

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento

MARCIO PRESUMIDO JUNIOR

**SISTEMAS FUZZY PARA A ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE NO
PLANTIO DO ARROZ**

TUPÃ – SP

2022

MARCIO PRESUMIDO JUNIOR

**SISTEMAS FUZZY PARA A ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE NO
PLANTIO DO ARROZ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Tupã, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Agronegócio e Desenvolvimento.

Área de concentração: Agronegócio e Desenvolvimento

Linha de pesquisa: Desenvolvimento e Meio Ambiente

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Cristina de Oliveira

TUPÃ – SP

2022

Sistemas fuzzy para a estimativa da produtividade no plantio do arroz.

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Biblioteca e Documentação da FCE – Unesp, Câmpus Tupã:

P942s Presumido Junior, Marcio.
Sistemas fuzzy para a estimativa da produtividade no plantio do arroz. / Marcio Presumido Junior. – Tupã: [s.n.], 2022.
57 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agronegócio e Desenvolvimento) –Universidade Estadual Paulista UNESP – Faculdade de Ciências e Engenharia, 2022.

Orientadora: Sandra Cristina de Oliveira

1. Oryza sativa L. 2. Agronegócio. 3. Sistema de Inferência. 4. Lógica Fuzzy. I. Título. II. Autor.

Fonte: Eliana Kátia Pupim, bibliotecária CRB 8 – 6202. Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Tupã



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: SISTEMAS FUZZY PARA A ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO ARROZ

AUTOR: MÁRCIO PRESUMIDO JÚNIOR

ORIENTADORA: SANDRA CRISTINA DE OLIVEIRA

COORDENADORA: CAMILA PIRES CREMASCO GABRIEL

COORDENADOR: LUÍS ROBERTO ALMEIDA GABRIEL FILHO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências (Área: Agronegócio e Desenvolvimento), pela Comissão Examinadora:

Documento assinado digitalmente
gov.br SANDRA CRISTINA DE OLIVEIRA
Data: 19/05/2023 10:04:54-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof.ª Dr.ª SANDRA CRISTINA DE OLIVEIRA (Participação Virtual)
Departamento de Gestão, Desenvolvimento e Tecnologia / Faculdade de Ciências e Engenharia - FCE - UNESP - Tupã/SP

Prof. Dr. MARIO MOLLO NETO (Participação Virtual)
Departamento de Engenharia de Biosistemas / Faculdade de Ciências e Engenharia - FCE - UNESP - Tupã/SP

Documento assinado digitalmente
gov.br MARIO MOLLO NETO
Data: 25/05/2023 10:22:41-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. DANIEL DOS SANTOS VIAIS NETO (Participação Virtual)
Coordenadoria do Curso de Tecnologia em Agronegócio / Faculdade de Tecnologia - FATEC - Presidente Prudente/SP

Documento assinado digitalmente
gov.br DANIEL DOS SANTOS VIAIS NETO
Data: 19/05/2023 16:15:31-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Tupã, 13 de outubro de 2022

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por me dar a oportunidade de viver todos os momentos que passei dentro da Unesp. Sei que tive grandes desafios e mesmo com tanta dificuldade ele nunca me deixou na mão.

Agradeço aos meus pais Márcio e Ana por me fazerem o homem que me tornei e por todo o apoio e carinho que tiveram por mim durante esse longo período, não seria tão especial se não fosse com vocês.

Não posso deixar de agradecer a meu irmão Pedro e a minha cunhada Larissa por todos os ensinamentos que me passaram e por sempre querer o meu melhor.

Agradeço também a minha esposa Nathalia, que me deu o suporte em todos os momentos de dificuldades e nunca me deixou desistir ou abaixar a cabeça, me ensinando a lutar em todos os momentos.

Não poderia esquecer de agradecer a minha orientadora Sandra por todos os ensinamentos e paciência ao longo desses anos, tive a honra de te ter como orientadora e amiga.

Por fim, mas não menos importante agradeço as minhas amigas Patrícia e Evellyng, por estarem comigo nessa caminhada e que agradeço a paciência e companheirismo durante todo esse tempo

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

PRESUMIDO JUNIOR, Marcio. SISTEMAS FUZZY PARA A ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE NO PLANTIO DO ARROZ. 2022. 57f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio e Desenvolvimento) - Faculdade de Ciências e Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Tupã, 2022.

