

DA SALA DE AULA À VÁRZEA

Fisiologia Vegetal e Rizicultura em Arari, Maranhão

ORGANIZAÇÃO:

Eduardo Ferreira Rodrigues
Leonardo Victor Moreira Conceição
Helton Fernandes Ferreira



Editora
Uema



Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO



Programa
Ensinar
FORMAÇÃO DE PROFESSORES DA UEMA

VISITA TÉCNICA • FISILOGIA VEGETAL • RIZICULTURA • ARARI-MA

PROGRAMA ENSINAR– UEMA
Arari – MA. 2026

DA SALA DE AULA À VÁRZEA: FISIOLOGIA VEGETAL E RIZICULTURA EM ARARI, MARANHÃO

Visita técnica às Fazendas São José e Mamão no âmbito da disciplina de
Fisiologia Vegetal

Programa Ensinar – UEMA | Polo de Arari



Arari – MA, 2026

©Copyright 2026 by UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.
Todos os direitos desta edição reservados à EDITORA UEMA.

EDITOR RESPONSÁVEL

Jeanne Ferreira de Sousa da Silva

CONSELHO EDITORIAL

Alan Kardec Gomes Pachêco Filho
Ana Lucia Abreu Silva
Ana Lúcia Cunha Duarte
Cynthia Carvalho Martins
Eduardo Aurélio Barros Aguiar
Emanoel Cesar Pires de Assis
Denise Maia Pereira
Fabiola Hesketh de Oliveira
Helciane de Fátima Abreu Araújo
Helidacy Maria Muniz Corrêa
Jackson Ronie Sá da Silva
José Roberto Pereira de Sousa
José Sampaio de Mattos Jr
Luiz Carlos Araújo dos Santos
Marcos Aurélio Saquet
Maria Medianeira de Souza
Maria Claudene Barros
Rosa Elizabeth Acevedo Marin
Wilma Peres Costa

D111 Da sala de aula à várzea: fisiologia vegetal e rizicultura em Arari, Maranhão: visita técnica às Fazendas São José e Mamão no âmbito da disciplina de fisiologia vegetal. [Ebook] / organizadores Eduardo Ferreira Rodrigues, Leonardo Victor Moreira Conceição, Helton Fernandes Ferreira. – São Luís: EDUEMA, 2026.
31 p. :il. color.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-85-8227-766-9

Obra com fim didático criada para alinhar a formação em ciências biológicas às práticas de cultivo de arroz na baixada maranhense.

1.Rizicultura. 2.Programa Ensinar. 3.Fisiologia Vegetal. 4.Arari.
I.Rodrigues, Eduardo Ferreira. II.Conceição, Leonardo Victor Moreira.
III.Ferreira, Helton Fernandes. IV.Título.

CDU: 633.18(812.1Arari)

Elaborado por Cássia Diniz - CRB 13/910

AUTORIA

Discentes do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Programa Ensinar (Polo Arari) – Universidade Estadual do Maranhão (UEMA).

ORGANIZADORES

Eduardo Ferreira Rodrigues¹

Leonardo Victor Moreira Conceição²

Helton Fernandes Ferreira³

¹Engenheiro Agrônomo – Doutor em Produção Vegetal - Universidade Estadual do Maranhão – DBIO – edumagro@yahoo.com.br;

²Engenheiro Agrônomo; Mestrando em Ciências Agrárias – Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (PPGCIAG), Universidade Estadual do Maranhão – leonardomoreirac@hotmail.com;

³Engenheiro Agrônomo – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – heltonfferreira@outlook.com.

APRESENTAÇÃO

Este e-book é resultado da visita técnica realizada em 27 de junho de 2026 às Fazendas São José e Mamão, no município de Arari, Maranhão, pela turma de Licenciatura em Ciências Biológicas do Polo de Arari (Programa Ensinar/UEMA), como atividade prática da disciplina de Fisiologia Vegetal, orientada pelo professor Eduardo Ferreira Rodrigues e com apoio do coordenador Raimundo Rocha Filho.

A obra reúne os principais aprendizados da atividade, articulando observações de campo, relatos de produtores e conceitos teóricos da disciplina. A publicação foi organizada com finalidade didática, buscando aproximar a formação em Ciências Biológicas da realidade produtiva da rizicultura na Baixada Maranhense.

Sumário

CAPÍTULO 1 — INTEGRANDO CONHECIMENTO TEÓRICO COM A RIZICULTURA	7
CAPÍTULO 2 — O ARROZ NA BAIXADA MARANHENSE: PANORAMA E DIAGNÓSTICO.....	9
CAPÍTULO 3 — FAZENDA SÃO JOSÉ: TRADIÇÃO, RESTEVA E GADO.....	12
CAPÍTULO 4 — FAZENDA MAMÃO: ESCALA, TECNOLOGIA E O PRODUTOR CASTELO	15
CAPÍTULO 5 — PREPARO DO SOLO E CORREÇÃO DA ACIDEZ	18
CAPÍTULO 6 — ÁGUA E FISIOLOGIA: O MANEJO DA IRRIGAÇÃO.....	20
CAPÍTULO 7 — NUTRIÇÃO MINERAL E ADUBAÇÃO	22
CAPÍTULO 8 — MANEJO FITOSSANITÁRIO: PLANTAS DANINHAS, PRAGAS E A BRUSONE	24
CAPÍTULO 9 — COLHEITA: DA PANÍCULA MADURA AO GRÃO ARMAZENADO	26
CAPÍTULO 10 — COMERCIALIZAÇÃO E DESAFIOS ECONÔMICOS DA RIZICULTURA	28
CAPÍTULO 11 — CONSIDERAÇÕES FINAIS: DA TEORIA À VÁRZEA.....	30

CAPÍTULO 1 — INTEGRANDO CONHECIMENTO TEÓRICO COM A RIZICULTURA

Aline Morais Ferreira; Anderson de Jesus Ericeira Fernandes; Beatriz de Jesus Melo Dutra

No dia 27 de junho de 2026, a turma de Licenciatura em Ciências Biológicas do Polo de Arari, vinculada ao Programa Ensinar da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), deixou a sala de aula para conhecer, na prática, o que significa produzir arroz na Baixada Maranhense. A atividade foi realizada como componente prático da disciplina de Fisiologia Vegetal, ministrada pelo professor Eduardo Ferreira Rodrigues, e contou com a colaboração de Raimundo Rocha Filho, coordenador do Polo de Arari do Programa Ensinar, engenheiro agrônomo e profundo conhecedor da realidade agrícola regional.

