

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

Caio Henrique Cantão Paris

**AVALIAÇÃO DO USO DE INOCULANTE EM
GENÓTIPOS DE ARROZ DE TERRAS ALTAS NA
REGIÃO OESTE DE SÃO PAULO**

Dracena

2021

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

Caio Henrique Cantão Paris

**AVALIAÇÃO DO USO DE INOCULANTE EM
GENÓTIPOS DE ARROZ DE TERRAS ALTAS NA
REGIÃO OESTE DE SÃO PAULO**

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 graduação em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Samuel Ferrari
Co-orientadora: Prof. Dr. Evandro Pereira Prado

Dracena

2021

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: "AVALIAÇÃO DO USO DE INOCULANTE EM GENÓTIPOS DE ARROZ DE TERRAS ALTAS NA REGIÃO OESTE DE SÃO PAULO"

Modalidade: Trabalho de Atividades de Pesquisa

Autor: Caio Henrique Cantão Paris

Orientador (a): Prof. Dr. Samuel Ferrari

Co-orientador(es): Prof. Dr. Evandro Pereira Prado

Número de Créditos: 12

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 26/11/2021



Prof. Dr. Samuel Ferrari
(ORIENTADOR)



Prof. Dr. Gustavo
do Valle Polycarpo
2º membro



Prof. Dr. Leandro Tropaldi
3º membro

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Caio Henrique Cantão Paris, nascido em 14 de março de 1994, na cidade de Ilha Solteira/SP. Ingresso na Faculdade de Ciências Agrárias na Universidade Estadual Paulista UNESP, campus de Dracena no ano de 2017.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho primeiramente à Deus que me guiou em todo o caminho, durante toda minha carreira acadêmica. Aos meus pais Valentim e Rosemeire, por sempre acreditarem em mim e me apoiar nos momentos de dificuldade. Dedico esse trabalho também ao meu irmão Felipe, que me incentivou a nunca desistir e superar todos os obstáculos para chegar ao fim de mais uma jornada na minha vida. Dedico também aos meus avós, que ao longo do caminho puderam transmitir seus conhecimentos e ensinamentos sobre como ser humano e profissional na área de ciências agrárias.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me proporcionar este momento, e assim cumprir mais uma etapa em minha vida.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológica (FCAT – Campus de Dracena) por disponibilizar a infraestrutura necessária para o desenvolvimento deste projeto, e também aos funcionários envolvidos no trabalho.

Em especial ao meu orientador Prof. Dr. Samuel Ferrari, pela atenção, dedicação, paciência, orientações, ensinamentos e também ao meu co-orientador Prof. Dr. Evandro Pereira Prado pelo apoio, para que fosse possível o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Carolina Bonini, que foi uma pessoa de extrema importância durante a graduação, tanto pelo conhecimento transmitido como pelo desenvolvimento profissional e pessoal, admiração e respeito.

Aos amigos de graduação e docentes dos cursos de Engenharia Agrônômica e Zootecnia, pela convivência, amizade e apoio prestado durante a realização deste projeto.

Aos meus amigos e companheiros da República K-baret pelo apoio, amizade e incentivo que foram a mim dedicados durante todo o período de graduação.

RESUMO

A produção de arroz é fundamental para o desenvolvimento econômico e social de diversas regiões. A alta produtividade do grão reflete o desenvolvimento tecnológico aplicado ao setor além de proporcionar viabilidade em campo. Nesse sentido, o uso da biotecnologia vêm auxiliando o crescimento da cultura principalmente com a aplicação de microrganismos diazotróficos como inoculantes biológicos para fixação de nitrogênio. Desta forma, o objetivo do presente projeto foi a avaliação de genótipos de arroz de terras altas associados à aplicação de *A. brasilense* na região oeste do estado de São Paulo. O estudo foi desenvolvido no ano agrícola de 2020/21 em um argissolo vermelho amarelo distrófico, em Dracena – SP na Área Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP). Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados contendo quatro repetições onde os tratamentos constaram da avaliação de sete genótipos de arroz de terras altas e uma testemunha comercial (IAC 203). Os genótipos foram analisados mediante a inoculação de *A. brasilense* nas doses de 200 (dose comercial) e 400 mL na semeadura. As seguintes variáveis foram avaliados: altura de planta, diâmetro do colmo, grau de acamamento, número de colmos por m², número de panículas por m², perfilhamento útil e massa hectolétrica. Os resultados apresentaram aumentos significativos para altura de planta quando comparados às aplicações do inoculante biológico. Todos os outros parâmetros apresentaram variações significativas entre os genótipos testados. Resultados superiores para diâmetro do colmo foram observados para os genótipos OSVR15047, OSVR15029 e OSVR15001 enquanto que os genótipos OSVR15023 e IAC 203 mostraram-se superiores para a variável altura de planta. Em relação ao grau de acamamento, apenas o genótipo OSVR15038 apresentou valor significativo (1,25 cm) quando comparado aos demais genótipos avaliados. Os genótipos OSVR15029 e OSVR15042 apresentaram os melhores valores para o parâmetro número de panículas por m² enquanto que os resultados associados ao número de colmos por m² não apresentaram diferença estatística. Os resultados mostraram que o uso de *A. brasilense* em genótipos de arroz de terras altas influencia em determinados parâmetros agrícolas e que há variação entre os genótipos testados. Isso demonstra que a escolha do genótipo é essencial para o sucesso no plantio principalmente na região Oeste do estado São Paulo.

Palavras-chave: Arroz. Inoculante biológico. Biotecnologia. Bactérias diazotróficas. Genótipo.

ABSTRACT

Rice production is fundamental for the economic and social development of several regions. The high productivity of the grain reflects the technological development applied to the sector, in addition to providing field feasibility. In this sense, the use of biotechnology has helped the development of the culture, mainly with the application of diazotrophic microorganisms as biological inoculants for nitrogen fixation. Thus, the aim of this study was to evaluate upland rice genotypes associated with the application of *A. brasilense* in the Western region of the state of São Paulo. The study was carried out in the agricultural year of 2020/21 in a dystrophic RED ARGISSOL, in Dracena – SP, in the Experimental Area of the Faculty of Agrarian and Technological Sciences of the State University “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP). A randomized block design with four replications was used, where the treatments consisted of the evaluation of seven upland rice genotypes and a commercial control (IAC 203). The genotypes were analyzed by inoculating *A. brasilense* at doses of 200 (commercial dose) and 400 mL at sowing. The following parameters were evaluated: plant height, stem diameter, degree of lodging, number of stems per m², number of panicles per m², useful tillering and hectoliter mass. The results showed significant variations for plant height when compared to applications of the biological inoculant. All other parameters showed significant variations between the tested genotypes. Superior results for stem diameter were observed for the OSVR15047, OSVR15029 and OSVR15001 genotypes while the OSVR15023 and IAC 203 genotypes were superior for the plant height variable. Regarding the degree of lodging, only the OSVR15038 genotype presented a significant value (1.25 cm) when compared to the other genotypes evaluated in the study. The genotypes OSVR15029 and OSVR15042 showed the best values for the parameter number of panicles per m² while the results associated with the number of stalks per m² showed no statistical difference. The results showed that the use of *A. brasilense* in upland rice genotypes influences certain agricultural parameters and that there is variation among the tested genotypes. This demonstrates that the choice of genotype is essential for successful planting, especially in the Western region of the state of São Paulo.

Keywords: Rice. Biological inoculant. Biotechnology. Diazotrophic bacteria. Genotype.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cultivo de arroz de sequeiro (A) e arroz irrigado (B) no Brasil	21
Figura 2 – Solo após a semeadura dos genótipos de arroz	27
Figura 3 – Plantas pequenas de arroz em linhas	29
Figura 4 – Análise de grau de acamento em genótipos de arroz	29
Figura 5 – Plantas adultas de arroz com panículas maduras	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Produtividade do arroz (mil kg/ha) no Brasil e no mundo entre 2013/14 e 2021/22	19
Tabela 2 – Quadro de suprimento nacional entre 2016 e 2022 em mil toneladas	19
Tabela 3 – Genótipos, data de semeadura, emergência em campo e variação dos dias entre a emergência e a colheita (DEC) e entre o florescimento e a colheita (DAF).....	31
Tabela 4 – Valores de $p>F$ e teste de comparação de médias para perfilhamento útil, altura de plantas e diâmetro do colmo em função da aplicação de <i>Azospirillum brasilense</i> em genótipos de arroz cultivados em Dracena-SP. Ano agrícola 2020/21.....	33
Tabela 5 – Altura da planta de entre diferentes genótipos de arroz associados à inoculação com <i>Azospirillum brasilense</i> em Dracena-SP. Ano agrícola 2020/21	35
Tabela 6 – Valores de $p>F$ e teste de comparação de médias para teor de massa hectolétrica , grau de acamamento, quantidade de colmos e panículas por m ² em função da aplicação de <i>Azospirillum brasilense</i> em genótipos de arroz cultivados em Dracena-SP. Ano agrícola 2020/21	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Atributos químicos do solo nas profundidades de 0-0,20 e 0,20-0,40 m da área experimental antes do cultivo de arroz	265
---	-----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS.....	17
2.1 Objetivo Geral.....	17
2.1 Objetivos Específicos.....	17
3 REVISÃO DE LITERATURA	18
3.1 Perspectivas e oportunidades no cultivo e produção de arroz.....	18
3.2 Cultivo de arroz no Brasil.....	20
3.3. Uso da Biotecnologia na lavoura orizícola	22
3.4 Inoculante biológico	23
4 MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1 Área e características do experimento.....	25
4.2 Delineamento experimental	25
4.3 Instalação e condução do experimento	25
4.4 Avaliações de campo.....	28
4.4.1 Altura de plantas e diâmetro do colmo	28
4.4.2 Grau de acamamento.....	29
4.4.3 Número de colmos por m ²	30
4.4.4 Número de panículas por m ²	30
4.4.5 Perfilhamento útil.....	30
4.4.6 Massa hectolétrica	30
4.5 Análise estatística.....	30
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1 Características dos genótipos de arroz pós-semeadura.....	31
5.3 Avaliação dos genótipos de arroz mediante a inoculação utilizando <i>A. brasilense</i>	32