RESUMO

O arroz irrigado (*Oryza sativa L.*) é a principal fonte alimentar e energética para mais da metade da população mundial e desempenha papel estratégico em níveis econômicos e sociais. É o segundo cereal mais produzido no mundo com 758,8 milhões de toneladas colhidas, instaladas em 162,6 milhões de hectares. No Brasil, destacam-se duas técnicas de cultivares de arroz: o sistema irrigado que demanda manejo, preparo do solo, adubação, sementes e alto custo de investimento no preparo da terra e insumos e, o sistema sequeiro, que necessita de poucos insumos constituindo baixo custo de investimento inicial. Este estudo apresentou como objetivo geral o desenvolvimento de uma ferramenta que permite a rápida avaliação de produtividade da cultura do arroz. A ferramenta foi desenvolvida apoiada na Lógica *Fuzzy* (ou Lógica Difusa), com um sistema baseado em regras. O presente estudo é composto por duas partes: uma revisão bibliográfica e um estudo de campo, por meio da aplicação de questionários e do uso da modelagem baseada em lógica *fuzzy*. Como objetivos específicos, o referido estudo apresentou um panorama geral sobre os sistemas de preparo do solo e de plantio do arroz no Brasil; desenvolveu sistemas *fuzzy* para estimar a produtividade do arroz com base na produtividade de grãos e estimar a produtividade do arroz com base na altura de plantas; espiguetas férteis por panícula; espiguetas estéreis por panícula; colmos e panículas m^2 ; perfilhamento útil e massa de 100 grãos. Como principal resultado, observa-se que os sistemas *fuzzy* conseguiram definir a produtividade do arroz em diferentes dosagens, e ainda que cada fertilizante tenha suas qualidades em diferentes dosagens. Sendo assim, o conhecimento do produtor atinge diretamente nos seus resultados de sua cultura.

Palavras-chave: *Oryza sativa L.* Agronegócio. Sistema de Inferência.

ABSTRACT

Irrigated rice (*Oryza sativa* L.) is the main source of food and energy for more than half of the world's population and plays a strategic role in economic and social levels. It is the second most produced cereal in the world with 758.8 million tons harvested on 162.6 million hectares. In Brazil, there are two techniques of rice cultivars: the irrigated system, which requires management, soil preparation, fertilization, seeds, and high cost of investment in land preparation and inputs, and the rainfed system, which requires few inputs constituting a low cost of initial investment. The general objective of this study was to develop a tool that allows a quick assessment of the rice crop productivity. The tool was developed based on Fuzzy Logic, with a rule-based system. This study consists of two parts: a literature review and a field study, through the application of questionnaires and the use of fuzzy logic-based modeling. As specific objectives, this study presented an overview of the systems of soil preparation and planting of rice in Brazil; developed fuzzy systems to estimate the productivity of rice based on grain yield and estimate the productivity of rice based on plant height; fertile spikelets per panicle; sterile spikelets per panicle; stalks and panicles m²; useful tillering and mass of 100 grains. As a main result, it is observed that the fuzzy systems were able to define the rice yield at different dosages, and also that each fertilizer has its qualities at different dosages. Thus, the producer's knowledge directly affects the results of his crop.

Keywords: *Oryza sativa* L. Agribusiness. Inference System.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO GERAL	9
1.1 INTRODUÇÃO.....	9
1.2 JUSTIFICATIVA.....	11
1.3 OBJETIVOS.....	12
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	12
CAPÍTULO 2 - UM PANORAMA GERAL SOBRE OS SISTEMAS DE PREPARO DE SOLO E DE PLANTIO DO ARROZ NO BRASIL	14
2.1 INTRODUÇÃO.....	14
2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	16
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
CAPÍTULO 3 - ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE ARROZ EM FUNÇÃO DO USO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS UTILIZANDO SISTEMAS FUZZY	25
3.1 INTRODUÇÃO.....	25
3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	28
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
CAPÍTULO 4 - ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE ARROZ EM FUNÇÃO DO USO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS UTILIZANDO SISTEMAS FUZZY	36
4.1 INTRODUÇÃO.....	36
4.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	38
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
REFERÊNCIAS	50

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO GERAL

1.1 INTRODUÇÃO

O arroz irrigado (*Oryza sativa L.*) é a principal fonte alimentar e energética para mais da metade da população mundial e desempenha papel estratégico em níveis econômicos e sociais. É o segundo cereal mais cultivado, ocupando uma área de quase 163 milhões de hectares, podendo ser cultivado sob diversos sistemas e em diversos ecossistemas, com destaque para os de várzea e de terras altas (COELHO, 2021).