A proposta era sair da teoria discutida em sala sobre processos fisiológicos como absorção de água e nutrientes, fotossíntese, relações hídricas, respostas a estresses bióticos e abióticos e observar como esses processos se manifestam em uma lavoura real, sob o sol da Baixada Maranhense. Para isso, a turma visitou duas propriedades produtoras de arroz irrigado no município de Arari: a Fazenda São José, no povoado Engenho Grande, e a Fazenda Mamão, no povoado Moitas.

As duas propriedades, embora vizinhas geograficamente, representam realidades produtivas bastante distintas. A Fazenda São José, pertencente a Ênio Antônio Vieira, integra o cultivo do arroz à criação de gado bovino em uma escala mais modesta. Já a Fazenda Mamão, conduzida pelo produtor gaúcho conhecido como "Castelo", opera em escala empresarial, com milhares de hectares e elevado nível de mecanização. Essa diversidade permitiu à turma comparar estratégias de manejo, níveis de tecnificação e, sobretudo, perceber que a fisiologia da planta e suas exigências de água, luz, nutrientes e sanidade é a mesma, ainda que as respostas de manejo dos produtores sejam diferentes.

Figura 1. Turma de Ciências Biológicas do Polo de Arari reunida em uma das áreas de arroz visitadas.



Fonte: acervo da turma, 2026

Ao longo do dia, os discentes puderam caminhar entre os canteiros, tocar as plantas em fase de “soca” (rebrotar após a colheita), observar de perto as máquinas colheitadeiras e tratores utilizados nas duas propriedades, e principalmente dialogar com os próprios produtores e o engenheiro agrônomo que acompanhou a atividade. Esse contato direto dá sentido ao ensino de Ciências Biológicas fora da sala de aula: a visita técnica funciona como uma ponte entre o conhecimento científico sistematizado nos livros e a experiência prática acumulada por quem lida diariamente com o solo, a água e o clima.

Este e-book reúne as observações, entrevistas e reflexões produzidas pela turma durante essa jornada. Ele está organizado em capítulos temáticos que acompanham, de forma didática, as principais etapas do cultivo do arroz irrigado, do preparo do solo à comercialização, sempre relacionando as práticas observadas em campo aos conceitos estudados na disciplina de Fisiologia Vegetal. A intenção é que o leitor, seja ele um colega de curso, um produtor rural ou um futuro professor de Biologia, encontre aqui tanto informação técnica quanto o relato vivo de uma produtiva manhã na várzea maranhense.

CAPÍTULO 2 — O ARROZ NA BAIXADA MARANHENSE: PANORAMA E DIAGNÓSTICO

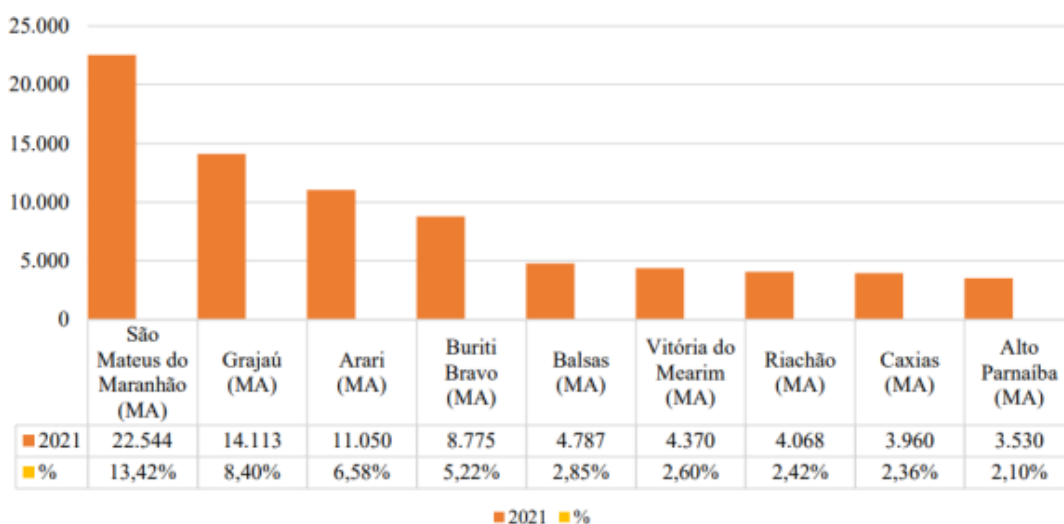
Evellyn Rayne Chaves Gomes; Francinete Martins Moreira; Gilciene Silva Oliveira

O arroz (*Oryza sativa L.*) é um dos cereais mais importantes da alimentação humana, constituindo a base alimentar de milhões de pessoas em todo o mundo. Além de seu elevado valor energético, apresenta nutrientes essenciais, como vitaminas, sais minerais, fósforo, cálcio e ferro, contribuindo significativamente para a segurança alimentar da população. No Brasil, o cereal desempenha papel estratégico na economia agrícola, sendo cultivado principalmente nos sistemas irrigado e de sequeiro (MILANEZ; ZILLI, 2025).

No estado do Maranhão, a rizicultura ocupa posição de destaque entre as atividades agrícolas. De acordo com o *Perfil da Agropecuária Maranhense 2021–2022*, elaborado pela Secretaria de Estado da Agricultura e Pecuária do Maranhão, com base em dados da Produção Agrícola Municipal, o Maranhão foi o maior produtor de arroz da Região Nordeste em 2021, alcançando aproximadamente 168.014 toneladas, a quinta posição entre os estados brasileiros produtores, com crescimento de cerca de 8% em relação ao ano anterior e área colhida de aproximadamente 96.544 hectares (SAGRIMA, 2023; IBGE, 2026).