5.3.1	Análise dos parâmetros teor de N da planta no perfilhamento, altura de plantas e diâmetro do colmo comparados ao uso de <i>A. brasilense</i>	32
5.3.2	Análise dos parâmetros para massa hectolétrica, grau de acamamento, quantidade de colmos e panículas por m ² comparados ao uso de <i>A. brasilense</i>	36
6	CONCLUSÃO	39
	REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de arroz no cenário nacional e internacional é de fundamental importância para o desenvolvimento regional/social de determinada localidade, além de apresentar potencialidades em relação a produtividade e beneficiamento, é visto como um forte candidato ao combate à fome. Além disso, alguns fatores como o desenvolvimento de novas tecnologias e o uso de genótipos mais resistentes incitam o aumento de produção do grão, influenciando diretamente a estimativa de produção no campo.

O Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) mostra que a safra estimada de cereais, leguminosas e oleaginosas de 2021 deve alcançar 256,1 milhões de toneladas, e que cereais como milho, soja e arroz representam cerca de 92,4% dessa estimativa (IBGE, 2021). Em relação ao arroz, são estimadas aproximadamente 11,2 milhões de toneladas. A estimativa de produção associada à área cultivada mostra que o Brasil colhe uma média de 6,7 toneladas de arroz por hectare. A maior parte da produção se concentra na região Sul, que contribui com 79% da produção nacional. O estado do Rio Grande do Sul é considerado o maior produtor brasileiro de arroz com aproximadamente 70% da produção nacional (TRAVERSA-TEJERO; BORTOLOTTI-CANTARELLI, 2020).

Diversos parâmetros influenciam a produtividade no cultivo do arroz. Fatores como correção do solo, técnicas de semeadura, irrigação, temperatura, escolha da cultivar, adubação e qualidade das sementes são essenciais para o desenvolvimento saudável da planta e alta produtividade (FAGERIA; STONE, 2003; FIDELIS et al., 2012; FURTADO; LUCA, 2003; HÖFS et al., 2004b). O uso de genótipos selecionados de arroz é considerado uma das tecnologias mais assertivas e fáceis de implantar em uma lavoura orizícola. Como exemplo, genótipos de arroz de terras altas podem ser utilizadas sob condições de sequeiro em diversos estados do Brasil (SILVA et al., 2009).

O uso de alguns genótipos resistentes e de maior eficiência na absorção de macro e micronutrientes é estratégico, visto que seu uso pode reduzir o custo de produção devido ao aumento de produtividade por área (FAGERIA; SANTOS; CUTRIM, 2007). Além disso, o estudo de plantio em regiões distintas podem gerar informações pertinentes em relação à produtividade e o custo-benefício da lavoura.

Novas tecnologias associadas ao cultivo de arroz apresentam ganhos imensuráveis ao agricultor. Nesse sentido, o uso de inoculantes biológicos favorecem o desenvolvimento da planta através da presença de bactérias diazotróficas, inclusive algumas espécies isoladas de plantas de arroz. Esses microrganismos possuem a capacidade de fixação de nitrogênio e a síntese de fitohormônios, ambas indispensáveis ao desenvolvimento da planta. Vários estudos relatam o aumento da velocidade de germinação de sementes de arroz inoculadas com esses microrganismos (ARAÚJO et al., 2010; RAMAMOORTHY; NATARAJAN; LAKSHMANAN, 2000). Desta forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência do ambiente em relação à região oeste de São Paulo, em genótipos de arroz de terras altas associada ao uso de inoculante.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho teve por objetivo a avaliação do uso de inoculante com bactéria *Azospirillum brasilense* em genótipos de arroz de terras altas cultivadas na região da Nova Alta Paulista.

2.1 Objetivos Específicos

- Avaliar a interação de bactérias fixadoras de nitrogênio em cultivos de arroz no campo;
- Estudar as respostas biológicas obtidas da interação do inoculante e genótipos de arroz frente aos desenvolvimentos vegetativos do planta;
- Analisar os resultados para entender como o uso de *A. brasilense* pode colaborar com o desenvolvimento das lavouras orizícolas na região da Nova Alta Paulista.

3 REVISÃO DE LITERATURA

O cultivo de arroz está altamente ligado à práticas milenares altamente estruturadas em conhecimento aplicado. O desenvolvimento de novas tecnologias de produção tem avançado mediante o crescimento populacional, para suprir a demanda do cereal no mundo. A seguir será abordado os principais tópicos relacionados à lavoura orizícola, bem como algumas perspectivas e atualidades do tema.

3.1 Perspectivas e oportunidades no cultivo e produção de arroz

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma planta herbácea, da classe Liliopsida, da ordem Poales, família Poaceae e do gênero *Oryza*, originário do Sudeste da Ásia. O grão é uma das principais culturas cerealíferas do mundo principalmente em produção (cerca de 700 milhões de toneladas), área plantada (165 milhões de ha) e produtividade (4.527 kg ha^{-1}) (TRAVERSA-TEJERO; BORTOLOTTI-CANTARELLI, 2020). Devido à essas características, o cereal é visto como um potencial aliado ao combate a fome além de apresentar características nutricionais benéficas (WALTER; MARCHEZAN; AVILA, 2008) e moléculas com efeito biológico de extrema importância para a saúde das pessoas (SIQUEIRA *et al.*, 2021).

Além disso, o arroz é visto como um produto expressivo na economia de diversos países subdesenvolvidos devido ao balanceamento nutricional (fonte primária de proteína e energia) (EMBRAPA, 2000; GNANAMANICKAM, 2009) e o grande potencial de crescimento em áreas produtivas para o combate à fome (EMBRAPA, 2000; WALTER; MARCHEZAN; AVILA, 2008). O cenário para o cultivo e comercialização do arroz é otimista. A estimativa de aumento do volume exportado é baseada na baixa competitividade do grão nacional em relação ao mercado internacional (CONAB, 2021). Nesse sentido, o país contribui com a exportação do grão além de beneficiar o mercado interno com o volume produzido.

Vale ressaltar que vários parâmetros como o preparo, correção e adubação do solo bem como diferentes sistemas de plantio influenciam diretamente a produtividade do arroz. Ainda, a variação da produtividade também está associada ao tamanho da área plantada, chuvas intensas e secas severas, e a disponibilidade de conhecimento técnico sobre as características

do plantio. Como o país possui uma extensão territorial extremamente grande, há a necessidade de implementação de técnicas específicas para cada localidade. Desta forma, o país se destaca perante outros no mundo. A Tabela 1 apresenta a produção da cultura do arroz no Brasil em comparação com o mundo.

Tabela 1 - Produtividade do arroz (mil kg/ha⁻¹) no Brasil e no mundo entre 2013/14 e 2021/22

	2013/ 14	2014/ 15	2015/ 16	2016/ 17	2017/ 18	2018/ 19	2019/ 20	2020/ 21	2021/ 22*
Mundo	2,97	2,96	2,97	2,92	3,02	3,04	3,10	3,12	3,11
Brasil	4,93	5,11	5,42	5,28	6,22	6,16	6,71	7,00	6,94

Fonte: CONAB (2021). * Dados obtidos a partir da estimativa de produção.

O consumo do grão e o abastecimento do mercado interno são vistos como variáveis dependentes pois atendem à demanda do país, não havendo necessidade para incitar números expressivos de exportação. A Tabela 2 apresenta o quadro de suprimento de arroz no Brasil entre os anos de 2016 e 2022.

