

INTERAÇÃO DO USO DE MICRORGANISMO DE SOLO E ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO ARROZ

César Henrique Alves Seleguim¹; Letícia Caroline Alves do Nascimento¹; Jefferson Anthony Gabriel de Oliveira^{2*}

¹ Graduando em Agronomia, Faculdades Integradas de Três Lagoas – FILT/AEMS; ² Doutor em Agronomia – UNESP, docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

* autor correspondente: jefferson.anthony.agro@gmail.com

RESUMO

O *Oryza sativa* L, popularmente conhecido como arroz, é o carboidrato de alto consumo do ser humano, em que na maioria das vezes, serve como fonte de sustento na alimentação. A produção nacional se aproxima do consumo doméstico. Entretanto, nessa última década, os estoques de passagem do produto sofrem drásticas reduções, devido, principalmente, às mudanças climáticas que afetaram as regiões produtoras de arroz. Os períodos de seca e de excessivas precipitações causaram impedimentos no cultivo do arroz, refletindo em redução de área e perdas significativas na produção. A produção de arroz no Brasil, destaca-se na região sul, mais precisamente no Estado de Santa Catarina. No que tange a questão sustentável e econômica, a prática de rizicultura no cultivo em várzea (em área alagada), é o melhor método tanto para recursos naturais quanto para investimento, tendo em vista que o produtor introduzirá a semente em um ambiente já tomado pela água de um rio, não havendo assim, a necessidade de aquisição de um sistema de irrigação. Diante dos elevados custos dos insumos no mercado e da crescente demanda produtiva, a utilização de microrganismos benéficos as plantas e ao solo é uma promissora alternativa para os agricultores que visam minimizar os custos do cultivo sem agredir ou degradar o meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: cultura; produtividade; sementes.

1 INTRODUÇÃO

É indiscutível que cultura do arroz é consumida em todos os continentes do mundo, sendo de grande importância alimentar e econômica, basicamente, a cultura é consumida por cerca de 2,4 bilhões de pessoas, e estimativas apontam que até 2050, a utilização alimentar dessa cultura dobrará, fazendo-se necessário que produtividades sejam aumentadas, suprindo assim a demanda populacional (EMBRAPA, 2013).

O *Oryza sativa* L, popularmente conhecido como arroz, é o carboidrato de alto consumo do ser humano, em que na maioria das vezes, serve como fonte de sustento na alimentação. Ocupa o terceiro lugar em área colhida

e o valor de produção no Brasil, além de constituir o principal alimento do povo brasileiro. A situação do Brasil é semelhante ao panorama mundial, devido à elevada renda per capita em alguns estados industrializados da federação, permitindo que figure entre os cinquenta países mais “ricos” do mundo (CONAB, 2021).

Sua alta aceitabilidade, fez com que a cultura ganhasse espaço na mesa do consumidor, alavancando o consumo, e potencializando a importância de sua produção, sendo considerado um dos alimentos mais balanceados, fornecendo 20% de energia e 15% de proteína per capita necessárias a uma boa dieta, além de ser a cultura com maior potencial para extinguir a fome mundial (BORÉM; NAKANO,

2015).

Segundo informações do portal de arroz da América Latina (INFOARROZ), em 2019, o Brasil ocupou o oitavo lugar no ranking de produção de arroz (em casca), alcançando cerca de 10,4 milhões de toneladas. Em 2020, as informações apontam que o ranking do Brasil se manteve na mesma posição, entretanto, sua produção foi maior, alcançando 11,5 milhões de toneladas. Estima-se ainda, que o consumo per capita para a safra de 2019, no Brasil, foi de 35,2 kg/habitante/ano. De acordo com CONAB (2020), dentre os estados produtores de arroz do Brasil, destaca-se a região sul, sendo: Rio Grande do Sul com uma produção de 7.866,9 mil toneladas, o equivalente a 70,40% da participação e Santa Catarina com a produção de 1.211,80 mil toneladas, o equivalente a 10,80% da participação, perfazendo um total de 9.078,70 toneladas e, o equivalente a 81,20% da produção nacional.