Entre os municípios produtores, destacam-se São Mateus do Maranhão, Grajaú, Arari, Buriti Bravo, Balsas, Vitória do Mearim, Riachão, Caxias e Alto Parnaíba. O município de Arari figura entre os maiores produtores estaduais, com produção aproximada de 11.050 toneladas, correspondendo a cerca de 6,58% da produção maranhense de arroz em casca.

Tabela 1 – Os dez maiores produtores de arroz no Maranhão



Fonte: SAGRIMA, com base em dados do IBGE/PAM (SAGRIMA, 2023).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento, na safra 2025/2026 o arroz irrigado correspondeu a aproximadamente 5% da área total cultivada com arroz no Maranhão, concentrando-se principalmente nos municípios de Arari, Vitória do Mearim, Viana, São Mateus do Maranhão e Grajaú. O plantio irrigado teve início na última semana de junho de 2025, começando por Arari, com colheita prevista para o final de outubro do mesmo ano. A área cultivada com arroz irrigado permaneceu em torno de 4,5 mil hectares, havendo aumento nos municípios de Arari e Viana e redução em São Mateus do Maranhão e Grajaú, esta última atribuída à queda dos preços pagos ao produtor (CONAB, 2025).

Já no sistema de sequeiro, predominante entre agricultores familiares, o plantio ocorre entre dezembro e fevereiro, conforme a distribuição das chuvas, sendo frequentemente cultivado em consórcio com milho, feijão-caupi e mandioca, ou como cultura de abertura de área para soja.

Segundo a Embrapa, o sucesso da rizicultura depende da integração entre preparo adequado do solo, nivelamento, uso de cultivares adaptadas, calagem e adubação orientadas por análise de solo, manejo correto da irrigação e controle eficiente de plantas daninhas, pragas e doenças, entre elas a brusone (*Magnaporthe oryzae*), uma das enfermidades de maior impacto econômico para a cultura. A mecanização agrícola, presente em todas as etapas da produção, também é apontada como fator determinante para reduzir perdas e aumentar a eficiência produtiva (EMBRAPA, s.d.).

Foi justamente esse cenário de grande relevância econômica e social, mas também de desafios técnicos e climáticos que a turma do Programa Ensinar foi observar de perto nas Fazendas São José e Mamão, ambas localizadas no município de Arari e representativas das diferentes escalas em que a rizicultura maranhense se organiza.

REFERÊNCIAS

- MARANHÃO. Secretaria de Estado da Agricultura e Pecuária. *Perfil da agropecuária maranhense 2022*. São Luís: SAGRIMA, 2023.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Produção de arroz no Maranhão*. Rio de Janeiro: IBGE, 2026. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/arroz/ma>. Acesso em: 4 jul. 2026.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2025/26, primeiro levantamento*. Brasília, DF: CONAB, 2025. v. 13, n. 1.
- MAGALHÃES JÚNIOR, Ariano Martins de; GOMES, Algenor da Silva; SANTOS, Alberto Baêta dos (ed.). *Sistema de cultivo de arroz irrigado no Brasil*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004.
- MILANEZ, Maiara Pasini; ZILLI, Júlio Cesar. *Mercados e oportunidades comerciais para a internacionalização do arroz irrigado brasileiro*. Ponta Grossa: AYA Editora, 2025. E-book. DOI: 10.47573/aya.5379.1.335.

CAPÍTULO 3 — FAZENDA SÃO JOSÉ: TRADIÇÃO, RESTEVA E GADO

Hellan Gabriel Pinto Carneiro; João Vitor Freitas Araújo; Kedima Verde Andrade

A primeira propriedade visitada foi a Fazenda São José, localizada no povoado Engenho Grande, na divisa entre os municípios de Arari e Vitória do Mearim. A fazenda pertence ao produtor rural Ênio Antônio Vieira, que atua na atividade agrícola há aproximadamente 25 anos, tendo começado, segundo relatos, praticamente do zero até consolidar a propriedade como uma referência da rizicultura da Baixada Maranhense.

Como o proprietário não estava presente no dia da visita, as informações sobre o sistema produtivo foram apresentadas pelo engenheiro agrônomo Raimundo Rocha Filho, coordenador do Polo de Arari do Programa Ensinar, e complementadas por trechos de uma entrevista concedida por Ênio Antônio Vieira ao programa *Maranhão Rural*, da TV Difusora (TV DIFUSORA, 2021; ROCHA FILHO, 2026).

A propriedade possui uma área total de 185 hectares, dos quais cerca de 130 hectares são destinados ao cultivo do arroz, enquanto o restante é utilizado para a criação de gado bovino. Essa combinação não é acidental: após a colheita, o produtor utiliza a área para o pastejo do rebanho, permitindo que os animais consumam a resteva do arroz, que são os restos da parte aérea da planta que permanecem no solo. Essa prática de integração lavoura-pecuária apresenta vantagens agronômicas relevantes, como o melhor aproveitamento dos resíduos vegetais, a reciclagem de nutrientes por meio dos dejetos animais e a geração de renda complementar.

Figura 2. Discentes conhecendo o campo de arroz na Fazenda São José.



Fonte: acervo da turma, 2026

Na Fazenda São José são cultivadas as variedades IRGA 424 e Panpera (ou Pampeira), esta última desenvolvida pela Embrapa, ambas reconhecidas pelo elevado potencial produtivo e pela boa adaptação às condições de cultivo irrigado. No município de Arari convivem dois sistemas de cultivo: o arroz irrigado e o arroz de sequeiro. Neste último, o preparo do solo ocorre entre outubro e novembro, a semeadura em dezembro, aproveitando o início do período chuvoso e a colheita entre março e abril, sem uso de irrigação artificial nem de sementes pré-germinadas.