Tabela 2 - Quadro de suprimento nacional entre 2016 e 2022 em mil toneladas

Parâmetros	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22*
Estoque inicial	1.736,9	2.121,9	2.425,8	1.945,0	1.887,5	2.478,9
Produção	12.327,8	12.064,2	10.483,6	11.183,4	11.741,4	11.792,0
Importação	1.141,7	842,7	1.012,5	1.280,8	1.000,0	1.000,0
Consumo	12.215,7	10.793,7	10.544,6	10.708,3	11.000,0	11.000,0
Exportação	868,8	1.809,3	1.432,3	1.813,4	1.150,0	1.400,0
Estoque final	2.121,9	2.425,8	1.945,0	1.887,5	2.478,9	2.870,9
Relação estoque/consumo	17,37%	22,47%	18,45%	17,63%	22,54%	26,10%

Fonte: CONAB (2021). * Dados obtidos a partir da estimativa de produção.

O estoque inicial do grão está atrelado ao consumo do mesmo no mercado interno. É visto que a importação do grão diminui à medida que o estoque aumenta. Entretanto, mesmo com a diminuição da importação do

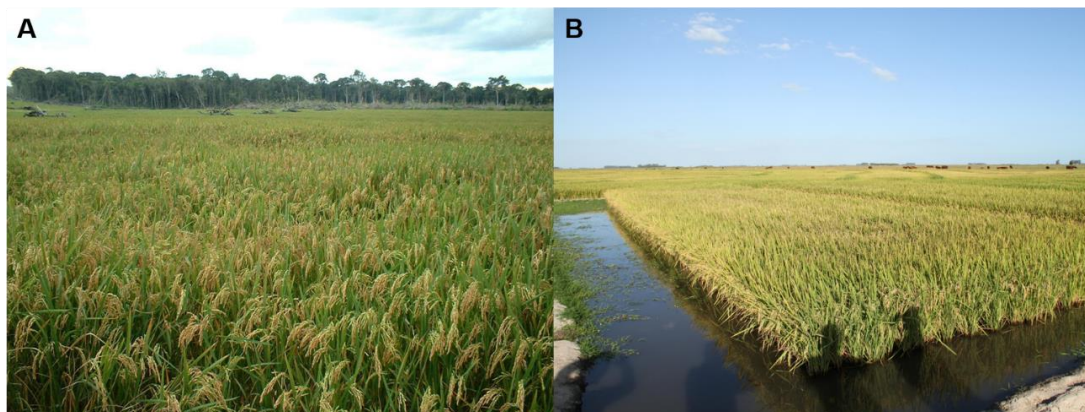
arroz, alguns autores ressaltam fatores determinantes entre a relação do preço doméstico e o preço de importação do arroz (CAPITANI; MIRANDA; FILHO, 2011). Segundo o estudo, o país enfrenta forte concorrência de países membros do Mercosul como Argentina e Uruguai no abastecimento do mercado interno, principalmente devido a abertura comercial, seguida da formação do Mercosul. Nesse sentido, a produção interna e a diminuição da entrada de arroz estrangeiro no Brasil via exportação é fundamental para a redução do preço doméstico do cereal.

3.2 Cultivo de arroz no Brasil

No Brasil, o arroz é cultivado em todo o país. No entanto, o estado do Rio Grande do Sul abrange a maior produção do grão, chegando a atingir cerca de 2/3 da produção nacional (CONAB, 2015). As principais técnicas de plantio adotadas em estados como o Rio Grande do Sul são o plantio convencional, plantio direto e o plantio com sementes pré-germinadas (IRGA, 1999). A primeira requer o preparo do solo associado à movimentação densa da superfície com aração e gradagens; a segunda está associada ao uso de herbicidas e pouca movimentação do solo. O plantio utilizando sementes pré-germinadas é realizado em áreas inundadas com plantas já germinadas.

Os sistemas de cultivo do grão são adotados mediante a região ou localidade da área cultivada. Um estudo conduzido por Pedrotti et al. (2001) mostrou que ocorre uma dependência direta entre os sistemas de cultivo e a densidade do solo, afetando principalmente a produtividade da cultura (BEUTLER et al., 2012). A Figura 1 apresenta os principais sistemas de cultivo do arroz adotados no Brasil.

Figura 1 - Cultivo de arroz de sequeiro (A) e arroz irrigado (B) no Brasil



Fonte: AGEITEC, disponível em www.agencia.cnptia.embrapa.br.

O arroz de sequeiro ou arroz de terras altas é cultivado principalmente com a água proveniente das chuvas (geralmente em regiões pobres como África e América Latina) (ARANTES, 2013), enquanto o cultivo irrigado proporciona aumento da produtividade e melhora na qualidade dos grãos (CRUSCIOL et al., 2000), além de prevenir problemas relacionados ao veranico, conferindo estabilidade no sistema produtivo. A distribuição irregular de chuvas é considerado um fator que causa baixa produtividade na lavoura, sendo que 10% das áreas orizícolas no Brasil são em sistemas de sequeiro e dependem exclusivamente de chuva, representando produtividade média de 2,3 t/ha (3,2x menor do que a produtividade proveniente do cultivo irrigado) (ARTIGIANI et al., 2012; COÊLHO, 2021).

Regiões como o Centro-Oeste e o Nordeste apresentam cerca de 81% e 92%, respectivamente, de área cultivada em sistema de sequeiro em comparação ao sistema irrigado (COÊLHO, 2021). Isso acontece devido às características da região. Já as regiões Sudeste e Sul detêm cerca de 68% e 99%, respectivamente, de cultivos irrigados, conferindo a produção de 80% (Sudeste) e 99% (Sul) do total de arroz produzido na região (COÊLHO, 2021; CONAB, 2020).

Durante todo seu ciclo, o arroz deve ser avaliado frente às intempéries ambientais que possam afetar o desenvolvimento do grão. Alguns exemplos causadores de problemas são: deficiência hídrica (HEINEMANN et al., 2009), temperatura (EMBRAPA, 2000; MARCOLAN et al., 2008), fotoperíodo e mudança do clima. Entretanto, diversos estudos apresentam cenários otimistas

para a cultura do arroz em relação aos impactos das possíveis mudanças climáticas na agricultura. Walter et al. (2014) demonstraram que as mudanças climáticas podem afetar de forma positiva o rendimento do grão bem como antecipar o período de semeadura em campo.

Outro ponto importante é a gestão de risco em lavouras orizícolas no país. Os orizicultores atribuem maior relevância aos riscos socioeconômicos do que riscos associados à produção em campo (FINGER; WAQUIL, 2013). Segundo os autores, os riscos devem ser avaliados como um todo para geração de uma base sólida e estratégica de gestão, mitigando possíveis problemas relacionados a riscos de mercado e principalmente questões associadas ao custo de produção.

Nesse sentido, um dos fatores que compõem o custo de produção em lavouras orizícolas é o chamado custo variável. Ademais, é responsável pelos gastos com máquinas (16%), mão-de-obra temporária, sementes (6%), fertilizantes (23%), agroquímicos (12%), transportes interno e externo bem como licenciamentos, impostos e seguros (COELHO, 2021; CONAB, 2015).

Vale ressaltar que os principais problemas de produção em lavouras orizícolas enfrentados pelo Brasil são fontes de estudo para melhorias no setor. Diversas tecnologias vêm sendo aprimoradas visando o aumento da produtividade, redução de custo, melhoramento na gestão agrícola e incentivo à novas práticas de cultivo. Desta forma, será possível o incremento na produção do grão para abastecer tanto o mercado interno quanto o mercado internacional.

3.3. Uso da Biotecnologia na lavoura orizícola

Com o desenvolvimento da ciência, várias metodologias de pesquisa vêm sendo aprimoradas visando o aumento da produtividade de grãos associado à sustentabilidade. Nesse sentido, diversos recursos existem e podem ser aplicados no cultivo de arroz. Técnicas de biologia molecular como mapeamento (SONG et al., 2018) e melhoramento genético (SILVA JUNIOR et al., 2020) e até mesmo o uso da tecnologia CRISPR (CHAR; LI; YANG, 2019) tem influenciado no aumento de produção e em melhorias na qualidade do grão.

O uso da biorefinaria associado à técnicas de irrigação, além de aumentar significativamente a renda do produtor, pode promover reduções drásticas na emissão de gases de efeito estufa que são relacionados ao cultivo do arroz (LIN; FUKUSHIMA, 2016). Ainda, o uso de melhoramento genético para criação de novos genótipos do cereal apresenta potencialidades imensuráveis, apesar de enfrentar algumas barreiras biológicas (CRUZ; MILACH, 2000). Novos genótipos podem ser utilizadas de forma estratégica em diversas regiões com o objetivo de adaptação frente ao tipo de solo e pluviosidade, podendo atingir até 177% de aumento na produção de grãos (ARF et al., 2001).

Entretanto, 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). Assim, o conhecimento técnico-científico associado à tecnologias emergentes podem aumentar a produtividade do grão gerando mais lucro ao orizicultor. Uma técnica biotecnológica considerada de fácil acesso ao produtor é o uso do inoculante biológico. A aplicação reduz a necessidade de adubação química na lavoura e gera viabilidade econômica no cultivo do arroz.

