas de arroz de terras altas por parcela.

2) Teor de N foliar

Por ocasião do florescimento, também no dia 12/02/2022 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, conforme metodologia proposta por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

3) Massa de matéria seca da parte aérea do arroz

No dia 12/02/2022 foi coletado, ainda, por parcela dois pontos de 0,30 m de linha da parte aérea das plantas de uma das linhas centrais. A massa de matéria seca será obtida após secagem das plantas, no estádio fenológico de florescimento pleno, em estufa a 65°C com circulação de ar até peso constante.

4) Radiação fotossinteticamente ativa (RFA):

Ainda, no dia 12/02/2022 foi analisado a RFA, com Medidor de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) marca APOGEE, MODELO APG-MQ-301, seguindo as recomendações do fabricante, em três pontos dos dosséis: acima, abaixo e no meio, perpendicular às linhas das plantas.

5) Altura de plantas (cm)

Durante o estádio de grãos na forma pastosa, no dia 18/03/2022, foi determinada em cinco pontos ao acaso por parcela, na área útil de cada parcela, a distância média compreendida desde a superfície do solo até a extremidade superior da panícula mais alta.

6) Acamamento

Determinado por observações visuais na fase de maturação, no dia 18/03/2022, utilizando-se a seguinte escala de notas: 0 – sem acamamento; 1 – até 5% de plantas acamadas; 2 – 5 a 25%, 3 – 25 a 50%; 4 – 50 a 75% e 5 – 75 a 100% de plantas acamadas.

7) Número de panículas por metro quadrado

Obtido mediante a contagem das panículas em um metro, no dia 18/03/2022, e, posteriormente, realizado o cálculo para conversão em número de panículas m^{-2} nos estádios fenológicos de perfilhamento, florescimento pleno e maturação do arroz.

8) Número total de espiguetas por panícula

Média do número de grãos de vinte panículas coletadas no momento da colheita, em cada parcela, no dia 18/03/2022.

9) Número de espiguetas cheias e vazias por panícula

Média do número de espiguetas cheias e vazias de vinte panículas após separação dos mesmos por fluxo de ar, no dia 18/03/2022.

10) Fertilidade das espiguetas

Obtida pela relação entre o número de espiguetas cheias por panícula e o número total de espiguetas por panícula, e multiplicando-se por 100.

11) Massa de cem grãos

Realizada pela coleta ao acaso e pesagem de duas amostras de 100 grãos de cada parcela, corrigindo a 13% base úmida, feita no dia 29/03/2022.

12) Massa hectolítrica

A massa de 100 litros foi determinada em balança apropriada com teor de água dos grãos corrigidos para 13% (base úmida), utilizando-se duas amostras por parcela, feita no dia 06/04/2022.

12) Produtividade de grãos

Obtida por meio de pesagem dos grãos em casca, proveniente da colheita manual da área útil das parcelas, corrigindo-se a umidade para l3% e

convertendo em kg ha^{-1}. As parcelas que apresentaram acamamento foram colhidas cuidadosamente, evitando perdas.

14) Eficiência produtiva

Determinada pela razão entre a produtividade de grãos (kg) e a massa de matéria seca da parte aérea (kg).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao realizar a análise estatística foi observado houve valores significativos para com os dados utilizados com inoculação e diminuição de adubação nitrogenada nas variáveis de número de florescimento e maturação de panículas.

5.1 Tabela 1. Valores médios do teor relativo de clorofila foliar (ÍNDICE SPDA), concentração foliar de nitrogênio (N), massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), altura de plantas (AP), radiação fotossinteticamente ativa (RFA) em três pontos dos dosséis, no terço superior (RFAS), terço médio (RFAM) e terço inferior (RFAI) das plantas do arroz de terras altas em função dos tratamentos. Dracena, SP, Brasil, safra 2021/2022.

	ÍNDICE SPDA	**N**	**MSPA**	**AP**	**RFAS**	**RFAM**	**RFAI**
Tratamento		g kg^{-1}	kg ha^{-1}	m	---------- µmol m^{-2} s^{-1} ----------		
1	43,3 c	29,4	8.477 d	0,90 b	1628,2 b	738,0	865,3 a
2	44,3 c	30,3	9.844 c	0,95 a	1713,5 a	765,3	307,0 c
3	47,9 a	33,6	14.866 a	0,97 a	1541,7 b	737,0	151,3 d
4	44,4 c	31,2	11.381 b	0,96 a	1546,7 b	611,2	261,3 c
5	45,7 b	31,3	13.828 a	0,96 a	1738,7 a	763,3	467,2 b
Valores de F	11,2	$2,328^{N}$	50,312*	6,398	8,175*	$1,361^{N}$	189,688

	18*	S		*		S	*
Erro padrão	0,53	1,02	376,19	0,01	31,99	54,79	20,22
Média geral	45,12	31,16	11.679,3	0,95	1633,7	722,96	410,43
CV (%)	6,44	8,04	7,89	4,71	4,80	18,56	12,07

Médias seguidas de letras iguais nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a * 5% de significância respetivamente, e ^{NS} não significativo.