No momento da visita, a área cultivada encontrava-se em fase de "soca", caracterizada pela rebrota natural das plantas após a colheita da safra de 2026, já concluída, com um novo ciclo produtivo previsto para o mês de julho. Essa observação de campo é uma excelente ilustração de um conceito de fisiologia vegetal: a capacidade de rebrota depende da manutenção de gemas basais viáveis e de reservas de carboidratos no colmo, mas sua adoção como estratégia produtiva depende também da viabilidade econômica, considerando os custos de combustível e de operação das máquinas agrícolas.

Figura 3. Planta de arroz em fase de soca observada na Fazenda São José.



Fonte: acervo da turma, 2026

Quanto à estrutura produtiva, a propriedade apresenta bom nível de mecanização, contando com duas colheitadeiras New Holland TC 5090 e quatro tratores John Deere, equipamentos utilizados no preparo do solo, na semeadura, no manejo e na colheita. Aproximadamente dez trabalhadores participam diretamente das atividades relacionadas ao cultivo, do preparo da área até a colheita. Praticamente toda a produção é comercializada dentro do estado do Maranhão, principalmente na região da Baixada Maranhense, sendo parte destinada à unidade da empresa Camil, localizada no município de Itapecuru-Mirim.

A Fazenda São José, portanto, sintetiza um modelo de produção tecnificado, mas ainda ancorado em práticas tradicionais de uso da terra, a integração entre lavoura e pecuária, que confere maior resiliência econômica à propriedade diante das oscilações do mercado do arroz, tema que será retomado no Capítulo 10.

REFERÊNCIAS

TV DIFUSORA. *Maranhão Rural*: entrevista com o produtor Ênio Antônio Vieira sobre a produção de arroz na Fazenda São José. São Luís: TV Difusora, 2021. 1 vídeo. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=LYj_M1W_5qk. Acesso em: 4 jul. 2026.

ROCHA FILHO, Raimundo. Depoimento técnico concedido durante visita de campo à Fazenda São José. Arari, MA, 27 jun. 2026.

CAPÍTULO 4 — FAZENDA MAMÃO: ESCALA, TECNOLOGIA E O PRODUTOR CASTELO

Késsia Costa Fernandes; Laiane Silva dos Santos; Leciane Mendes Viana

A segunda propriedade visitada foi a Fazenda Mamão, localizada no povoado Moitas, também no município de Arari. Pertence ao produtor rural conhecido como "Castelo", natural do Rio Grande do Sul, que se estabeleceu no Maranhão há aproximadamente 13 anos e meio. Diferentemente da primeira visita, na Fazenda Mamão o próprio proprietário recebeu a turma e apresentou pessoalmente a estrutura da propriedade, compartilhando sua trajetória e sua visão sobre os desafios da rizicultura em larga escala.

Figura 4. Discentes e professores entrevistando o produtor rural "Castelo" na Fazenda Mamão.



Fonte: acervo da turma, 2026.

Segundo o produtor, sua decisão de investir na região foi motivada pelas excelentes condições naturais para o cultivo do arroz, disponibilidade de água, regularidade das chuvas, relevo favorável e pelo custo relativamente baixo das terras quando comparado ao Sul do país. Como exemplo, ele relatou que, em seu estado de origem, um hectare pode custar cerca de R\$ 200.000,00, enquanto no Maranhão o mesmo valor permite adquirir aproximadamente 200 hectares.

A Fazenda Mamão possui cerca de 5.100 hectares, dos quais aproximadamente 800 hectares são destinados diretamente ao cultivo do arroz irrigado sob administração da própria fazenda; a área restante é utilizada principalmente por meio de arrendamento a outros produtores, muitos deles também vindos da Região Sul do Brasil, uma estratégia adotada, segundo o proprietário, diante da crescente dificuldade de encontrar mão de obra especializada na região.

As sementes utilizadas na propriedade são adquiridas anualmente no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, por apresentarem elevada qualidade genética e sanitária. Entre as variedades citadas estão IRGA 424, Pampeira e IRGA 902. Segundo o produtor, as elevadas temperaturas do Maranhão comprometem a conservação dessas sementes por longos períodos sem armazenamento adequado, tornando necessária a renovação anual do material de semeadura.

O produtor explicou que o cultivo do arroz na propriedade envolve aproximadamente 27 operações agrícolas, desde o preparo da área até o beneficiamento dos grãos, nivelamento do terreno, preparo do solo, semeadura, irrigação, adubação, manejo fitossanitário, colheita, transporte e armazenamento. Destacou que a irrigação por inundação é um dos fatores mais determinantes para o sucesso da lavoura, contribuindo inclusive para o controle de plantas invasoras.

Figura 5. Turma reunida com os professores Eduardo Rodrigues e Raimundo Rocha e o produtor “Castelo” na Fazenda Mamão.



Fonte: acervo da turma, 2026

A conversa com "Castelo" também revelou os desafios enfrentados por quem produz em larga escala na região: o elevado custo da energia elétrica utilizada no bombeamento para irrigação; o alto custo do transporte de calcário, cujas jazidas mais próximas ficam a mais de

1.600 quilômetros da propriedade; a ocorrência da brusone, uma das principais doenças do arroz; e a crescente escassez de mão de obra rural, que tem levado o setor a investir cada vez mais em mecanização.

O produtor relatou ainda dificuldades financeiras associadas às oscilações do preço do arroz que, segundo ele, chegou a cair de aproximadamente R\$ 120,00 para R\$ 55,00 por saca em determinados períodos, e mencionou perdas financeiras que estimou em cerca de R\$ 16 milhões nas últimas safras, atribuídas, em sua avaliação pessoal como produtor, às condições de mercado e aos elevados custos de produção. Ele resumiu a atividade agrícola como um “risco de sol e chuva”: um investimento de alto risco, que exige grandes aportes financeiros e permanece sujeito tanto ao clima quanto ao mercado. Ainda assim, afirmou acreditar no potencial da região para a expansão da rizicultura.