3.4 Inoculante biológico

O uso de inoculantes biológicos em lavouras orizícolas já é reconhecido e vêm sendo estudado e aplicado para melhorar a cadeia produtiva e diminuir 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; KARTHIKEYAN et al., 2007; RAMAMOORTHY; NATARAJAN; LAKSHMANAN, 2000).

Esses microrganismos agem na planta de diversas formas, seja pela (i) fixação biológica de nitrogênio, (ii) síntese de fitohormônios, (iii) solubilização de fostato, (iv) aumento na formação de pêlos radiculares ou pela (v) inibição do crescimento de fungos e (vi) indução de resistência sistêmica do hospedeiro (ARAÚJO et al., 2010; BEVIVINO et al., 2005; HAN et al., 2005; RODRÍGUEZ; FRAGA, 1999). Além disso, o uso de inoculantes biológicos pode reduzir a quantidade de fertilizantes na lavoura em cerca de 50% (FERREIRA, 2015).

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). Vale ressaltar que quando o processo de inoculação é bem sucedido, o não uso de nitrogênio em cobertura não afeta a produtividade. Vale ressaltar que o nitrogênio é fundamental para o desenvolvimento de plantas e é considerado um elemento obrigatório na composição de moléculas de valor agregado como aminoácidos, proteínas e ácidos nucléicos (HOWARTH, 2009). O uso de microrganismos fixadores de nitrogênio pode fornecer cerca de 80% do nitrogênio que a planta precisa, representando enormes ganhos ao produtor (FERREIRA, 2015).

Desta forma, técnicas agrícolas como o uso de inoculantes são fundamentais para o desenvolvimento fisiológico da planta e influenciam indiretamente a economia do agricultor.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A seguir será detalhado os procedimentos e técnicas laboratoriais adotados no presente estudo.

4.1 Área e características do experimento

O experimento foi instalado e conduzido no segundo semestre de 2020 e primeiro semestre de 2021 com duração de 5 meses. O plantio foi na Área Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Dracena (coordenadas geográficas: latitude 21° 29' S e longitude 51° 52' W com altitude média de 420 m). O clima predominante da região é do tipo Aw (classificação de Köppen) com temperatura de 24°C, umidade relativa de 64,23% e precipitação pluvial média de 1.261 mm/ano. O solo foi classificado como ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico, descrito conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, SiBCS (SANTOS et al., 2018).

4.2 Delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados contendo quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de sete genótipos de arroz de terras altas (OSVR15001, OSVR15008, OSVR15023, OSVR15029, OSVR15038, OSVR15042 e OSVR15047), uma testemunha comercial – controle (IAC 203), e a inoculação das sementes com inoculante *A. brasilense*, em doses: 0, 200 e 400 mL do produto comercial (Cepas Ab-V5 e Ab-V6 provenientes da Universidade Federal do Paraná - UFPR) para cada 60 kg de sementes de arroz. Ao total foram 24 tratamentos. A aplicação do inoculante foi realizada da seguinte maneira: metade da dose foi inoculada diretamente nas sementes (um dia após o tratamento químico seguido de secagem), e o restante foi aplicado no sulco de semeadura, pouco antes do plantio.

4.3 Instalação e condução do experimento

Inicialmente foi realizada a coleta e análise de solo de toda a área de plantio. As análises foram feitas nas camadas de 0-0,20 m e de 0,20-0,40 m

(Raij et al., 2001). As amostras de solo foram encaminhadas para o Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas da UNESP, no município de Registro - SP, para realização de análises químicas (RAIJ et al., 2001). Para o desenvolvimento das plantas, utilizou-se irrigação por aspersão, para promover seu desenvolvimento nos períodos em que não houve chuvas. O Quadro 1 apresenta os resultados obtidos através das análises químicas do solo nas camadas de 0-0,20 e 0,20-0,40 m no município de Dracena-SP antes da instalação do experimento.

Quadro 1 - Atributos químicos do solo nas profundidades de 0,00-0,20 e 0,20-0,40 m da área experimental antes do cultivo de arroz

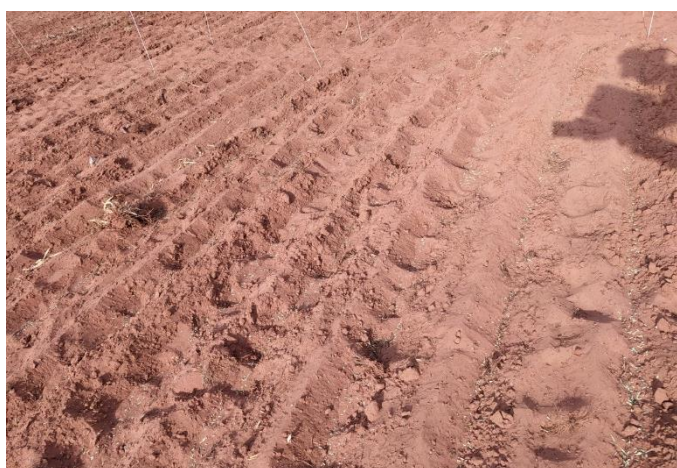
		Parâmetros avaliados											
Profundidade de 0,00-0,20m	P Resina	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	S-S04	Profundidade de 0-0,20 m		
	mmol/dm ³	g/dm ³	CaCl ₂	mmol/dm ³	mmol/dm ³	mmol/dm ³	mmol/dm ³	mmol/dm ³	mmol/dm ³	mg/dm ³			
	10	39	5,4	1,6	11	3	12	0	15,3	2			
	CTC	V	Ca/CTC	Mg/CTC	K	B	Cu	Fe	Mn	Zn			
	mmol/dm ³	%	%	%	%	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³			
	27,3	56,0	40,3	9,9	5,9	0,21	0,2	12	3,3	1,0			
Profundidade de 0,20-0,40m	P Resina	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	S-S04	Profundidade de 0,20-0,40 m		
	mmol/dm ³	g/dm ³	CaCl ₂	mmol/dm ³	mmol/dm ³	mmol/dm ³	mmol/dm ³	mmol/dm ³	mmol/dm ³	mg/dm ³			
	9	29	5,2	0,7	11	3	14	0	14,4	5			
	CTC	V	Ca/CTC	Mg/CTC	K	B	Cu	Fe	Mn	Zn			
	mmol/dm ³	%	%	%	%	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³			
	28,4	50,7	38,7	9,5	2,5	0,19	0,2	12	4,0	0,9			

Fonte: Elaborado pelo autor.

O preparo da área para a semeadura do arroz foi realizado de forma convencional sendo composta pela correção usando gesso agrícola (500 kg ha⁻¹) em toda a área de plantio, seguido de aração com arado de disco e duas gradagens (intermediária e niveladora). A semeadura foi realizada de forma

manual no dia 17 de novembro de 2020. Ao final do plantio, as parcelas foram constituídas por seis linhas da cultura do arroz com 6,0 m de comprimento e 0,35 m de espaçamento entre as linhas (12,6 m²). A área útil de cada parcela foi composta pelas quatro linhas centrais, desprezando-se 0,50 m em ambas as extremidades de cada linha. Posteriormente, foram abertos sulcos de semeadura com profundidade de cerca de 0,03 m e realizado o plantio. A densidade de semeadura foi de 60 sementes viáveis por metro linear. As sementes receberam o tratamento com carbofurano e carboxina+tiram (1500 e 300 mL respectivamente do produto comercial (p.c.), 100 kg ha⁻¹ sementes) para evitar patógenos de início do ciclo reprodutivo. A Figura 2 apresenta o solo após a semeadura dos genótipos de arroz.

Figura 2 – Solo após a semeadura dos genótipos de arroz



Fonte: Elaborado pelo autor.

A adubação nos sulcos de plantio e a adubação de cobertura foram realizadas com base nas características químicas do solo através dos resultados das análises químicas. A adubação de plantio foi realizada com o adubo mineral 4-14-8 (NPK), na proporção de 300 kg ha⁻¹. Para o desenvolvimento das plantas, utilizou-se irrigação por aspersão, para promover seu desenvolvimento principalmente nos períodos em que não houve chuvas.

Durante o experimento foram realizados tratos culturais, como aplicação do inseticida e fungicida Engeo Pleno S[®] (23/12/2020) e Thiametoxam (11/01/2021), aplicação do fungicida Nativo[®] (04/01/2021), aplicação fungicida Nativo[®] + Ativum[®] (19/01/2021) e por fim a aplicação do inseticida Engeo Pleno

S[®] na dose de 200 ml ha⁻¹ juntamente com o fungicida Tebufort[®] na dose de 750 ml ha⁻¹.

O controle de plantas daninhas na área experimental foi realizado com aplicação de herbicida a base do ingrediente ativo pendimethalin (3,0 L ha⁻¹ do p.c. de Herbadox[®]) em pré-emergência. Após, o controle de plantas daninhas foi realizado de forma manual, através de capinas ou arranquio, conforme a necessidade. Após 30 dias de emergência das plantas de arroz, foi realizada a adubação de cobertura composta por sulfato de amônio (21% N e 24% S) na dose de 40 kg ha⁻¹ de N, com o objetivo de diminuir a quantidade aplicada de N em 66%. A colheita do experimento foi realizada no mês de março de 2021, aos 5 meses após o plantio, dentro do período recomendado para a cultura do arroz.