Para o teor relativo de clorofila foliar, concentração foliar de nitrogênio (N), massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), altura de plantas (AP), radiação fotossinteticamente ativa (RFA) em três pontos dos dosséis, no terço superior (RFAS), terço médio (RFAM) e terço inferior (RFAI), (Tabela 1) verifica-se que houve efeito significativo, dando destaque para o tratamento 3, ou seja, apresentou plantas mais altas e maiores índices de massa seca e clorofila poliar no tratamento não inoculado.
A altura de plantas é um parâmetro de extrema importância na cultura do arroz, visto que influencia diretamente o grau de acamamento. Fabre et al. (2011), trabalhando com adubação nitrogenada, observaram que as doses de nitrogênio promoveram aumento na altura das plantas, nas diferentes doses de aplicação de N, logo, o uso de 100% da adubação nitrogenada ainda teve vantagem sob a inoculação e sob a redução de N.
O conteúdo de clorofila correlaciona-se com a concentração de N na planta e, também, com a produtividade das culturas (Lima et al. 2001, Silveira et al. 2003).
A variável massa seca da parte aérea apresentou diferença significativa para o tratamento com 100% de N em cobertura, mostrando que a adubação nitrogenada favoreceu uma maior produção de massa seca quando comparada com o a adição do inoculante.

5.1.2 Número de colmos e panículas por metro quadrado nos estádios fenológicos de perfilhamento pleno, florescimento pleno e maturação

Tabela 2. Valores médios do número de colmos e panículas por metro quadrado nos estádios fenológicos de perfilhamento pleno, florescimento pleno e maturação de 50% das plantas 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.

	PERFILHAMENTO	**FLORESCIMENTO**	**MATURAÇÃO**
Tratamento	COLMOS	PANICULAS	PANICULAS
1	249,4 c	264,3 c	311,5 b
2	251,1 c	239,6 c	288,0 b
3	271,5 b	402,5 a	325,5 b
4	250,3 c	396,7 a	426,3 a
5	294,2 a	338,8 b	338,5 b
Valores de F	12,511*	44,801*	20,751*
Erro padrão	5,53	11,15	11,59
Média geral	263,3	328,35	337,96
CV (%)	7,27	11,76	8,40

Médias seguidas de letras iguais nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a * 5% de significância respetivamente, e ^{NS} não significativo.

Verifica-se que o o tratamento 4, o qual teve inoculação de *Azospirillum brasiliense* apresentou maior florescimento, maturação, ainda que com perfilhos por colmo na média, em relação aos demais tratamentos, que por mais que obtiveram bom perfilhamento dos colmos e florescimento das panículas.
O fornecimento de N é essencial para aumentar o número de colmos, uma vez que este componente tem relação com o número potencial de panículas a serem formadas por unidade de área.

5.1.2.2. Valores médios do número de espiguetas cheias, vazias e total (total) por panícula, fertilidade das espiguetas, massa de cem grãos, massa hectolítrica, produtividade de grãos e eficiência produtiva.

Tabela 3. Valores médios do número de espiguetas cheias (cheias), vazias (chochas) e total (total) por panícula, fertilidade das espiguetas (FE), massa de cem grãos (M100G), massa hectolítrica (PH), produtividade de grãos (PG) e eficiência produtiva (EP) 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	**Cheias**	**Chochas**	**Total**	**FE** %	**M100G** g	**PH** kg 100 L^{-1}	**PG** kg ha^{-1}	**EP**
1	104,3 c	31,2	135,3 c	77,1 b	2,24 a	57,45	2.324 b	0,28 a
2	161,7 a	29,7	191,5 a	84,4 a	2,18 b	56,49	2.590 a	0,27 a
3	120,0 b	33,3	153,3 b	78,2 b	2,16 b	56,38	2.714 a	0,18 b
4	121,7 b	31,5	153,3 b	79,3 b	2,19 b	58,58	2.334 b	0,21 b
5	126,8 b	29,3	156,3 b	81,2 a	2,18 b	57,68	2.614 a	0,19 b
Valores de F	17,661*	$0,548^{NS}$	18,359*	4,212*	2,778*	$3,489^{NS}$	7,659*	18,599*
Erro padrão	5,04	2,17	4,78	1,39	0,02	0,58	63,71	0,0101
Média geral	126,90	31,00	157,96	80,03	2,19	57,32	2.515,1	0,224
CV (%)	9,72	17,10	7,72	4,26	2,82	2,35	6,20	11,08