De acordo com a Companhia Nacional de abastecimento (CONAB), a safra nacional de arroz no Brasil iniciada em setembro de 2019 e finalizada em setembro de 2020, teve um bom desempenho, com a produção de 11,2 milhões de toneladas, o equivalente a um aumento de 6,7% em relação ao ciclo anterior e, com alta de 19,2% no ano segundo a inflação. Em virtude da pandemia ocasionada pelo coronavírus, as exportações ficaram aquecidas e a forte demanda do mercado brasileiro fez os preços dispararem, onde foi necessário que o atual governo zerasse as taxas de importação de 400 mil toneladas do alimento para os países do Mercosul até o final de 2020 (CONAB, 2021).

Para Guilherme Bastos, o atual presidente da CONAB (2020), a tendência do mercado brasileiro de arroz é alta devido uma série de fatores, como: baixo estoque de passagem; oferta e demanda interna ajustadas; projeção

de aumento da demanda mundial; produção mundial abaixo da média histórica; desvalorização do real e preço internacional em alta, em contrapartida, o endividamento dos agricultores e a concorrência do arroz merco sulino são aspectos negativos (CONAB, 2021).

Como forma de diminuir os custos de produção citados e as dificuldades enfrentadas pelos agricultores brasileiros, a busca de metodologias mais sustentáveis de nutrição da cultura tem ganhado peso significativo nos últimos anos, como o uso de organismos fixadores de nitrogênio, que promovem a redução do nitrogênio atmosférico à amônia, através da quebra da ligação tripla do N pela enzima nitrogenase, com alto consumo de energia na forma de ATP, podendo ocorrer à temperatura ambiente e pressão adequada (REIS et al., 2006), estando nessa forma, prontamente disponível para absorção das plantas.

A utilização de microrganismos no processo produtivo da cultura do arroz, pode ainda trazer uma série de benefícios, a planta e ao solo. Essas características são amplamente estudadas, sendo que muitos detalhes que regem estes tipos de simbioses são descritos na literatura (CHAGNON et al., 2013).

O objetivo deste artigo é correlacionar a influência e importância do uso de microrganismo relacionados a adubação para a cultura do arroz, através da fundamentação teórica e metodológica, que tem como base, pesquisas em livros técnicos, artigos científicos e sites eletrônicos, para que se possa fornecer argumentos possíveis para uma interpretação que esclareça fatos já visto, com o objetivo de agregar conhecimento de forma qualitativa e descritiva.

Foram realizadas pesquisas sobre o tema, uso de microrganismo de solo e adubação nitrogenada com ênfase na cultura do arroz, em sites de pesquisa com objetivo acadêmico,

artigos de centro acadêmicos de importância e segurança informacional, além de livros científicos de importantes autores.

2 RIZICULTURA: Desafios da sustentabilidade da produção

A rizicultura define-se como a agricultura do arroz, advindo de uma cultura asiática. No cenário mundial o Brasil se destaca por ser o único país onde o arroz de terras altas tem participação importante na produção e abastecimento interno deste produto. No final da década de 1980 o arroz de terras altas ocupava 80% da área e respondia por mais da metade da produção nacional de arroz (WANDER, 2010).

A produção nacional se aproxima do consumo doméstico. Entretanto, nessa última década, os estoques de passagem do produto sofrem drásticas reduções, devido, principalmente, às mudanças climáticas que afetaram as regiões produtoras de arroz. Os períodos de seca e de excessivas precipitações causaram impedimentos no cultivo do arroz, refletindo em redução de área e perdas significativas na produção. Conforme relatado no item anterior do presente artigo, a produção de arroz no Brasil, destaca-se na região sul, mais precisamente no Estado de Santa Catarina (CONAB, 2020)

De acordo com Wander (2010), no período de 1988 a 2008, o equivalente a 20 anos, o arroz de terras altas teve sua área de plantio reduzida em 70%, sua produção diminuiu 55%, porém sua produtividade cresceu 49%.

Segundo Franzin (2006), a prática do cultivo do arroz irrigado catarinense é feita exclusivamente com o sistema pré-germinado de cultivares, a técnica antecipa o processo de germinação e proporciona melhor uniformidade no plantio da cultura de arroz, além de diminuir a ocorrência arroz vermelho e do consumo de água ao longo do seu

ciclo.