O arroz é um cereal produzido e consumido em todo o mundo, principalmente em países subdesenvolvidos, devido ao seu valor nutritivo e custos baixos, sendo que no Brasil, junto com o feijão, forma o principal alimento da população (MARION FILHO; EINLOFT, 2008).

O arroz é cultivado em todos os continentes, no qual a safra 2020/2021 se destacou em primeiro lugar o continente Asiático, com uma produção equivalente a 89,9% da produção mundial de arroz, vindo, em seguida, o continente Americano, com 5,0%, o Africano, com 4,2%, o Europeu, com 0,5 %, e a Oceania, com 0,1%. Na Oceania, destaca-se a Austrália, que sozinha produz 635,1 mil toneladas. Nas Américas, o arroz apresenta grande importância social e econômica. O Brasil situa-se em nono lugar, com uma produção correspondente a 1,5% da mundial (SILVA; WANDER; FERREIRA, 2021).

Na Ásia, estão os nove maiores produtores mundiais de arroz. Em primeiro lugar está a China, seguida por Índia (214 milhões de toneladas), Indonésia (173 milhões de toneladas), Bangladesh (83 milhões de toneladas), Vietnã (56 milhões de toneladas), Tailândia (44 milhões de toneladas), Myanmar (32 milhões de toneladas) e Filipinas (19 milhões de toneladas). A China contribui com uma produção equivalente a 27% da mundial e 30% da asiática, seguida pela Índia com 22% e 25%, respectivamente (SILVA; WANDER; FERREIRA, 2021, p.02).

No Brasil, a safra 2020/2021 de arroz apresentou número positivo, com a produção de 11,75 milhões de toneladas, 5% superior ao volume produzido na safra de 2019/2020. Desse total, 10,8 milhões de toneladas foram cultivadas com irrigado e 921 mil toneladas em áreas de plantio de sequeiro (CONAB, 2021a).

Dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2021) apontam que o estado do Rio Grande do Sul abastece 70,7% do arroz consumido no Brasil. Encontra-se ainda, em pequenas proporções, alguma produção em outros estados como Santa

Catarina, Tocantins e Mato Grosso. Atualmente o Maranhão tem pouca relevância na produção (Tabela 1).

Tabela 1 – Safra de arroz nos principais estados produtores nos anos de 2020/2021.

Arroz	Ano Safra 2020/2021 (em mil toneladas)	%
Produção Nacional	11.615,5	100
Principais estados produtores		
Rio Grande do Sul - RS	8.207,5	70,7
Santa Catarina - SC	1.181,4	10,2
Tocantins - TO	703,8	6,1
Mato Grosso - MT	420,3	3,6
Maranhão - MA	172,4	1,5
Total	10.685,4	92,0

Fonte: Conab (2021b).

Segundo dados do Comex Stat, um sistema para consultas e extração de dados do comércio exterior brasileiro do Ministério da Economia (CONAB, 2022), a balança comercial do país encerrou o ano de 2021 com um superávit de 149 mil toneladas de arroz. Sobre as exportações, “o país comercializou 1.153 mil toneladas, sendo os principais destinos: Venezuela (16%), Países Baixos (12%), Senegal (11%), Peru (10%), Gâmbia (10%), Costa Rica (10%) e Cuba (7%). Ou seja, nota-se uma pauta exportadora bem diversificada” (CONAB, 2022, p. 01). De acordo com a mesma fonte, em termos de importações, o “Brasil importou 1.004 mil toneladas, sendo o arroz paraguaio responsável por 66% do volume total, seguido do Uruguai com 15% e da Argentina com 8%” (CONAB, 2022, p. 01).