Médias seguidas de letras iguais nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a * 5% de significância respetivamente, e ^{NS} não significativo.

Em aos resultados da tabela 3, deve-se levar em consideração que ao reduzir a utilização de N pela metade, ou seja, utilizando 50% de N em cobertura, os valores de grãos cheios sobressaem aos grãos chochos, dando destaque ao tratamento 2, cujo apresentou maior quantidade de grãos cheios, maior fertilidade das espiguetas, produtividade de grãos e eficiência produtiva.

A qualidade dos grãos de arroz é fator fundamental para a comercialização, pois reflete diretamente no valor de mercado e na aceitação do produto pelo consumidor. Outra característica muito importante na determinação do valor comercial do arroz é o rendimento percentual de grãos inteiros.

GUIMARÃES et al., (2011) também evidenciaram a importância do suprimento adequado de água para a formação e desenvolvimento da cultura, além de melhorias na qualidade dos grãos.
No presente trabalho se fez muito importante o uso de irrigação por aspersão para garantir as necessidades hídricas da cultura, e consequentemente manter a produção. A disponibilidade adequada de água proporciona a translocação de carboidratos para os grãos, que, bem formados, possuem maior resistência a choques e vibrações proporcionadas pela colheita e pelo beneficiamento, obtendose, assim, maior rendimento de grãos inteiros (ARF et al., 2002, CRUSCIOL et al., 2006).

7 CONCLUSÃO

Em relação a produtividade o tratamento 2 foi mais eficiente, obtendo maiores quantidades de grãos cheios, em relação aos demais, sendo ele sem inoculação, e utilizando 50% de N. Já em relação ao perfilhamento por colmo, florescimento e maturação de panículas, o tratamento 4, com inoculação do *Azospirillum brasilense* foi destacado.

Logo, o tratamento 4 é indicado, pois além de utilizar menor concentração de N, fazendo com que os custos com adubos sejam reduzidos, também trouxe resultados satisfatórios perante as tabelas apresentadas.

8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo primeiro levantamento.** Brasília, DF: CONAB, 2014. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_08_07_08_59_54_boletim_graos_agosto2014.pdf>. Acesso em: 6 set. 2014.

CRUSCIOL, C.A.C. ***Efeitos de lâminas de água e da adubação mineral em duas cultivares de arroz de sequeiro sob irrigação por aspersão*** 1998. 129 f. Tese (Doutorado em Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

DIDONET, A.D.; MARTIN-DIDONET, C.C.G.; GOMES; G.F. **Avaliação de Linhagens de Arroz de Terras Altas Inoculadas com Azospirillum lipoferum Sp59b e A. brasilense Sp245**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 4 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 69).

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.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006, 306 p.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. **Lowland rice response to nitrogen fertilization**. Communications in Soil Science and Plant Analysis, New York, v. 32, n. 9-10, p. 1405- 1429, 2001.

FAGERIA, N.K.; SLATON, N.A.; BALIGAR, V.C. **Nutrient management for improving lowland rice productivity and sustainability**. Advance Agricola, v.80, p.63-152, 2003.

FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B. dos; CUTRIM, V. dos. **Produtividade de arroz irrigado e eficiência de uso do nitrogênio influenciados pela fertilização nitrogenada.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 42, n. 7, p. 1029-1034, jul. 2007.

FAGERIA, N. K.; MOREIRA, A.; COELHO, A. M. **Yield and yield components of upland rice as influenced by nitrogen sources.** Journal of Plant Nutrition, v. 34, n. 3, p. 361-370, 2011.

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.

FARINELLI, R.; PENARIOL, F.G.; FORNASIERI FILHO, D.; BORDIN, L. **Características agronômicas de arroz de terras altas sob plantio direto e adubação nitrogenada e potássica**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 447-454, 2004.

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).

HUNGRIA, M. **Inoculação com** *Azospirillum brasiliense***: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36p.