REFERÊNCIAS

MAGALHÃES JÚNIOR, Ariano Martins de; GOMES, Algenor da Silva; SANTOS, Alberto Baêta dos (ed.). *Sistema de cultivo de arroz irrigado no Brasil*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004.

CAPÍTULO 5 — PREPARO DO SOLO E CORREÇÃO DA ACIDEZ

Liciene Antônia Souza Soares; Marcela Mayka Martins Moreira; Maria Vitória Campelo
Vieira

O sucesso da cultura do arroz depende, em grande parte, das operações realizadas antes mesmo da semeadura. O preparo adequado do solo cria condições favoráveis para a germinação das sementes, o estabelecimento uniforme das plantas, o desenvolvimento do sistema radicular e o aproveitamento eficiente da água e dos nutrientes ao longo de todo o ciclo da cultura (DIAS, 2025).

Gradagem

A gradagem é uma das primeiras operações mecanizadas realizadas após a preparação inicial da área. Consiste na utilização de grades agrícolas acopladas aos tratores para revolver a camada superficial do solo, desagregar torrões e incorporar restos culturais. Um solo bem-preparado favorece maior contato entre a semente e o solo, melhora a infiltração e a retenção de água, facilita o crescimento das raízes e contribui para uma emergência uniforme das plântulas, fatores que influenciam diretamente a produtividade.

Rolo nivelador

Após a gradagem, realiza-se o nivelamento da área por meio do rolo nivelador, etapa indispensável para o cultivo do arroz irrigado. O nivelamento permite que a água da irrigação seja distribuída uniformemente sobre toda a superfície cultivada, evitando áreas excessivamente alagadas ou com deficiência hídrica. Pequenas diferenças de nível podem comprometer significativamente a eficiência da irrigação, ocasionando desperdício de água e desenvolvimento irregular das plantas. Na Fazenda Mamão, cujas áreas irrigadas são extensas, essa precisão recebe atenção redobrada.

Calagem

A calagem consiste na aplicação de corretivos agrícolas, principalmente calcário, com o objetivo de reduzir a acidez do solo, elevar o pH e aumentar a disponibilidade de nutrientes essenciais. Sob a perspectiva da Fisiologia Vegetal, a manutenção de níveis adequados de pH favorece a absorção de nutrientes minerais pelas raízes, permitindo o funcionamento adequado dos sistemas de transporte presentes nas membranas celulares. Em solos ácidos, diversos nutrientes tornam-se menos disponíveis, enquanto elementos potencialmente tóxicos, como o alumínio, podem apresentar maior solubilidade, comprometendo o metabolismo vegetal e o crescimento radicular.

Durante a visita, o produtor da Fazenda Mamão destacou que a aplicação de calcário representa um dos principais desafios econômicos da propriedade. Embora reconheça sua importância para a produtividade, o elevado custo do transporte, pois as jazidas mais próximas estão a mais de 1.600 quilômetros de Arari, encarece significativamente a prática em grandes áreas.

Silício: um aliado das gramíneas

Outro aspecto discutido foi a presença de silício nos solos da região. Embora não seja classificado como elemento essencial para a maioria das espécies vegetais, sua absorção proporciona benefícios importantes às gramíneas como o arroz, favorecendo o fortalecimento dos tecidos vegetais, maior resistência ao acamamento, redução dos efeitos de estresses ambientais e diminuição da severidade de certas doenças, favorecendo maior eficiência fotossintética.

Adubação de base

A adubação fornece os nutrientes indispensáveis ao crescimento vegetativo, ao perfilhamento, ao florescimento e ao enchimento dos grãos. Os principais nutrientes requeridos são o nitrogênio (crescimento vegetativo e perfilhamento), o fósforo (desenvolvimento radicular e estabelecimento inicial) e o potássio (regulação hídrica, resistência a doenças e formação dos grãos), além de nutrientes secundários e micronutrientes conforme as características de cada solo. Segundo a Embrapa, a adubação deve ser baseada preferencialmente em análises de solo, permitindo o fornecimento equilibrado dos nutrientes e evitando desperdícios e impactos ambientais (EMBRAPA, s.d.).

REFERÊNCIAS

- DIAS, Gabriel Machado. *Manejo de arroz e soja em terras baixas*. 2025.
- MAGALHÃES JÚNIOR, Ariano Martins de; GOMES, Algenor da Silva; SANTOS, Alberto Baêta dos (ed.). *Sistema de cultivo de arroz irrigado no Brasil*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004.
- TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo; MØLLER, Ian Max; MURPHY, Angus. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. *Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil*. Santa Maria, RS: SOSBAI, 2025.

CAPÍTULO 6 — ÁGUA E FISIOLOGIA: O MANEJO DA IRRIGAÇÃO

Mariana Saraiva Nunes; Raquel Soeiro Pestana; Rosângela Silva Diniz

A disponibilidade de água é, talvez, o fator mais decisivo para o desenvolvimento da cultura do arroz irrigado, influenciando diretamente o crescimento, a produtividade e a qualidade dos grãos. A irrigação por inundação favorece a absorção de nutrientes, reduz a competição com plantas daninhas, auxilia no controle de determinadas doenças e proporciona maior estabilidade produtiva quando comparada ao sistema de sequeiro.

Na Fazenda Mamão, o produtor explicou que o controle da irrigação é realizado de forma criteriosa, considerando tanto as necessidades fisiológicas da cultura quanto as condições climáticas de cada período do ciclo. Foi destacado o uso de tensiômetros, equipamentos que monitoram a umidade do solo e auxiliam na tomada de decisão sobre o momento mais adequado para irrigar, contribuindo para o uso racional da água e para maior eficiência do manejo. A manutenção da lâmina de água por inundação é obtida por bombeamento a partir do Rio Mearim.

Por que a água importa tanto para a planta?

Sob o ponto de vista da Fisiologia Vegetal, a água exerce funções indispensáveis para a vida das plantas: constitui o principal componente das células vegetais, participa do transporte de nutrientes minerais, atua como reagente na fotossíntese, mantém a turgescência celular, regula a abertura dos estômatos e possibilita a expansão dos tecidos durante o crescimento. A absorção ocorre predominantemente pelas raízes, em resposta ao gradiente de potencial hídrico entre o solo e os tecidos vegetais.