4.4 Avaliações de campo

As avaliações a campo foram realizadas de acordo com os itens a seguir. Vale ressaltar que as metodologias utilizadas foram baseadas na literatura e usadas cotidianamente no grupo de pesquisa.

4.4.1 Altura de plantas e diâmetro do colmo

As análises das variáveis altura de planta e diâmetro do colmo foram realizadas nas plantas adultas de arroz com auxílio de uma fita métrica. Os dados foram analisados para comparação entre os genótipos estudados no presente trabalho. A Figura 3 demonstra a análise na Área Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP).

Figura 3 – Plantas pequenas de arroz em linhas



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4.2 Grau de acamamento

O grau de acamamento das plantas de arroz foi realizado a partir da medida (cm) diretamente na área plantada, durante a fase de maturação. A Figura 4 apresenta a análise de grau de acamamento sendo realizada no presente estudo.

Figura 4 – Análise de grau de acamamento em genótipos de arroz



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4.3 Número de colmos por m²

Os resultados foram obtidos através de contagem de colmos em 1,0 m de fileira de plantas na área útil das parcelas e então convertido em número de colmos por m².

4.4.4 Número de panículas por m²

Os resultados foram obtidos através da contagem do número de panículas por m² provenientes de cada parcela experimental. A Figura 5 apresenta panículas maduras dos genótipos de arroz analisados no presente projeto.

Figura 5 - Plantas adultas de arroz com panículas maduras



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4.5 Perfilhamento útil

Foi avaliado através de observações visuais e contagem do número de perfilhamento das plantas de arroz em metro linear.

4.4.6 Massa hectolétrica

A massa hectolétrica foi obtida através da pesagem dos grãos em balança específica para peso hectolítrico.

4.5 Análise estatística

Todos os parâmetros foram avaliados estatisticamente pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Características dos genótipos de arroz pós-semeadura

A fenologia desempenha um papel fundamental no rendimento da cultura de arroz. Assim, através das análises realizadas, todos os genótipos foram semeados no mesmo dia (17/11/2020) e apresentaram a mesma data de emergência (23/11/2020). O florescimento dos genótipos de arroz apresentou variação de 24 dias. A diferença entre os períodos de florescimento é reportada na literatura frente vários fatores como ano agrícola, falta de chuvas, temperatura, entre outros fatores. Mariot et al. (2003) apresentaram o florescimento dos genótipos BR-IRGA 410 e IRGA 417 aos 77 e 70 dias, respectivamente, após a emergência das plantas de arroz. Nesse contexto, vale ressaltar que OSVR15023 e OSVR15042 são consideradas plantas tardias em relação aos genótipos avaliados. O atraso do florescimento das plantas de arroz também está associado ao aumento do fotoperíodo (STRECK et al., 2006). Segundo os autores, em climas subtropicais de baixa temperatura e semeadura tardia, as plantas de arroz dificilmente florescem. A Tabela 3 apresenta os resultados encontrados pós-semeadura de arroz para os parâmetros avaliados.

Tabela 3 - Genótipos, data de semeadura, emergência em campo e variação dos dias entre a emergência e a colheita (DEC) e entre o florescimento e a colheita (DAF)

Genótipos	Semeadura	Emergência	Florescimento	Colheita	DEC	DAF
IAC 203, OSVR15038	17/11/20	23/11/20	05/02/21	01/03/21	98	24
OSVR15029, OSVR15047	17/11/20	23/11/20	19/02/21	13/03/21	110	22
OSVR15001, OSVR15008	17/11/20	23/11/20	25/02/21	21/03/21	118	24
OSVR15023, OSVR15042	17/11/20	23/11/20	01/03/21	28/03/21	125	27

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação aos dias entre a emergência e a colheita (DEC), o presente estudo apresentou variações entre 98 e 125 dias. O menor valor de DEC pode ser observado para os genótipos IAC 203 e OSVR15038 enquanto o maior valor é atribuído aos genótipos OSVR15001, OSVR15008. A qualidade fisiológica da semente influencia a emergência e o desenvolvimento das plântulas, atuando diretamente em maiores taxas de crescimento da cultura bem como no aumento de produção do grão (HÖFS et al., 2004a).

Não houve uma variação substancial na comparação dos dias entre o florescimento e a colheita (DAF). Neste caso, os genótipos OSVR15029 OSVR15047 apresentaram 22 dias de intervalo enquanto que OSVR15023 e OSVR15042 apresentaram um total de 27 dias. Smiderle e Pereira (2008) concluíram que a melhor época de colheita da cultivar BRS 7 TAIM é entre 38 e 42 dias após o florescimento, diferindo dos resultados encontrados no presente estudo.

Vários fatores podem afetar a taxa de emergência de plântulas, período de florescimento e colheita do arroz. A qualidade fisiológica da semente é fundamental para uma colheita produtiva (HÖFS et al., 2004a), seguido do manejo adequado no plantio (FREITAS et al., 2006; STRECK et al., 2006), época de colheita dos grãos e chuvas (ARF et al., 2002). Outro ponto importante é o sistema de cultivo utilizado na produção. Cultivos irrigados reduzem o número de dias para o florescimento, além de aumentar a altura e o peso hectolítro (ARF et al., 2001).

5.3 Avaliação dos genótipos de arroz mediante a inoculação utilizando *A. brasilense*

As análises realizadas no presente estudo baseadas na interação de genótipos de arroz e inoculação com *A. brasilense* serão detalhadas nos tópicos a seguir.

5.3.1 Análise dos parâmetros teor de N da planta no perfilhamento, altura de plantas e diâmetro do colmo comparados ao uso de *A. brasilense*

A análise dos parâmetros apresentados no estudo é demonstrada na Tabela 4. A análise estatística da interação entre os genótipos e os efeitos dos tratamentos utilizando o inoculante apresentaram diferença significativa para a

variável altura de plantas ($p < 0,05$). Não foi verificado interação estatística entre as comparações de médias para as variáveis perfilhamento útil e diâmetro do colmo. No entanto, os genótipos OSVR15038 e OSVR15042 apresentaram valores de 0,79 e 0,82 respectivamente, referente ao perfilhamento útil. Esses resultados se mostraram significativamente superiores ao restante dos genótipos avaliados para esta variável.

Tabela 4 - Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para perfilhamento útil, altura de plantas e diâmetro do colmo em função da aplicação de *Azospirillum brasilense* em genótipos de arroz cultivados em Dracena-SP. Ano agrícola 2020/21

Teste F	Perfilhamento útil	Altura de plantas	Diâmetro do colmo
	p>F		
<i>Azospirillum b.</i> (a)	0,924	0,906	0,097
Genótipos (g)	0,007	0,000	0,042
a*g	0,941	0,042	0,748
C.V%	11,33	10,97	10,69
		cm	mm
Controle	0,75 ^a	-	5,56 ^a
Uma dose	0,75 ^a	-	5,42 ^a
Duas doses	0,74 ^a	-	5,75 ^a
	Genótipos		
OSVR15001	0,73 ^b	-	5,80 ^a
OSVR15008	0,71 ^b	-	5,44 ^b
OSVR15023	0,76 ^b	-	5,37 ^b
OSVR15029	0,75 ^b	-	5,82 ^a
OSVR15038	0,79 ^a	-	5,48 ^b
OSVR15042	0,82 ^a	-	5,55 ^b
OSVR15047	0,74 ^b	-	5,94 ^a
IAC 203	0,69 ^b	-	5,22 ^b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Elaborado pelo autor.

Vários efeitos podem influenciar o perfilhamento útil da planta de arroz em campo. Estudos sugerem que alguns fatores como influências causadas pelo clima, o uso de reguladores de crescimento (NASCIMENTO et al., 2009), espaçamento entre linhas e/ou a prática de irrigação (SANTOS; COSTA, 1995) podem afetar significativamente essa variável. Os resultados obtidos confirmam aqueles verificados por Cargnin et al. (2010), onde a diversidade genética entre

genótipos de arroz podem ser determinantes para diversas variáveis avaliadas em campo.

No entanto, a falta de variação no número de perfilhamento útil pode se dar por diversas variáveis associadas ao cultivo da planta. Santos e Costa (1995) não encontraram aumento significativo para o número de perfilhos do cultivar Guarani sob sistema de irrigação, entretanto o mesmo cultivar apresentou diferenças significativas de perfilhamento útil relacionado ao espaçamento e à densidade de semeadura. No presente estudo, a aplicação de *A. brasilense* não influenciou significativamente no perfilhamento útil dos genótipos avaliados, confirmando os resultados encontrados por Barbosa et al. (2016b).