Para o ano de 2022, a CONAB trabalha com um cenário de expansão do superávit do setor para 400 mil toneladas, sendo as exportações estimadas em 1,4 milhões de toneladas e as importações estimadas em 1.0 milhão de toneladas (CONAB, 2022). Essa projeção é baseada na expectativa de maior competitividade do grão nacional no mercado internacional em 2022. O arroz, tem como expectativa para 2021/2022 é de um pequeno aumento de produção (+0,4%) em relação à safra 2020/2021, com projeção aproximada de 11,8 milhões de t. Já a produtividade deve ser reduzida em 0,9%, resultado considerado normal devido a alta produtividade da última safra (CONAB, 2021b).

No Brasil, destacam-se duas técnicas de cultivares de arroz: o sistema irrigado que demanda manejo, preparo do solo, adubação, sementes, entre outros, apresentando alto custo de investimento no preparo da terra e insumos e, o sistema sequeiro, que necessita de poucos insumos, constituindo baixo custo de investimento inicial (COLOMBO; JÚNIOR, 2015).

Para a área plantada, a projeção é de leve crescimento, de 1,4%. Esse crescimento está concentrado no Rio Grande do Sul, que deve crescer 2,4%, 1% a mais que a média nacional. No entanto, apesar de os preços estarem rentáveis, os custos de produção apresentaram elevação. A projeção para cotação de entrada da safra é de R\$ 72,53 por saca (FANTIN, 2021).

1.2 JUSTIFICATIVA

Por ser uma cultura que apresenta grande adaptabilidade às mais variadas condições de solo e clima, o arroz possui grande potencial de aumento de produtividade. Dentre os fatores a serem aperfeiçoados, para aumentar a produtividade da cultura, estão o preparo do solo e o sistema de plantio. Espera-se que quaisquer modificações nesses fatores produzam efeitos na produtividade e, conseqüentemente, na lucratividade da cultura do arroz.

A utilização de cultivares de arroz de alto potencial produtivo de grãos e a adubação nitrogenada são essenciais para a obtenção de altas produtividades, porém esta última requer cuidados em seu manuseio, tanto no que concerne à época de aplicação quanto às doses aplicadas. Pequenas doses limitam a produtividade e altas doses podem levar ao acamamento, dificultando assim a colheita e resultando em queda de produtividade (SCIVITTARO et al., 2018).

Por outro lado, no desenvolvimento da cultura do arroz, a adubação nitrogenada se faz necessária devido à insuficiente quantidade que o solo fornece para o adequado crescimento das plantas, uma vez que, entre os nutrientes que mais influenciam o seu rendimento, o nitrogênio (N) é um dos mais absorvidos durante o ciclo de desenvolvimento das plantas (SILVA et al., 2016).

Dessa forma, tem-se seguinte pergunta norteadora desse trabalho: É possível verificar a eficiência operacional, em termos de produtividade do cultivo do arroz, considerando diferentes variáveis biométricas e características agronômicas nos diversos tipos de preparo de solo e de plantio da cultura?

Portanto, esse estudo busca apresentar resultados que, compreendidos, possam indicar meios para a melhoria da produtividade da produção de arroz no Brasil.

1.3 OBJETIVOS

Objetivo Geral

Analisar a eficiência operacional, em termos de produtividade do cultivo do arroz, considerando diferentes variáveis biométricas e características agrônômicas nos diversos tipos de preparo de solo e de plantio da cultura no Brasil.

Objetivos Específicos

Para o alcance do objetivo geral, têm-se os seguintes objetivos específicos:

- Apresentar um panorama geral sobre os sistemas de preparo do solo e de plantio do arroz no Brasil;
- Construir sistemas fuzzy para avaliar a produtividade do arroz em função de diferentes doses de nitrogênio em função do uso de fertilizantes (Nitrato de Amônio, Sulfato e de Amônio e Ureia);
- Construir um sistema fuzzy para avaliar a produtividade do arroz em função do uso de fertilizantes (Nitrato de Amônio, Sulfato e de Amônio e Ureia), por meio das seguintes variáveis biométricas: altura de plantas; espiguetas férteis por panícula; espiguetas estéreis por panícula; colmos e panículas m^{-2} ; perfilhamento útil; massa de 100 grãos e produtividade de grãos.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação foi estruturada por meio de três capítulos, cada um deles apresentando um objetivo específico que conjuntamente atenderam ao objetivo geral da dissertação.