Quando a umidade do solo está adequada, as células mantêm elevado grau de turgescência, favorecendo a expansão celular, o desenvolvimento das folhas e o crescimento radicular. Em situações de deficiência hídrica, ocorre o fechamento dos estômatos, redução das taxas fotossintéticas, menor assimilação de carbono e comprometimento da produção de biomassa, uma cadeia de eventos que qualquer estudante de Fisiologia Vegetal reconhece nos livros, mas que ganha outro significado ao ser explicada por um produtor observando sua própria lavoura.

Clima, irrigação e planejamento

Também foi discutida a influência das variações climáticas sobre o manejo da irrigação, especialmente em anos marcados por alterações no regime de chuvas associadas a fenômenos como o El Niño. Nessas condições, o monitoramento contínuo da disponibilidade

hídrica do solo torna-se ainda mais importante, permitindo ajustes que minimizem os efeitos do estresse hídrico sobre a cultura.

Sistemas de cultivo observados

A turma pôde observar que o planejamento das operações agrícolas na região depende diretamente da disponibilidade hídrica: parte da produção ocorre em sistema de sequeiro, aproveitando o período chuvoso, enquanto nas áreas irrigadas a lâmina de água é mantida por bombeamento. Também foi apresentada a prática da "soca", o rebrote das plantas após a colheita principal, cuja adoção depende da viabilidade econômica, considerando os custos de combustível e de operação das máquinas.

Figura 6. Área de arroz irrigado observada durante a visita técnica, com destaque para o relevo plano típico da Baixada Maranhense.



Fonte: acervo da turma, 2026.

REFERÊNCIAS

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo; MØLLER, Ian Max; MURPHY, Angus. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

MAGALHÃES JÚNIOR, Ariano Martins de; GOMES, Algenor da Silva; SANTOS, Alberto Baêta dos (ed.). *Sistema de cultivo de arroz irrigado no Brasil*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004.

CAPÍTULO 7 — NUTRIÇÃO MINERAL E ADUBAÇÃO

Samara dos Santos Rodrigues; Sildayane Fernandes Ribeiro; Silvana Rodrigues Moreira

Durante a visita técnica, foi ressaltado que a produtividade da cultura do arroz depende diretamente da adequada disponibilidade de nutrientes no solo. Nesse contexto, destacou-se a importância da análise química do solo como instrumento fundamental para orientar a correção da fertilidade e o planejamento da adubação, permitindo que a aplicação de fertilizantes ocorra de forma racional e compatível com as exigências nutricionais da cultura.

A nutrição mineral exerce papel essencial na manutenção do metabolismo vegetal: os nutrientes absorvidos pelas raízes participam da constituição de moléculas orgânicas, da ativação enzimática, da produção de energia e da regulação de diversos processos fisiológicos.

Nitrogênio, fósforo e potássio

O nitrogênio é um dos nutrientes mais importantes para o arroz, participando da composição de aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos e clorofila, sua disponibilidade adequada favorece o desenvolvimento das folhas e aumenta a capacidade fotossintética. Entretanto, seu excesso pode favorecer o crescimento vegetativo exagerado, aumentando a suscetibilidade ao acamamento e ao ataque de doenças.

O fósforo apresenta papel fundamental na transferência de energia celular, participando da constituição do ATP, molécula responsável pelo armazenamento e fornecimento de energia para praticamente todas as atividades metabólicas da planta, além de contribuir para o desenvolvimento inicial do sistema radicular e a formação das estruturas reprodutivas.

O potássio, por sua vez, atua na regulação osmótica das células, na abertura e no fechamento dos estômatos, na ativação de enzimas e no transporte de fotoassimilados, desempenhando importante função na tolerância das plantas a condições de estresse ambiental.

Adubação de cobertura

A adubação de cobertura corresponde à aplicação complementar de fertilizantes durante o desenvolvimento da cultura, tendo como principal objetivo suprir as necessidades nutricionais nos períodos de maior demanda fisiológica, sobretudo o fornecimento de nitrogênio, responsável pelo crescimento vegetativo, pela emissão de perfilhos, pela

formação das panículas e pelo enchimento dos grãos. Segundo a Embrapa, a definição das doses deve considerar tanto a análise química do solo quanto a expectativa de produtividade, evitando deficiência ou excesso de nutrientes (EMBRAPA, s.d.).

Na Fazenda Mamão, o produtor ressaltou que todo o sistema produtivo depende de um manejo criterioso da fertilidade do solo, já que investimentos inadequados em adubação podem comprometer significativamente o rendimento econômico da atividade. Na Fazenda São José, embora não tenham sido detalhadas as doses aplicadas, foi informado que o manejo nutricional acompanha o calendário agrícola e as recomendações técnicas para o cultivo irrigado.

REFERÊNCIAS

- SOUSA, Djalma Martinhão Gomes de; LOBATO, Edson (ed.). *Cerrado: correção do solo e adubação*. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.
- MAGALHÃES JÚNIOR, Ariano Martins de; GOMES, Algenor da Silva; SANTOS, Alberto Baêta dos (ed.). *Sistema de cultivo de arroz irrigado no Brasil*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004.
- TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo; MØLLER, Ian Max; MURPHY, Angus. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

CAPÍTULO 8 — MANEJO FITOSSANITÁRIO: PLANTAS DANINHAS, PRAGAS E A BRUSONE

Aline Moraes Ferreira; João Vitor Freitas Araújo; Francinete Martins Moreira

A manutenção da sanidade da lavoura constitui um dos fatores determinantes para o sucesso da produção de arroz irrigado. Além do manejo adequado do solo, da irrigação e da nutrição mineral, é indispensável o monitoramento constante da ocorrência de plantas daninhas, pragas, doenças e alterações climáticas capazes de comprometer o desenvolvimento da cultura.