O arroz é cultivado em duas áreas distintas, sendo o arroz de sequeiro e o arroz de várzea (em área alagada), onde neste caso, é possível esse tipo de cultivo pelo fato de o arroz ser uma gramínea adaptada à ambientes aquáticos, essa adaptação é possível devido a um tecido presente no colmo da planta, denominada aerênquima, possibilitando a passagem do oxigênio do ar para a camada da rizosfera, para o sistema radicular (WANDER, 2010).

Segundo SOSBAI (2018), o Brasil destaca-se o cultivo de arroz em áreas de várzeas, delimitando-se em duas maneiras: cultivo em várzea alagada, comum em pequenas propriedades, onde o agricultor introduz a semente diretamente em um ambiente já tomado pela água de um rio, o segundo segmento de produção é aquele que acontece em áreas de várzeas com o sistema irrigado, ou seja, constituições de canais – conhecidos como “banhos”, onde os grãos são introduzidos no solo ainda seco e, somente a partir do momento da brota do arroz, é que haverá a introdução da água.

De acordo com Rosso (2007), a utilização pela água da cultura do arroz, considerando um ciclo de irrigação de 80 a 100 dias, será necessário em média de 8 a 10 mil m³/ha (vazão de 1,0 a 1,4 L/s. ha).

3 ADUBAÇÃO E NUTRIÇÃO DA CULTURA DO ARROZ

O sucesso da boa produtividade depende não somente do manejo adotado para a cultura, mas também dos aspectos nutricionais das plantas, a rizicultura não é diferente, cada nutriente representa um papel fundamental no desenvolvimento das plantas e na produtividade da lavoura. Alguns nutrientes são mais absorvidos que outros, tendo a planta uma exigência maior em determinados nutrientes que em outros

(LOPES et al., 2004).

3.1 Adubação nitrogenada

Na rizicultura, muitas vezes a deficiência de nitrogênio, é o que limita a produtividade do arroz irrigado, como medida preventiva a recomendação da adubação nitrogenada, pode resolver o problema.

O nitrogênio (N) é considerado o nutriente mais limitante na produção de massa e desenvolvimento da cultura do arroz, por ser muito móvel, é facilmente perdido por lixiviação, volatilização e desnitrificação no solo, portanto, sua eficiência pelo aproveitamento pelas plantas é pouco, cerca de 50% a 60% (Lopes et al. 2004). É um dos nutrientes que mais limitam a produtividade do arroz. É responsável pelo aumento da área foliar da planta, aumentando, assim, a eficiência de interceptação da radiação solar e a taxa fotossintética, refletindo positivamente na produtividade do arroz (FAGERIA; BALIGAR; JONES, 1997).

De acordo com Sims et al. (1998), a utilização do N pode causar contaminações ao meio ambiente, primeiramente por apresentar elevado custo energético no processo de produção do insumo, e por conter forte potencial de contaminação de águas subterrâneas superficiais por nitrato, em função das perdas por erosão, lixiviação e/ou volatilização.

Para que seja realizado a adubação nitrogenada, é necessário a análise continua do ponto ideal da lavoura, onde a planta vai absorver o máximo desses nutrientes, sendo possível realizar a análise desse “ponto” da seguinte forma: análise do desenvolvimento das espiguetas do arroz, a grosso modo “as flores do arroz”, na qual essas espiguetas, definirão um número importante, que é a quantidade de grãos por panícula, sendo esse processo de análise de suma importância, pois é considerado o processo de maior

impacto na produtividade da cultura. O tempo propício para realizar a análise é no estágio de iniciação da panícula, pois após este estágio, o produtor terá de 5-7 dias para realização da adubação nitrogenada (LOPES et al., 2004).

3.2 Adubação fosfatada

O fósforo (P) é, depois do N, o nutriente mais limitante nos solos para a produção de arroz irrigado na região tropical. Em solos deficientes em P, observa-se menor número de perfilho e de panículas por planta e, conseqüentemente, baixa produtividade de grãos de arroz (EMBRAPA, 2002).