Assim, o segundo capítulo apresenta um panorama geral sobre os sistemas de preparo do solo e de plantio do arroz no Brasil. O terceiro capítulo traz, por meio do uso de sistemas *fuzzy*, uma estimativa da produtividade do arroz em função do uso de fertilizantes (Nitrato de Amônio, Sulfato e de Amônio e Ureia). O quarto capítulo apresenta, por meio do uso de sistemas *fuzzy*, uma avaliação das variáveis biométricas, sendo elas, altura de plantas; espiguetas férteis por panícula; espiguetas estéreis por panícula; colmos e panículas m^{-2} ; perfilhamento útil e massa de 100 grãos, em função do uso de fertilizantes (Nitrato de

Amônio, Sulfato de Amônio e Ureia). O quinto e último capítulo traz as conclusões gerais e propostas futuras para o estudo.

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 13/10/2024.

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES GERAIS E PROPOSTAS FUTURAS

Os resultados apresentados permitiram analisar a produtividade do cultivo do arroz, considerando diferentes variáveis biométricas e características agrônômicas da cultura nos diversos tipos de preparo de solo e de plantio no Brasil.

O panorama geral sobre os sistemas de preparo do solo e de plantio do arroz no Brasil, como objetivo específico, foi verificado por meio de revisão bibliográfica, sendo o Brasil, um país com solos férteis. No sistema convencional, o solo precisa ser preparado em duas etapas: primária, quando realizada com arado que visam, principalmente o rompimento das camadas compactadas e eliminação e/ou enterro de cobertura vegetal e a secundária, com operações mais superficiais. O plantio direto, no qual o solo não precisa ser previamente preparado para receber a semente. E, pré-germinado caracterizado pela semeadura de sementes pré-germinadas em solo previamente inundado.

O segundo objetivo específico visou construir sistemas *fuzzy* para estimar a produtividade do arroz em função de diferentes fontes de fertilizantes. Os resultados apontaram que houve efeito significativo individual de fertilizantes e de doses de N na produtividade da cultura do arroz.

O terceiro e último objetivo específico visou construir um sistema *fuzzy* para avaliar a produtividade do arroz a partir da avaliação das variáveis biométricas: altura de plantas; espiguetas férteis por panícula; espiguetas estéreis por panícula; colmos e panículas m^{-2} ; perfilhamento útil e massa de 100 grãos. Em todas as variáveis apresentaram efeitos significativos em função do uso de fertilizantes (Nitrato de Amônio, Sulfato de Amônio e Ureia) em diferentes dosagens.

Espera-se que esta pesquisa forneça subsídios científicos à construção de novas pesquisas, frente à importância da produtividade do arroz para o Brasil e todo o mundo.

Como propostas futuras pretende-se utilizar sistemas *fuzzy* para analisar de forma unificada as tabelas e gráficos apresentados na produtividade do arroz da dissertação em um Doutorado, aprimorando os dados obtidos e ajudando os produtores os melhores mecanismos para o aumento da produtividade.

REFERÊNCIAS

AMENDOLA, M.; SOUZA, A. L.; BARROS, L. C. **Manual do uso da teoria dos conjuntos Fuzzy no MATLAB 6.5**. 2005. Disponível em:

https://www.ime.unicamp.br/~laeciocb/manual_fuzzy_matlab.pdf Acesso em: 25 jan. 2022.

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. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 62, n.5, p. 475-482, set-out, 2015.

CANTARELLA, H.; FURLANI, P. R. Arroz irrigado. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; GUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Coord.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto agrônomo & Fundação - IAC, 1996, p. 50 - 51.

CENTEC – Instituto de Ensino Tecnológico. **Produtor de Arroz**. Fortaleza: Demócrito Rocha, ed. 2, 2004, 56 p

COBERTI, C.M.C. **Análise de risco para os sistemas de plantio na cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul**. 2010. 81f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2010.

COELHO, J. D. Arroz: produção e mercado. **Caderno Setorial ETENE**, ano 6, n. 156, 2021.

COLOMBO, T. C.; JÚNIOR, A. M. Comparativo dos custos na produção entre arroz irrigado e arroz sequeiro: Um estudo de caso em uma propriedade no Sul Catarinense. **ABCustos Associação Brasileira de Custos**, v. 2, n. 2, Maio-Agosto 2015.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v.1, n.1, Brasília: Conab, 2013.