Vale ressaltar que o aumento do número de perfilhos não é suficiente para o aumento na produtividade, diferente do uso de técnicas diretas para auxiliar na produtividade, como a adubação nitrogenada. Ainda, um alto grau de perfilhamento pode não ser interessante em condições de distribuição hídrica irregular, causando maior competição entre as plantas (GUIMARÃES; FAGERIA; FILHO, 2002).

A avaliação referente ao diâmetro do colmo apresentou diferenças significativas entre os genótipos avaliados. Os genótipos OSVR15047, OSVR15029 e OSVR15001 apresentaram resultados superiores quando comparados aos demais genótipos testados. O uso de *A. brasilense* também não afetou de forma significativa o diâmetro dos colmos dos genótipos em campo. Vários resultados encontrados na literatura mostram que a dose utilizada de *A. brasilense* em sementes de arroz não apresenta influência em vários parâmetros avaliados descritos na literatura (ARAÚJO et al., 2010; GARCIA et al., 2016; GOES, 2012), corroborando com os resultados encontrados nesse estudo.

Cargnin et al. (2010) afirmam que os caracteres biológicos que mais influenciam a produtividade na cultura do arroz são número de grãos por panículas, porcentagem de grãos estéreis e peso do grão. Nesse sentido, a avaliação de variáveis durante o cultivo é fundamental para determinação da qualidade no manejo e eficiência na cultura, além de ser ponto de partida para tomadas de decisões visando o aumento de produtividade.

A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos através do cultivo dos genótipos de arroz sob diferentes inoculações de *A. brasilense* para altura de planta. Não foi possível identificar variações significativas na altura das plantas de arroz através do modo de aplicação de *A. brasilense*. Assim como o estudo publicado por Ferreira et al. (2014), as principais diferenças são observadas entre os genótipos de arroz pertencente ao mesmo modo de aplicação de *A. brasilense*.

Tabela 5 - Altura da planta (cm) de entre diferentes genótipos de arroz associados à inoculação com *Azospirillum brasilense* em Dracena-SP. Ano agrícola 2020/21

Genótipos	Modo de aplicação		
	Controle	Uma dose	Duas doses
OSVR15001	91,97 ^{aA}	95,10 ^{aA}	86,75 ^{bA}
OSVR15008	100,47 ^{aA}	94,82 ^{aA}	106,77 ^{aA}
OSVR15023	94,32 ^{aA}	81,60 ^{bA}	91,82 ^{bA}
OSVR15029	75,60 ^{bA}	72,12 ^{bA}	72,10 ^{bA}
OSVR15038	84,67 ^{bA}	95,87 ^{aA}	101,25 ^{aA}
OSVR15042	98,67 ^{aA}	98,02 ^{aA}	82,72 ^{bB}
OSVR15047	95,57 ^{aA}	107,30 ^{aA}	98,60 ^{aA}
IAC 203	90,72 ^{aA}	78,40 ^{bA}	86,72 ^{bA}
C.V.			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. Fonte: Elaborado pelo autor.

Entre todos os genótipos avaliados em relação a altura de planta, nenhum se mostrou superior estatisticamente associado ao inoculante *A. brasilense*. Os resultados do tratamento controle foram iguais e até mesmo superiores quando comparado aos tratamentos contendo uma e duas doses de *A. brasilense* (OSVR15042). Braga et al. (2014) apresentou valores superiores da variável altura de planta quando a inoculação com *A. brasilense* é feita juntamente com o uso de resíduos da agroindústria, como fertilizante. Desta forma, ocorre um aumento da altura das plantas de arroz fazendo com que o uso de N mineral seja substituído.

Vale ressaltar que os genótipos que apresentaram maiores valores significativos para altura de planta foram OSVR15023 e IAC 203 sem nenhuma aplicação do inoculante (grupo controle). O mesmo padrão foi observado por

Cadore (2014), porém em plantas de milho. A falta de sucesso na aplicação de inoculantes biológicos pode estar correlacionada à diversas condições como edafoclimáticas, manejo da cultura, sistema de plantio e genótipo utilizado. A ausência da influência no tamanho da planta não impossibilita o ganho em matéria seca. Barbosa et al. (2016) apresentou ganhos de cerca de 113% na biomassa de plantas de arroz quando utilizando *A. brasilense* como inoculante biológico.

Além disso, a altura de plantas de arroz é fundamental para determinação de outras variáveis como grau de acamamento da cultura em campo e quantidade de colmos por m², diminuindo a absorção de fotoassimilados e influenciando diretamente na produtividade do grão.

5.3.2 Análise dos parâmetros para massa hectolétrica, grau de acamamento, quantidade de colmos e panículas por m² comparados ao uso de *A. brasilense*

A análise estatística da interação entre os genótipos e os efeitos dos tratamentos utilizando *A. brasilense* não apresentaram diferença significativa para as variáveis teor de massa hectolétrica, grau de acamamento, quantidade de colmos por m² e número de panículas por m² (p>0,05). A Tabela 6 apresenta os dados estatísticos bem como os resultados obtidos dos genótipos.

Tabela 6 - Valores de p>F e teste de comparação de médias para teor de massa hectolétrica ,grau de acamamento, quantidade de colmos e panículas por m² em função da aplicação de *Azospirillum brasilense* em genótipos de arroz cultivados em Dracena-SP. Ano agrícola 2020/21

Teste F	Massa hectolétrica unidade	Grau de acamamento	Colmos por m ²	Panículas por m ²
	p>F			
<i>Azospirillum b.</i> (a)	0,1937	0,7698	0,6533	0,3806
Genótipos (g)	0,0000	0,0000	0,6673	0,0015
a*g	0,1996	0,9961	0,9284	0,3053
C.V. %	8,43	382,42	17,15	12,60
		cm	mm	
Controle	116,94 ^a	0,12 ^a	261,64 ^a	194,56 ^a

Uma dose	116,88 ^a	0,12 ^a	256,59 ^a	192,78 ^a
Duas doses	120,87 ^a	0,21 ^a	251,46 ^a	186,53 ^a
Genótipos				
OSVR15001	127,13 ^a	0,00 ^b	250,34 ^a	184,41 ^b
OSVR15008	127,50 ^a	0,00 ^b	271,05 ^a	186,74 ^b
OSVR15023	110,07 ^b	0,00 ^b	254,39 ^a	192,96 ^b
OSVR15029	105,04 ^b	0,00 ^b	267,60 ^a	202,42 ^a
OSVR15038	110,98 ^b	1,25 ^a	237,13 ^a	184,39 ^b
OSVR15042	126,09 ^a	0,00 ^b	262,60 ^a	202,42 ^a
OSVR15047	132,65 ^a	0,00 ^b	254,75 ^a	189,81 ^b
IAC 203	106,38 ^b	0,00 ^b	254,63 ^a	172,25 ^b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Embora o uso de *A. brasilense* não tenha influenciado os parâmetros avaliados, os genótipos apresentaram diferenças entre si quando comparados. Os genótipos OSVR15001, OSVR15008, OSVR15042 e OSVR15047 apresentaram os melhores resultados para massa hectolétrica quando comparados às demais variedades. Segundo Megda et al. (2009), fatores como o incremento parcial de N e prática de irrigação alteram a massa hectolétrica, afetando principalmente o período de enchimento dos grãos. No entanto, o presente estudo não apresentou interação entre os genótipos e a aplicação de uma ou duas doses de *A. brasilense*, mostrando que esse parâmetro não é afetado pelo uso do inoculante na região testada.

Em relação ao grau de acamamento, apenas o genótipo OSVR15038 apresentou valor significativo (1,25 cm) em relação aos outros genótipos avaliados. Doses excessivas de N em lavouras orizícolas podem proporcionar maior altura de plantas e por consequência maior acamamento de plantas de arroz, além de redução na produtividade e diminuição da massa hectolétrica dos grãos (ARF et al., 2015). Vários fatores podem influenciar o grau de acamamento da planta de arroz principalmente o excesso de N, proporcionando perdas na produtividade e dificuldade na colheita (ALVAREZ et al., 2007; SALES et al., 2021).

O número de colmos por m² dos genótipos testados não apresentaram interação entre os genótipos e os efeitos dos tratamentos utilizando *A. brasilense* tampouco diferença estatística entre os genótipos. Isso se deve ao fato de que a densidade de semeadura foi mantida afim de avaliar a interação

do uso do inoculante nas sementes. Lima et al. (2010) relataram que o número de colmos por m² aumenta a medida em que se eleva a densidade de semeadura.

Os genótipos OSVR15029 e OSVR15042 apresentaram os melhores valores para o parâmetro número de panículas por m² quando comparados aos outros genótipos. O uso de *A. brasilense* pode ou não induzir o aumento das panículas por m². Um estudo conduzido por Sales et al. (2021), mostrou que tanto o uso de inoculante (*A. brasilense*) quanto a adubação química (N) proporcionaram resultados satisfatórios em relação ao aumento desta variável. Variações do número de panículas de 178 a 205 panículas por m² foram reportadas na literatura associado à doses de 0 a 125 kg ha⁻¹ de N (CAZETTA et al., 2008), corroborando com os resultados obtidos no presente trabalho, onde foi possível identificar variações significativas entre os genótipos. Dessa forma, foi possível observar que mesmo não apresentando influência nos parâmetros avaliados, o uso de *A. brasilense* pode ser essencial para o aumento de produtividade devido às características biológicas dos microorganismos diazotróficos.