A adubação fosfatada para a cultura do arroz, divide-se em dois tipos, sendo: a *adubação corretiva*, que deve ser realizada antes de iniciar o projeto de plantio, ou seja, processo da movimentação do fósforo no solo, chamado de dreno-solo, definido como a necessidade que o solo tem de adsorver o fósforo existente na área, em síntese: o solo tem uma necessidade de fósforo e a planta objeto de plantio, possui outra necessidade, onde a necessidade a ser suprida primeiro, é a do solo. Para a adubação corretiva, é necessário analisar as características e condições do solo, onde, para solos arenosos utiliza-se 120 kg de fósforo por hectare, para solos médias utiliza-se 150 kg de fósforo por hectare e por fim, para solos argilosos utiliza-se 240 kg de fósforo por hectare (SANTI; BOGUSZ; FRANCE, 2013).

Para a escolha da aplicação da adubagem, existem períodos a serem considerados, no caso de o adubo ser aplicado uma única vez, recomenda-se a aplicação da solubilização ou termofosfatos magnesianos, caso a adubagem seja realizada em até três anos, recomenda-se os adubos fosfatados solúveis, tais como: MAP, DAP e S.S (EMBRAPA, 2002).

E por fim, existe o segundo tipo de adubação de manutenção, sendo esta

realizada para a adubação do plantio. Inicialmente, realiza-se a caracterização do solo, caso a análise seja delimitada como baixa, recomenda-se que seja utilizada 75 kg de fósforo por hectare, caso esteja média, recomenda-se que seja utilizada 50 kg de fósforo por hectare e por fim, caso esteja alta, recomenda-se que seja utilizada 25 kg de fósforo por hectare (EMBRAPA, 2002).

3.3 Adubação potássica

Apesar de o potássio (K) ser o nutriente mais absorvido pela planta de arroz, não se tem verificado resposta à aplicação desse nutriente com tanta frequência como para o N e o P. As razões para que isso ocorra são o aumento natural da disponibilidade de K, devido ao deslocamento desse elemento do complexo de troca para a solução do solo, pelos íons Fe^{+2} , NH_4^+ e Mn^{+2} , e o fato de que 80-90% do potássio absorvido são acumulados na palha, que acaba retornando ao solo por meio da incorporação dos restos culturais. Há situações, entretanto, em que se pode observar uma redução no teor de K disponível, como no caso de solos com baixa capacidade de suprimento ou de baixa capacidade de troca catiônica (CTC), após alguns cultivos de altas produtividades. Com isso, as reservas de K do solo podem não ser suficientes para manter, por muito tempo, altas produtividades. Nessas condições, o K deve ser repostado ao solo por meio de adubações equilibradas (EMBRAPA, 2002).

Para a cultura do arroz, é necessário levar alguns pontos em consideração antes da definição da adubação potássica, tais como, o plantio, se o solo a qual pretende-se produzir é um solo arenoso, a adubação potássica poderá ocorrer em conjunto com o nitrogênio e fósforo de uma única vez (EMBRAPA, 2002).

A aplicação poderá ser realizada nos sulcos, em até 5 cm da semente

aproximadamente e ou a aplicação a lanço, para haver uma quantidade maior de adubação. Outro fator importante, é a utilização do enxofre e zinco, que são nutrientes extremamente necessários para a cultura do arroz, principalmente para o desenvolvimento inicial (EMBRAPA, 2007).

3.4 Adubação de micronutrientes

A escolha da fonte depende de como o micronutriente vai ser aplicado, se no solo ou via foliar, e, sobretudo, da concentração do elemento e solubilidade do produto. As fontes inorgânicas são geralmente mais usadas, tanto para aplicação foliar, como no solo, por serem mais baratas e facilmente encontradas no mercado. Os quelatos são mais eficientes do que as fontes inorgânicas, mas, devido ao seu alto custo, não são comumente usados (EMBRAPA, 2002).

Dentre as várias formas de se reduzir os gastos na produção de lavoura, destaca-se a redução ou em alguns casos, substituição dos adubos químicos por uso de bactérias com potencial de fixação e ou de melhora nas condições do solo no meio em que a planta está inserida.

Segundo Gray e Smith (2005), no solo existem um grande número de bactérias na região rizosférica das plantas, aproximadamente 7-15% da superfície total das raízes é ocupada pelas células bacterianas. Existem resultados positivos com a utilização de microrganismos como substitutos e ou complementos de produtos agropecuários à base de N, como exemplo, podem ser citados os gêneros: *Azotobacter*, *Clostridium*, *Azospirillum*, *Herbaspirillum*, *Burkholderia*. Além da utilização do gênero *Rhizobium* como biofertilizante ou suplementação nitrogenada (CHOUDHURY; KENNEDY, 2004).