Controle de plantas daninhas

As plantas invasoras competem diretamente com o arroz por água, luz, nutrientes e espaço, podendo reduzir significativamente a produtividade quando não controladas de maneira eficiente. O manejo integrado deve combinar práticas preventivas, culturais, mecânicas e químicas. Entre as estratégias observadas, destaca-se o uso de herbicidas seletivos, especialmente em áreas de grande extensão, além do próprio sistema de irrigação por inundação, que, ao manter a lâmina de água sobre a área cultivada, dificulta a germinação e o desenvolvimento de diversas espécies invasoras.

A brusone e outras doenças

Entre as principais enfermidades da cultura destaca-se a brusone, causada pelo fungo *Magnaporthe oryzae*, considerada uma das doenças de maior impacto econômico para a produção de arroz. Ela pode atacar folhas, colmos, nós e panículas, ocasionando perdas expressivas na produtividade quando não controlada adequadamente. Durante a visita à Fazenda Mamão, o produtor destacou que sementes de determinadas origens podem apresentar maior suscetibilidade à doença, motivo pelo qual realiza criteriosa seleção do material de semeadura, adquirindo sementes certificadas do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.

Sob a perspectiva da Fisiologia Vegetal, o estabelecimento de doenças provoca alterações significativas no metabolismo da planta: a infecção por patógenos reduz a eficiência fotossintética, interfere no transporte de água e nutrientes, aumenta o consumo de energia destinado aos mecanismos de defesa e compromete o desenvolvimento dos tecidos vegetais, resultando em menor formação de biomassa e redução do rendimento final da cultura.

Estresses abióticos

Variações climáticas na distribuição das chuvas, na temperatura e na disponibilidade de água, especialmente em anos influenciados por fenômenos como o El Niño, exigem constantes adaptações nas estratégias de manejo, podendo favorecer tanto o desenvolvimento de doenças quanto a ocorrência de estresse hídrico. Em situações de estresse ambiental, as plantas realizam ajustes fisiológicos para sua sobrevivência, como a redução da abertura estomática, alterações na taxa fotossintética e maior direcionamento de energia para processos de manutenção celular, respostas que, embora protejam a planta, frequentemente reduzem o crescimento e a produção de grãos.

Figura 7. Máquina colheitadeira New Holland localizada na fazenda São José



Fonte: acervo da turma, 2026

REFERÊNCIAS

ALBRECHT, Leandro Paiola et al. Métodos de controle de plantas daninhas. In: MONQUERO, Patrícia Andrea (org.). *Matologia: estudos sobre plantas daninhas*. Jaboticabal: Funep, 2021. p. 145-170.

ROST, Filipe Quadros. *Manejo fitossanitário da cultura da soja e do arroz na região central do Rio Grande do Sul*. 2019.

CAPÍTULO 9 — COLHEITA: DA PANÍCULA MADURA AO GRÃO ARMAZENADO

Beatriz de Jesus Melo Dutra; Késsia Costa Fernandes; Hellan Gabriel Pinto Carneiro

A colheita constitui uma das etapas mais importantes do sistema de produção do arroz, pois representa o momento em que todo o investimento realizado durante o ciclo da cultura é convertido em produção de grãos. Uma colheita realizada no momento adequado reduz perdas quantitativas e qualitativas, preservando a integridade dos grãos e garantindo melhor padrão comercial.

Segundo a Embrapa, recomenda-se que a colheita seja realizada quando aproximadamente 90% a 95% dos grãos das panículas apresentarem coloração típica de maturação, com teor de umidade entre 18% e 24%. Colheitas com umidade superior a essa faixa aumentam os custos de secagem e favorecem grãos imaturos, enquanto colheitas tardias, com baixa umidade, aumentam a incidência de grãos quebrados durante o beneficiamento (EMBRAPA, s.d.).

A eficiência da colheita depende ainda da regulagem adequada das colheitadeiras, velocidade de deslocamento, rotação do cilindro de trilha, abertura do côncavo, velocidade do molinete e das condições climáticas no momento da operação. Regulagens inadequadas podem ocasionar perdas por debulha, quebra de grãos e desperdício de parte da produção ainda no campo.

Na Fazenda São José, a colheita da safra de 2026 já havia sido concluída no momento da visita, e a lavoura encontrava-se em soca, evidência de que a área já havia passado por todas as etapas de colheita. A propriedade dispõe de estrutura mecanizada para essa operação, com duas colheitadeiras New Holland TC 5090 e quatro tratores John Deere. Já na Fazenda Mamão, o produtor explicou que a colheita integra o conjunto de aproximadamente 27 operações agrícolas do sistema produtivo, sendo indispensável a mecanização para propriedades de grande porte, permitindo maior rapidez e redução de perdas no campo, aspectos fundamentais para uma cultura cuja colheita deve ser realizada em curto intervalo de tempo.

Figura 8. Implemento agrícola utilizado no preparo e manejo das áreas de arroz, observado durante a visita técnica



Fonte: acervo da turma, 2026

Outro aspecto destacado foi a influência das condições climáticas sobre o momento da colheita. A permanência da lavoura madura sob elevada umidade pode favorecer o acamamento das plantas, a germinação dos grãos ainda na panícula e o aumento da incidência de fungos, comprometendo a qualidade do produto. Após a colheita, os grãos devem ser encaminhados imediatamente para limpeza, secagem e armazenamento, etapas essenciais para conservar sua qualidade fisiológica e comercial.

REFERÊNCIAS

- INFELD, José Alceu; SILVEIRA JÚNIOR, Paulo. Época de colheita e rendimento de engenho de quatro cultivares de arroz irrigado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, p. 599-604, 1984.
- RADUNZ, Lauri Lourenço; DIONELLO, Rafael Gomes. Pós-colheita de grãos: do campo ao armazém. *Boletim Agrônômico*, Porto Alegre, v. 3, n. 7, p. 9-21, jul. 2025.