_____. **A cultura do arroz**. Brasília: Conab, 2015. 180p.

_____. **Evolução dos custos de produção do arroz no Brasil**. Brasília: Conab, 2016.

_____. **Compêndio de Estudos**. v. 1 Brasília: Conab, 2016.

_____. **Último levantamento da safra 2020/21 confirma redução na produção de grãos**. 2021a. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4234-ultimo-levantamento-da-safra-2020-21-confirma-reducao-na-producao-de-graos> Acesso em: 22 jan. 2022.

_____. **Conab estima produção total de 289,6 milhões de toneladas de grãos para safra 2021/22**. 2021b. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4213-conab-estima-producao-total-de-289-6-milhoes-de-toneladas-de-graos-para-safra-2021-22>

_____. **Conjunturas da agropecuária – arroz: 10/01 a 14/01/2022**. 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-de-conjunturas-de-arroz> Acesso em: 22 jan. 2022.

_____. **Mapeamento da Conab e da ANA identifica 1,3 milhão de hectares de arroz irrigado.** 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3569-mapeamento-da-conab-e-da-ana-identifica-1-3-milhao-de-hectares-de-arroz-irrigado-no-brasil> Acesso em: 26 nov. 2021.

_____. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 8, safra 2020/21, n. 5, quinto levantamento, fev. 2021.

_____. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 9, safra 2021/22, n. 2 segundo levantamento, novembro. 2021.

COUNCE, P.A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A.L. A uniform and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v. 40, p.436-443. 2000.

CUNHA, U.S.; MARTINS, J. F. S.; GRÜTZMACHER, A. D.; PAN, E. A. Recuperação de plantas de arroz irrigado danificadas por larvas de *Oryzophagus oryzae*. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 7, p. 58-63, 2001.

D'AGUIAR, E.C.; DOMINONI, G. A.; BONA, J.; PROVESI, J. V.; SKIBA, L. G.; HASPER, M. G. **O uso dos fitossanitários nas plantações de arroz no bairro Vila Nova.** 2016. 33f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Técnico em Química) - Instituto Federal Catarinense – Campus Araquari, SC, 2016.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Informações técnicas sobre o arroz de terras altas:** Estados de Mato Grosso e Rondônia - safras 2009/2010 e 2010/2011. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009. (Documentos, 247).

_____. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Multimídia:** Banco de Imagens. 2013. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/1005006/arroz-irrigado> Acesso em: 15 fev. 2022.

_____. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de cultivo de arroz irrigado no Brasil.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018.

_____. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Informações técnicas para a cultura do arroz irrigado nas regiões Norte e Nordeste do Brasil.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2014. 150 p.

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

FANTIN, M. **Questão hídrica é risco para safra nova de arroz, que pode ter preço menor, avalia Conab.** 2021. Disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2021/08/questao-hidrica-e-risco-para-safra-nova-de-arroz-que-pode-ter-preco-menor-avalia-conab.html> Acesso em: 25 nov. 2021.

FIDELIS, R. R.; ROTILI, E. A.; SANTOS, M. M.; BARROS, H. B.; RODRIGUES, A. M. **Eficiência quanto ao uso e resposta à aplicação de nitrogênio de cultivares de arroz em**

solos de terras altas no sul do estado de Tocantins, safra 2007/2008. Biosci. J., Uberlândia, v. 28, n. 3, p. 432-438, May/June. 2012

FONSECA, A. E.; ARF, O.; ORIOLI JUNIOR, V.; BUZETTI, S.; RODRIGUES, R. A. F. Preparo do solo e doses de nitrogênio em cobertura em arroz de terras altas. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 42, n. 3, p. 246-253, jul./set. 2012.

GARCIA, A. P. **Perfil do orizicultor do extremo sul catarinense.** 2017. Disponível em: https://wp.ufpel.edu.br/gem/files/2017/10/capitulo_18_-_p_387_414.pdf Acesso em: 20 out. 2021.

GOES, R. J.; RODRIGUES, R. A. F.; TAKASU, A. T.; ARF, O. Manejo do nitrogênio em cobertura no arroz de terras altas em sistema plantio direto. **Revista Agrarian**, v.9, n.31, p.11-18, Dourados, 2016.