6 CONCLUSÃO

O uso de *A. brasilense* influenciou em alguns parâmetros avaliados principalmente na variável altura de planta entre os genótipos avaliados. Vale ressaltar que houve variações estatísticas entre os tratamentos. Isso pode ser correlacionado baseado na interação entre o microrganismo (*A. brasilense*) e o genótipo de arroz utilizado no presente estudo. Além disso, algumas variedades de arroz, apesar de não apresentarem interação significativa para determinados parâmetros, mostraram-se diferentes entre si, demonstrando que o genótipo é fundamental para a escolha do plantio principalmente na região Oeste do estado de São Paulo.

REFERÊNCIAS

AGEITEC. **Árvore do conhecimento: arroz**. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000g1wcnzza02wx5ok0ha2lipwbeel46.html>>. Acesso em: 5 out. 2021.

ALVAREZ, R. de C. F.; CRUSCIOL, C. A. C.; TRIVELIN, P. C. O.; RODRIGUES, J. D.; ALVAREZ, A. C. C. Influência do etil-trinexapac no acúmulo, na distribuição de nitrogênio (15N) e na massa de grãos de arroz de terras altas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p. 1487–1496, 2007. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832007000600025&lng=pt&tlng=pt>

ARANTES, J. T. **Como produzir arroz com baixo consumo de água**. 2013. Disponível em: <<https://agencia.fapesp.br/como-produzir-arroz-com-baixo-consumo-de-agua/17238/>>. Acesso em: 6 out. 2021.

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. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542010000400019&lng=pt&tlng=pt>

ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; DE SÁ, M. E.; CRUSCIOL, C. A. C.; PEREIRA, J. C. dos R. Preparo do solo, irrigação por aspersão e rendimento de engenho do arroz de terras altas. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 2, p. 321–326, 2002.

ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; NASCENTE, A. S.; LACERDA, M. C. Espaçamento e adubação nitrogenada afetando o desenvolvimento do arroz de terras altas sob plantio direto. **Revista Ceres**, v. 62, n. 5, p. 475–482, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2015000500475&lng=pt&tlng=pt>

ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E. De; CRUSCIOL, C. A. C. Resposta de cultivares de arroz de sequeiro ao preparo do solo e à irrigação por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 6, p. 871–879, 2001.

ARTIGIANI, A. C. C. A.; CRUSCIOL, C. A. C.; ARF, O.; ALVAREZ, R. de C. F.; NASCENTE, A. S. Produtividade e qualidade industrial do arroz de terras altas em função da disponibilidade hídrica e adubação. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, v. 42, n. 3, p. 340–349, 2012.

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. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542011000300004&lng=pt&tlng=pt>

BARBOSA, A. de M.; PANCIEIRO, L. A.; CATUCHI, T. A.; ARAÚJO, F. F.; TIRITAN, C. S.; SILVA, M. D. A. Respostas de cultivares de arroz a formas de inoculação com *Azospirillum brasilense*. **Acta Iguazu**, v. 5, n. 3, p. 99–110, 2016. a.

BARBOSA, A. M.; PANCIEIRO, L. A.; CATUCHI, T. A.; ARAÚJO, F. F.; TIRITAN, C. S.; SILVA, M. A. Respostas de cultivares de arroz a formas de inoculação com *Azospirillum brasilense*. **Acta Iguazu**, v. 5, n. 3, p. 99–110, 2016. b.

BEUTLER, A. N.; MUNARETO, J. D.; RAMÃO, C. J.; GALON, L.; DIAS, N. P.; POZZEBON, B. C.; RODRIGUES, L. A. T.; MUNARETO, G. S.; GIACOMELI, R.; RAMOS, P. V. Propriedades físicas do solo e produtividade de arroz irrigado em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 5, p. 1601–1607, 2012.

BEVIVINO, A.; PEGGION, V.; CHIARINI, L.; TABACCHIONI, S.; CANTALE, C.; DALMASTRI, C. Effect of *Fusarium verticillioides* on maize-root-associated *Burkholderia cenocepacia* populations. **Research in Microbiology**, v. 156, n. 10, p. 974–983, 2005. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0923250805001464>>

BRAGA, R. P.; BASTOS, R. A.; FREIRE, L. R.; BALDANI, V. L. D. **Altura e perfilhamento de arroz inoculado com bactérias diazotróficas sob adubação com resíduos de agroindústria**, Embrapa, 2014.

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. Disponível em: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292010000100009&lng=en&nrm=iso&tlng=en>

CADORE, R. **Associação entre *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada em híbridos de milho**, 2014.

CAPITANI, D. H. D.; MIRANDA, S. H. G. De; FILHO, J. G. M. Determinantes da demanda brasileira por importação de arroz do Mercosul. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 49, n. 3, p. 545–572, 2011. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032011000300002&lng=pt&tlng=pt>

CARGNIN, A.; SOUZA, M. A. De; PIMENTEL, A. J. B.; FOGAÇA, C. M. Diversidade genética em cultivares de arroz e correlações entre caracteres agronômicos. **Revista Ceres**, v. 57, n. 1, p. 53–59, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2010000100010&lng=pt&tlng=pt>

CAZETTA, D. A.; ARF, O.; BUZETTI, S.; SÁ, M. E. De; RODRIGUES, R. A. F. Desempenho do arroz de terras altas com a aplicação de doses de nitrogênio e em sucessão às culturas de cobertura do solo em sistema de plantio direto. **Bragantia**, v. 67, n. 2, p. 471–479, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052008000200023&lng=pt&tlng=pt>

CHAR, S. N.; LI, R.; YANG, B. CRISPR/Cas9 for mutagenesis in rice. p. 279–293.

COÊLHO, J. D. Arroz: Produção e mercado. **Caderno Setorial ETENE**, v. 156, n. 6, p. 1–7, 2021.

CONAB. **A cultura do arroz**. 2015.

CONAB. **Séries históricas**. 2020.

CONAB. **Perspectivas para a Agropecuária**. Brasília. v. 9 Disponível em: <http://www.bcb.gov.br/pec/appron/apres/apresentacao_relatorio_inflacao_awa_zu_24092015.pdf>

CRUSCIOL, C. A. C.; MACHADO, J. R.; ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F. Produtividade do arroz irrigado por aspersão em função do espaçamento e da densidade de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 6, p. 1093–1100, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2000000600004&lng=pt&tlng=pt>

CRUZ, R. P. Da; MILACH, S. C. K. Melhoramento genético para tolerância ao frio em arroz irrigado. **Ciência Rural**, v. 30, n. 5, p. 909–917, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782000000500031&lng=pt&tlng=pt>

EMBRAPA. **Origem e história do feijoeiro comum e do arroz**, 2000. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164370/1/CNPAF-2000-fd.pdf>>

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. In: 3.ed. ed. Brasília. p. 306.

FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B. Dos; CUTRIM, V. dos A. Produtividade de arroz irrigado e eficiência de uso do nitrogênio influenciadas pela fertilização

nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 7, p. 1029–1034, 2007. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2007000700016&lng=pt&tlng=pt>

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F. Manejo do nitrogênio. In: **Manejo da fertilidade do solo para o arroz irrigado**. Santo Antônio de Goiás. p. 51–94.

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

<<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/8313328/fixacao-biologica-de-nitrogenio-pode-reduzir-as-emissoes-de-gee-na-agricultura>>. Acesso em: 6 out. 2021.

FERREIRA, E. P. de B.; KNUPP, A. M.; MARTIN-DIDONET, C. C. G. Crescimento de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) influenciado pela inoculação com bactérias promotoras de crescimento de plantas. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 3, p. 655–665, 2014.

FIDELIS, R. R.; RODRIGUES, A. M.; SILVA, G. F.; BARROS, H. B.; PINTO, L. C.; AGUIAR, R. W. S. Eficiência do uso de nitrogênio em genótipos de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 1, p. 124–128, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-40632012000100018&lng=pt&tlng=pt>

FINGER, M. I. F.; WAQUIL, P. D. Percepção e medidas de gestão de riscos por produtores de arroz irrigado na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. **Ciencia Rural**, v. 43, n. 5, p. 930–936, 2013.