A interação de bactérias diazotróficas com culturas variadas a nível mundial, além de reduzir o custo de produção, conseqüentemente, melhora a preservação dos recursos ambientais

(BALDANI et al., 2002).

Os microrganismos que realizam a fixação biológica de nitrogênio, possuem diversidades muito variadas como: morfologia, fisiologia, genética, bioquímica e filogenética. Essas variações garantem a resposta positiva a FBN nos ecossistemas, e proporciona a ocorrência do processo nos mais diferentes habitats terrestres (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Trabalhos conduzidos pelo EMBRAPA, demonstraram vários aspectos positivos a aplicação de *Azospirillum* na cultura do milho, dentre eles foram observados maior produção de raízes, maior altura de plantas e coloração mais verde devido ao maior teor de clorofila nas plantas (HUNGRIA, 2011).

Segundo Kluthcouski et al. (2000), grande parte da causa dos insucessos em rizicultura no sistema de plantio direto, é a redução do enraizamento causado pela compactação do solo. Diante dessa realidade, o manejo de solo em plantio direto com palhada, associados ao uso de microrganismos benéficos as plantas, torna-se um método indispensável afim de garantir boa produtividade e manter as características desejáveis ao solo.

Ocorre grande interação entre bactérias diazotróficas associativas e cereais de grande importância econômica e agrícola. Podem estabelecer associações endofíticas, ou seja, além da fixação de nitrogênio, ocupam espaços internos das plantas, proporcionando condições apropriadas para proteger o complexo de nitrogenase à exposição ao oxigênio (SANTI; BOGUSZ; FRANCE, 2013).

O processo de colonização por bactérias endofítica, ocorre na rizosfera ou na superfície da planta, iniciando com o deslocamento dos microrganismos para o sistema radicular, passando pela adesão e distribuição ao longo das raízes, permitindo a sobrevivência e o crescimento da população (GIRI;

DUDEJA, 2013).

Hallmann et al. (1997) sugeriram que de forma evolutiva as bactérias endofíticas são intermediárias entre as bactérias saprófitas e patogênicas, afirmando que as endofíticas são mais evoluídas que as patogênicas por terem a capacidade de se nutrirem do hospedeiro sem matá-lo.

Neue (1993) afirma que as bactérias metanotróficas, que são as capazes de utilizar o gás metano com fonte de carbono e energia, oxidam mais da metade do metano produzido na Terra. Os mesmos autores ainda afirmaram que as bactérias metanotróficas estão presentes no solo, e são responsáveis pela oxidação de 10-50% do metano produzido nas lavouras de *Oryza sativa*. O metano produzido nas lavouras de arroz inundado, são o resultado final da decomposição anaeróbica de compostos orgânicos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a evolução das técnicas agrícolas percebidas ao longo das duas últimas décadas, torna-se evidente que o uso da tecnologia em favor da rizicultura tem favorecido os agricultores em diversos sentidos, tais quais os apontados neste artigo.

No que tange a questão sustentável e econômica, a prática de rizicultura no cultivo em várzea (em área alagada), é o método que alcança um maior potencial produtivo da cultura do arroz, tendo em vista que o produtor introduzirá a semente em um ambiente já tomado pela água de um rio, não havendo assim, a necessidade de aquisição de um sistema de irrigação.

Diante dos elevados custos dos insumos no mercado e da crescente demanda produtiva, a utilização de microrganismos benéficos as plantas e ao solo é uma promissora alternativa para os agricultores que visam minimizar os custos do cultivo sem agredir ou degradar o

meio ambiente, proporcionando ganhos consideráveis em produtividade, além de outras vantagens como menor necessidade de adubação química quando em um solo bem estruturado.

REFERÊNCIAS

BALDANI, J. I. et al. Potencial biotecnológico de bactérias diazotróficas associativas e endofíticas. *Biotecnologia: avanços na agricultura e na agroindústria*. EDUCS, Caxias do Sul-RS. 433p., 2002.

BORÉM, A.; NAKANO, P. H. Arroz: do plantio à colheita. Viçosa, MG: Editora UFV; 242 p., 2015.