HERNADES, A.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M. E. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em cultivares de arroz. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 307-312, mar./abr. 2010.

KISCHEL, E.; FIDELIS, R. R.; SANTOS, M. M.; BRANDÃO, D. R.; CANCELLIER, E.L.; NASCIMENTO, I. R. Efeito do Nitrogênio em genótipos de arroz cultivados em várzea úmida do Estado do Tocantins. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 58, n.1, p. 84-89, jan/fev, 2011.

LOPES, R.A.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BENETT, C. G. S.; ARF, M. V. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em arroz de terras altas cultivado em sistema de semeadura direta. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 4, p. 79 – 87, out.– dez., 2013.

LOPES, N.F.; MARENCO, R.A. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral.** 3 ed. Viçosa, Editora UFV, 2009. 486 p.

MAMDANI, E. H.; ASSILIAN, S. . An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. **International Journal of Man-Machine Studies**, v. 7, n. 1, p. 1–13, 1975.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do agronegócio – Brasil: 2020/21 a 2030/31. Projeções a longo prazo.** Brasília: MAPA, 2021.

MARCHESAN, E.; GROHS, M.; SANTOS, D. S.; FORMENTINI, T. C.; SILVA, L. S.; SARTORI, G. M. S.; FERREIRA, R. B. Fontes alternativas à ureia no fornecimento de nitrogênio para o arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.12, p.2053-2059, dez, 2011.

MARION FILHO, P. J.; EINLOFT, N. E. A competitividade do arroz irrigado brasileiro no Mercosul. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 10, n. 1, p. 11-22, 2008.

MENEZES, B. R. S.; MOREIRA, L. B.; PEREIRA, M. B.; LOPES, H. M.; COSTA, E. M.; CURTI, A. T. M. Características morfoagronômicas de dois genótipos de arroz vermelho em cultivo inundado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.7, n.3, p. 394-401, 2012.

MINGOTTE, F. L. C.; HANASHIRO, R. K.; FORNSASIERI, D. Características físico-químicas do grão de cultivares de arroz em função da adubação nitrogenada **Semina: Ciências Agrárias**, vol. 33, núm. 1, 2012, pp. 2605-2618.

MUNARETO, J. D.; BEUTLER, A. N.; RAMÃO, C. J.; DIAS, N. P.; RAMOS, P. V.; POZZEBON, B. C.; ALBERTO, C. M.; HERNANDES, G. C. Propriedades físicas do solo e produtividade de arroz irrigado. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.45, n.12, p.1499-1506, dez. 2010.

NASCENTE, A. S.; KLUTHCOUSKI, J.; RABELO, R. R.; OLIVEIRA, P.; COBUCCI, T.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade do arroz de terras altas em função do manejo do solo e da época de aplicação de nitrogênio. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 60-65, jan./mar. 2011.

NUNES, J. S. **Arroz**. 2016. Agrolink. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/culturas/arroz/informacoes/caracteristicas_361559.html Acesso em: 20 out. 2021.

PAULA, S. R. L. Orizicultura: principais características atuais. **Informe setorial**, n. 5, jan. 2008.

PEREIRA, M. M. A.; CORDEIRO, A. C. C.; SMIDERLE, O. J.; MEDEIROS, R. D.; SOUZA, L. T. Doses e manejo de aplicação de nitrogênio para o cultivo de arroz com grãos para culinária japonesa em várzea de Roraima. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, 2020.

PETRINI, J. A.; VERNETTI JR. F. J. **Arroz**: Manejo do solo e sistema de plantio. 2015. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fojvokoc02wyiv80bhgp5p3txf7t9.html> Acesso em: 05 jun. 2021.

PRESOTTO, E.; MARTINELLI, G.C. **Eficiência energética entre a produção de arroz no sistema de cultivo irrigado e sequeira no Brasil**. 2019. Disponível em: https://www.anpec.org.br/sul/2019/submissao/files_I/i4-d15b448e1398c288a313a889054b1687.pdf Acesso em: 08 nov. 2021.