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

OLIVEIRA, G.S. **Efeito de densidade de semeadura no desenvolvimento de cultivares de arroz (***Oryza sativa L***) em condições de sequeiro e irrigados por aspersão1994. 41 f. Monografia (Graduação em Agronomia)**

- Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 1994.

PIMENTEL GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos 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 Agronômico Campinas. (Boletim Técnico, 100), 1997. 285p.

REICHEMBACK, M.P.; ARF, O.; THOMAZINI, G.; RODRIGUES, R.A.F.; GITTI, D.C**. Inoculação de** *Azospirillum brasilense* **e fontes de nitrogênio mineral em arroz** de ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.21; p. 2015 1241 terras altas irrigado por aspersão. In: CONGRESSO BRASILEIRO ARROZ IRRIGADO, 7, 2011, Balneário Camboriú. Anais... Itajaí: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, v. 2, p. 259-262.2011.

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 28., 2010, Bento Gonçalves. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil.** Porto Alegre: SOSBAI, 2010. 188 p.

SOSBAI. Arroz Irrigado: **Recomendações da pesquisa para o Sul do Brasil.** Santa Maria: Sosbai, 2005. p 89-92.

SOSBAI. Arroz Irrigado: **Recomendações da pesquisa para o Sul do Brasil.** Santa Maria: Sosbai, 2005. P 164.

9. ASPECTOS GERAIS DA PESQUISA EM CAMPO



Figura 8. Pesagem das sementes.



Figura 9. Tratamento das sementes.



Figura 10. Semeadura



Figura 11. Irrigação



Figura 12. Emergência após 5 dias da semeadura.



Figura 13. Aplicação de adubação.



Figura 14. Catação de daninhas.



Figura 15. Emergência irregular.



Figura 16. Ressemeadura com matraca.

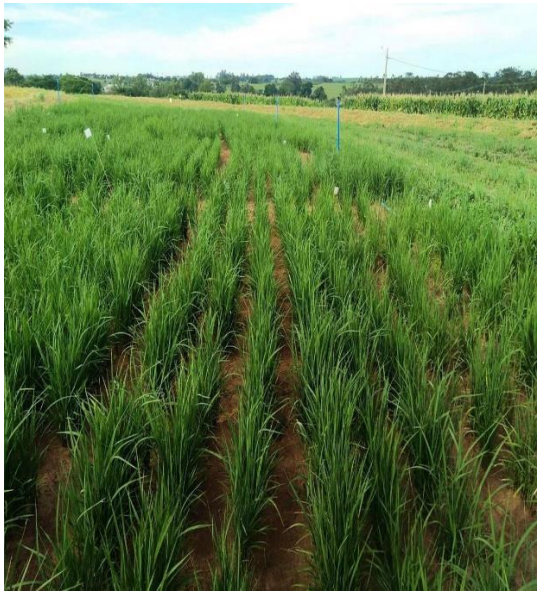


Figura 17. Crescimento médio.



Figura 18. Florescimento.



Figura 19. Colheita manual.

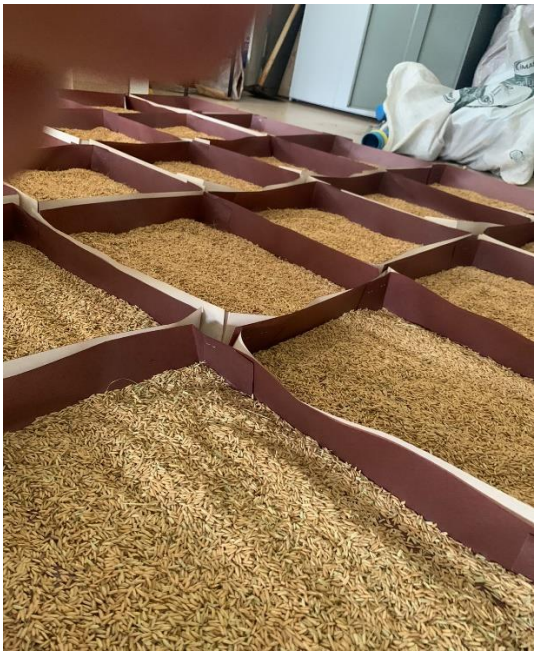


Figura 20. Separação para secagem.




Figura 21 e 22. Trilhagem para retirada da palha.




Figura 23. Avaliação da massa hectolitica. **Figura 24.** Avaliação da umidade.





Figura 25 e 26. Separação de grão cheio e grão chocho.