CHAGNON P. L. et al. Uma estrutura baseada em traço para entender a história de vida de fungos micorrízicos. v. 18, n. 9, p. 484-491, 2013.

CHOUDHURY, A. T. M. A.; KENNEDY, I. R. Prospects and potentials for systems of biological nitrogen fixation in sustainable rice production. *Biology and Fertility of Soils*, New York, v. 39, n. 4, p. 219-227, 2004.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento; Acompanhamento da safra brasileira, décimo Segundo levantamento, v. 7, n. 12, p.1-33, 2020.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento; Análise mensal de arroz (maio – junho 2020). Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-arroz>>. Acesso: 28 dez. 2020.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento; AgroConab Mensal. (fev.-mar., 2021). Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 28 dez. 2020.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Adubação e correção do solo: Procedimentos a serem adotados em função dos resultados da análise do solo. 2002.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Catálogo de Cultivares de Arroz. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. 11 p., 2013.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Informações técnicas sobre o arroz de terras altas: Estados de Mato Grosso e Rondônia safra 2007/2008. Santo Antônio de Goiás/GO. Embrapa Arroz e Feijão. 84 p., 2007.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C. A. Growth and mineral nutrition of field crops. 2nd. ed. New York: Maree Dekker, 624 p., 1997.

FRANZIN, S. M. Pré germinação em sementes de arroz. Santa Maria/RS, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); 122 p., 2006.

GIRI, R.; DUDEJA, S. S. Root colonization of root and nodule endophytic bacteria in legume and non legume plants grown in liquid medium. *Journal of Microbiology Research and reviews*, v. 1, n. 6, p. 75-78, 2013.

GRAY, E. J.; SMITH, D. L. Intracellular and extracellular PGPR: Commonalities and distinctions in the plant-bacterium signaling processes. *Soil Biology And Biochemistry*, Oxford, v. 37, p. 395-412, 2005.

HALLMANN, J. et al. Bacterial endophytes in agricultural crops. *Canadian Journal of Microbiology*, v. 43, p. 895-914, 1997.

HUNGRIA, M. et al. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. *Plant and Soil*, v. 331, n. 1-2, p.413-425, 2011.

INFOARROZ - Observatório de Estatísticas Internacionais del Arroz (OSIRIZ™) © 2007-2020 OSIRIZ; Disponível em: <<http://www.infoarroz.org/portal/pt/content.php?section=15>>. Acesso em: 03 abr. 2021.

KLUTHCOUSKI, J. et al. Sistema Santa Fé - Tecnologia Embrapa: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional. Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 38. Santo Antônio de Goiás; 28 p. Embrapa Arroz e Feijão, 2000.

LOPES, A. S. et al. Sistema plantio direto: bases para o manejo da fertilidade do solo. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2004.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e bioquímica do solo. Lavras: UFLA, 2006.

NEUE, H. U. Methane emission from rice fields. *Bioscience*, Washington, v. 43, n. 7, p. 466-474, 1993.

REIS, V. M. et al. Fixação biológica de nitrogênio simbiótica e associativa. In: FERNANDES, M.S. (ed.) *Nutrição Mineral de Plantas*. SBCS, Viçosa, p. 154-194, 2006.

REIS, M. S.; SOARES, A. A.; GUIMARÃES, C. M. Plantio direto em arroz. *Arroz: Avanços Tecnológicos. Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 25, n. 222, p. 49-57, 2004.

ROSSO, J. C. Avaliação do consumo de água em lavouras de arroz irrigado no sistema pré-germinado nas condições climáticas do Sul Catarinense. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2007.

SANTI, C.; BOGUSZ, D.; FRANCHE, C. Biological nitrogen fixation in non-legume plants. *Annals of Botany*, v. 111, p.743-767, 2013.

SIMS, A. L. et al. Irrigated corn yield and nitrogen accumulation response in a comparison of no-till and conventional till: tillage and surface-residue variables. *Agronomy Journal*; 1998.

SOSBAI – Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. Recomendações técnicas de pesquisa para o Sul do Brasil/32. Reunião Técnica da Cultura do Arroz; 205 p., 2018.

WANDER, A.E. Arroz em terras altas e reduzido. *A Granja*, Porto Alegre, v. 66, n. 735, p. 30-33, 2010. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/661650>>. Acesso em: 28 dez. 2020.