PUTTI, F. F. **Análise dos indicadores biométricos e nutricionais da cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) irrigada com água tratada magneticamente utilizando modelagem fuzzy**. 205p. 2015. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) - FCA/UNESP. Botucatu, 2015.

RAIJ, B. V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solo tropicais**. Campinas: IAC, 2001. 285 p.

RODRIGUES, R. A. F.; SORATTO, R. P.; ARF, O. Manejo de água em arroz de terras altas no sistema de plantio direto, usando o tanque classe A. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 3, p. 546 – 556, 2004.

SANTI, A.L. et al. Épocas e parcelamentos da adubação nitrogenada aplicada em cobertura na cultura do feijoeiro, grupo comercial preto e carioca, em semeadura direta. **Ciência Rural**, v.43, p.816-822, 2013.

SANTOS, A. B.; SANTIAGO, C. M. **Informações técnicas para a cultura do arroz irrigado nas regiões norte e nordeste do Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2014. 150 p.

SAUERESSIG, D. **Sistema plantio direto: os pilares do equilíbrio**. 2019. Disponível em: <https://febrapdp.org.br/noticias/680/sistema-plantio-direto-os-pilares-do-equilibrio> Acesso em: 30 out. 2021.

SCIVITTARO, W. B.; PARFITT, J. M. B.; JARDIM, T.M.; TREPTOW, R. C. B.; SILVEIRA, C. M.; BETTIM, H. C. **Adubação nitrogenada e potássica para cultivares de arroz irrigado**. Circular Técnica 197, Embrapa, 2018. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1102449/1/CIRCULAR197.pdf> Acesso em: 12 dez. 2022.

SHAW, I. S.; SIMÕES, M. G. Controle e modelagem fuzzy. São Paulo: Edgar Blücher, 1999.

SILVA, A. A. V.; SILVA, I. A. F.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA, M. C. M. Estimativa da produtividade de trigo em função da adubação nitrogenada utilizando modelagem neuro fuzzy. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.18, n.2, p.180–187, 2014.

SILVA, J. A. G.; GOI NETO, C. J.; FERNANDES, S. B. V.; MANTAI, R. D.; SCREMIN, O. B.; PRETTO, R. A eficiência do nitrogênio em aveia na produtividade de grãos com estabilidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 12, p. 1095–1100, 2016.

SILVA, P. C. C.; COUTO, J. L.; SANTOS, A. R. Efeito dos íons amônio e nitrato no desenvolvimento do girassol em solução nutritiva. **Revista da FZVA**, v. 17, n. 104-114, 2010.

SILVA, O. F.; WANDER, A.E.; FERREIRA, C.M. **Cultivo do arroz: estatística de produção**. Brasília: EMBRAPA, 2021.

SOARES, C. S.; BARBIERI, L. W. A relação custo/volume/lucro na produção de arroz: um comparativo entre o cultivo pré-germinado e o plantio direto. **ABCustos**, São Leopoldo: Associação Brasileira de Custos, v. 12, n. 3, p. 45-72, set./dez.2017.

SOSBAI. SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018.

STRECK, E. A. **Contribuição genética do melhoramento de arroz irrigado de terras baixas para o Rio Grande do Sul**. 2017. 148f. Tese (Doutorado em Ciências – Fitomelhoramento) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4 ed. Tradução Eliane Romanato Santarém, et al. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.

VEÇOZZI, T. A.; SOUSA, R. O.; SCIVITTARO, W. B.; GOMES, J. P. S.; SILVA, J. T.; SILVEIRA, A. D. Eficiência agronômica de fertilizante nitrogenado de liberação controlada em arroz irrigado. 2015. **Anais...** XXXV Congresso Brasileiro de Ciência de Solo – O solo e suas múltiplas funções, Natal, RN, 2015.

VIAIS NETO, D. S. **Modelagem fuzzy para avaliação do desenvolvimento do tomate em tensões de água no solo e doses de salinidade na irrigação**. 83f. 2016. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Botucatu, SP, 2016.

YANO, G.T.; TAKAHASHI, H.T.; WATANABE, T.S. Avaliação de fontes de nitrogênio e épocas de aplicação em cobertura para o cultivo do trigo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 26, n. 2, p. 141-148, 2005.

ZADEH, L. A. Fuzzy sets. **Information and Control**, v. 8, n. 3, p. 338-353, 1965.