FREITAS, T. F. S. De; SILVA, P. R. F. Da; STRIEDER, M. L.; SILVA, A. A. Da. Validação de escala de desenvolvimento para cultivares brasileiras de arroz irrigado. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 404–410, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782006000200008&lng=pt&tlng=pt>

FURTADO, R. D.; LUCA, S. J. De. Técnicas de cultivo de arroz irrigado: relação com a qualidade de água, protozoários e diversidade fitoplanctônica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 1, p. 165–172, 2003. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662003000100027&lng=pt&tlng=pt>

GARCIA, N. F. S.; ARF, O.; PORTUGAL, J. R.; PERES, A. R.; RODRIGUES, M.; PENTEADO, M. de S. Doses and application methods of *Azospirillum brasilense* in irrigated upland rice. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 11, p. 990–995, 2016. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662016001100990&lng=en&tlng=en>

GNANAMANICKAM, S. S. Rice and its importance to human life. In: **Biological Control of Rice Diseases**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2009. p. 1–11.

GOES, R. J. **Inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* e doses de N mineral em arroz de terras altas irrigado por aspersão**. 2012. UNESP, 2012.

GUIMARÃES, C. M.; FAGERIA, N. K.; FILHO, M. P. . **Como a planta de arroz se desenvolve**, Embrapa, 2002.

HAN, J.; SUN, L.; DONG, X.; CAI, Z.; SUN, X.; YANG, H.; WANG, Y.; SONG, W. Characterization of a novel plant growth-promoting bacteria strain *Delftia tsuruhatensis* HR4 both as a diazotroph and a potential biocontrol agent against various plant pathogens. **Systematic and Applied Microbiology**, v. 28, n. 1, p. 66–76, 2005. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0723202004000190>>

HEINEMANN, A. B.; STONE, L. F.; FAGERIA, N. K.; CASTRO, L. M. De. Evaluation of physiological traits in upland rice for adaptation to no-tillage system. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 21, n. 2, p. 113–122, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-04202009000200004&lng=en&tlng=en>

HÖFS, A.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A. Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta à qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 1, p. 92–97, 2004. a. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222004000100014&lng=pt&tlng=pt>

HÖFS, A.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A. Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial em arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 2, p. 55–62, 2004. b. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222004000200008&lng=pt&tlng=pt>

HOWARTH, R. Nitrogen. In: **Encyclopedia of Inland Waters**. Elsevier, 2009. p. 57–64.

IBGE. **Em julho, IBGE prevê safra de 256,1 milhões de toneladas para 2021**. 2021. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/31325-em-julho-ibge-preve-safra-de-256-1-milhoes-de-toneladas-para-2021>>. Acesso em: 3 out. 2021.

IRGA. **Instituto Riograndense do Arroz. Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Pelotas.

KARTHIKEYAN, B.; JALEEL, C. A.; GOPI, R.; DEIVEEKASUNDARAM, M. Alterations in seedling vigour and antioxidant enzyme activities in *Catharanthus roseus* under seed priming with native diazotrophs. **Journal of Zhejiang University SCIENCE B**, v. 8, n. 7, p. 453–457, 2007. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1631/jzus.2007.B0453>>

LIMA, E. do V.; CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P. Participação do colmo

principal e dos afilhos na produtividade do arroz irrigado, em função da densidade de semeadura. **Bragantia**, v. 69, n. 2, p. 387–393, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052010000200018&lng=pt&tlng=pt

LIN, H.-C.; FUKUSHIMA, Y. Rice cultivation methods and their sustainability aspects: Organic and conventional rice production in industrialized tropical Monsoon Asia with a dual cropping system. **Sustainability**, v. 8, n. 6, p. 529, 2016. Disponível em: <http://www.mdpi.com/2071-1050/8/6/529>

MARCOLAN, A. L.; RAMALHO, A. R.; TEIXEIRA, C. A. D.; FERNANDES, C. de F.; RAMOS, J. E. de L.; COSTA, J. N. M.; VIEIRA JÚNIOR, J. R.; UTUMI, M. M.; OLIVEIRA, S. J. de M. Sistema de produção de arroz de terras altas. **EMBRAPA - Sistemas de Produção 31**, [s. l.], n. 4, p. 38, 2008.

MARIOT, C. H. P.; SILVA, P. R. F. Da; MENEZES, V. G.; TEICHMANN, L. L. Resposta de duas cultivares de arroz irrigado à densidade de semeadura e à adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 2, p. 233–241, 2003.

MEGDA, M. M.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. M. C.; VIEIRA, M. X. Resposta de cultivares de trigo ao nitrogênio em relação às fontes e épocas de aplicação sob plantio direto e irrigação por aspersão. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 4, p. 1055–1060, 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542009000400016&lng=pt&tlng=pt

NASCIMENTO, V. Do; ARF, O.; SILVA, M. G. Da; BINOTTI, F. F. D. S.; RODRIGUES, R. A. F.; ALVAREZ, R. D. C. F. Uso do regulador de crescimento etil-trinexapac em arroz de terras altas. **Bragantia**, v. 68, n. 4, p. 921–929, 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052009000400012&lng=pt&tlng=pt

PEDROTTI, A.; PAULETTO, E. A.; GOMES, A. da S.; TURATTI, A. L.; CRESTANA, S. Sistemas de cultivo de arroz irrigado e a compactação de um Planossolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 4, p. 709–715, 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2001000400015&lng=pt&tlng=pt

RAIJ, B. Van; ANDRADE, J. C. de.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Chemical analysis to available the fertility of tropical soils**. 2001.

RAMAMOORTHY, K.; NATARAJAN, N.; LAKSHMANAN, A. Seed biofortification with *Azospirillum* spp. for improvement of seedling vigour and productivity in rice (*Oryza sativa* L.). **Seed Science and Technology**, v. 28, p. 809–815, 2000.

RODRÍGUEZ, H.; FRAGA, R. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. **Biotechnology Advances**, v. 17, n. 4–5, p. 319–339, 1999. Disponível em:

<<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0734975099000142>>

SALES, L. Z. de S.; GARCIA, N. F. S.; MARTINS, J. T.; BUZO, F. de S.; GARÉ, L. M.; RODRIGUES, R. A. F.; ARF, O. Inoculação com *Azospirillum brasilense* e redução da adubação nitrogenada em arroz de terras altas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, p. e9110716345, 2021. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/16345>>

SANTOS, A. B. Dos; COSTA, J. D. Comportamento de variedades de arroz de sequeiro em diferentes populações de plantas, com e sem irrigação suplementar. **Scientia Agricola**, v. 52, n. 1, p. 1–8, 1995. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90161995000100002&lng=pt&tlng=pt>

SILVA, E. A. Da; SORATTO, R. P.; ADRIANO, E.; BISCARO, G. A. Avaliação de cultivares de arroz de terras altas sob condições de sequeiro em Cassilândia, MS. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 1, p. 298–304, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542009000100041&lng=pt&tlng=pt>

SILVA JUNIOR, A. C. Da; CARNEIRO, V. Q.; SANTOS, I. G. Dos; ROSADO, R. D. S.; CRUZ, C. D.; SOARES, P. C. Genetic progress over twenty-three years of irrigated rice breeding in southeastern Brazil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 43, p. e45767, 2020. Disponível em: <<http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/45767>>

SIQUEIRA, J. S.; FRANCISQUETI-FERRON, F. V.; GARCIA, J. L.; SILVA, C. C. V. de A.; COSTA, M. R.; NAKANDAKARE-MAIA, E. T.; MORETO, F.; FERREIRA, A. L. A.; MINATEL, I. O.; FERRON, A. J. T.; CORRÊA, C. R. Rice bran modulates renal disease risk factors in animals submitted to high sugar-fat diet. **Brazilian Journal of Nephrology**, v. 43, n. 2, p. 156–164, 2021. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-28002021000200156&tlng=en>

SMIDERLE, O. J.; PEREIRA, P. R. V. da S. Épocas de colheita e qualidade fisiológica das sementes de arroz irrigado cultivar BRS 7 TAIM, em Roraima. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p. 74–80, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222008000100010&lng=pt&tlng=pt>

SONG, S.; TIAN, D.; ZHANG, Z.; HU, S.; YU, J. Rice genomics: over the past two decades and into the future. **Genomics, Proteomics & Bioinformatics**, v. 16, n. 6, p. 397–404, 2018. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1672022919300270>>

STRECK, N. A.; BOSCO, L. C.; MICHELON, S.; ROSA, H. T.; WALTER, L. C.; PAULA, G. M. De; CAMERA, C.; LAGO, I.; MARCOLIN, E. Avaliação da resposta ao fotoperíodo em genótipos de arroz irrigado. **Bragantia**, v. 65, n. 4, p. 533–541, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052006000400001&lng=pt&tlng=pt>

TRAVERSA-TEJERO, I. P.; BORTOLOTTI-CANTARELLI, R. Produção orizícola no município de São Gabriel, RS (Brasil). **Journal of the Selva Andina Biosphere**, v. 8, n. 2, p. 80–91, 2020. Disponível em: <http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-38592020000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=pt>

WALTER, L. C.; STRECK, N. A.; ROSA, H. T.; FERRAZ, S. E. T.; CERA, J. C. Mudanças climáticas e seus efeitos no rendimento de arroz irrigado no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 12, p. 915–924, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2014001200915&lng=pt&tlng=pt>

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. De. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, p. 1184–1192, 2008.