CAPÍTULO 10 — COMERCIALIZAÇÃO E DESAFIOS ECONÔMICOS DA RIZICULTURA

Anderson de Jesus Ericeira Fernandes; Liciene Antônia Souza Soares; Samara dos Santos Rodrigues

A comercialização representa a etapa final da cadeia produtiva do arroz e possui grande importância para a sustentabilidade econômica da atividade agrícola. Após a colheita, os grãos passam pelas etapas de limpeza, secagem, armazenamento, beneficiamento e classificação, sendo então destinados ao mercado consumidor ou à indústria beneficiadora. Segundo a Embrapa, a qualidade do produto comercializado depende diretamente das práticas adotadas em todas as fases do cultivo, desde a escolha da cultivar até a colheita e o armazenamento (EMBRAPA, s.d.).

De acordo com a Conab, o mercado do arroz sofre influência de diversos fatores: oferta e demanda, custos de produção, condições climáticas, produtividade das lavouras, políticas agrícolas e oscilações do mercado nacional e internacional, que influenciam diretamente o preço pago ao produtor e a rentabilidade da atividade (CONAB, 2025).

Na Fazenda São José, a produção é destinada quase exclusivamente ao mercado maranhense, contribuindo para o abastecimento da Baixada Maranhense e de outras regiões do estado, com parcela significativa comercializada com a unidade da empresa Camil, em Itapecuru-Mirim. Esse modelo evidencia a importância da produção local para o abastecimento interno do Maranhão, reduzindo custos logísticos e fortalecendo a economia regional.

Já na Fazenda Mamão, o produtor relatou desafios expressivos: a queda do preço da saca de arroz de aproximadamente R\$ 120,00 para cerca de R\$ 55,00 em determinados períodos, enquanto os custos de produção permaneceram elevados, o que levou diversos rizicultores da região, sobretudo em São Mateus do Maranhão, a reduzir suas áreas cultivadas ou interromper temporariamente a atividade. Essa percepção é corroborada pelos levantamentos da Conab, que apontam a redução de área cultivada em municípios como São Mateus do Maranhão e Grajaú em razão das condições mercadológicas desfavoráveis nas últimas safras (CONAB, 2025).

Entre os principais componentes do custo de produção citados estão as sementes certificadas, os fertilizantes, os defensivos agrícolas, o combustível, a energia elétrica utilizada na irrigação, a manutenção de máquinas e o transporte de insumos, em especial o

calcário, cujo transporte a partir de jazidas distantes mais de 1.600 quilômetros eleva significativamente os custos da atividade. A escassez de mão de obra rural também foi apontada como fator que incentiva investimentos crescentes em mecanização.

Figura 9. Estrutura de apoio e maquinário observados durante a visita, elementos centrais da logística de produção e comercialização do arroz.



Fonte: acervo da turma, 2026 acervo da turma, 2026.

Apesar das dificuldades relatadas, ambos os produtores demonstraram confiança no potencial da rizicultura maranhense, destacando que o município de Arari reúne condições naturais extremamente favoráveis ao cultivo do arroz irrigado com disponibilidade de recursos hídricos, relevo plano e clima adequado, fatores que permitem alcançar elevados níveis de produtividade quando associados ao manejo técnico adequado e ao uso de tecnologias modernas.

REFERÊNCIAS

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2025/26, primeiro levantamento*. Brasília, DF: CONAB, 2025. v. 13, n. 1.

MILANEZ, Maiara Pasini; ZILLI, Júlio Cesar. *Mercados e oportunidades comerciais para a internacionalização do arroz irrigado brasileiro*. Ponta Grossa: AYA Editora, 2025. E-book. DOI: 10.47573/aya.5379.1.335.

CAPÍTULO 11 — CONSIDERAÇÕES FINAIS: DA TEORIA À VÁRZEA

Eduardo Ferreira Rodrigues

A visita técnica às Fazendas São José e Mamão, realizada como atividade da disciplina de Fisiologia Vegetal do Programa Ensinar, proporcionou aos acadêmicos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Polo de Arari uma experiência de aprendizagem que dificilmente seria alcançada apenas em sala de aula. Caminhar entre os canteiros, tocar as plantas em fase de soca, observar máquinas em operação e ouvir diretamente dos produtores seus desafios e estratégias permitiu compreender, de forma viva, como processos fisiológicos de absorção de água e nutrientes, fotossíntese, respostas a estresses se traduzem em produtividade, renda e sustento de famílias inteiras.

Ficou evidente que o sucesso da rizicultura depende da integração entre diversos fatores: preparo adequado do solo, escolha de cultivares adaptadas, sementes de qualidade, correção da fertilidade, manejo da irrigação, controle de plantas daninhas, pragas e doenças, e mecanização das operações agrícolas. Todos esses aspectos influenciam diretamente processos fisiológicos como germinação, absorção de água e nutrientes, crescimento vegetativo, perfilhamento, florescimento, enchimento dos grãos e produtividade final.

A comparação entre as duas propriedades também foi reveladora. Na Fazenda São José, destacou-se a integração entre agricultura e pecuária, com o aproveitamento da resteva do arroz para alimentação do rebanho bovino, uma estratégia de uso racional da propriedade e de maior sustentabilidade do sistema produtivo. Já a Fazenda Mamão evidenciou um modelo empresarial de produção em larga escala, caracterizado pelo elevado nível de mecanização, planejamento técnico e uso intensivo de tecnologias voltadas ao aumento da produtividade. Duas respostas diferentes para as mesmas exigências fisiológicas da planta.

A visita também permitiu identificar os principais desafios enfrentados pelos produtores da região: elevados custos de produção, especialmente com fertilizantes, corretivos agrícolas e energia elétrica, dificuldade de obtenção de mão de obra qualificada e oscilações nos preços do arroz ao longo das safras. Esses fatores demonstram que a atividade agrícola está diretamente condicionada às variáveis econômicas, climáticas e mercadológicas, exigindo constante planejamento e capacidade de adaptação por parte dos produtores.

Do ponto de vista acadêmico, a atividade reafirmou que as visitas técnicas constituem uma estratégia de ensino poderosa, pois aproximam os estudantes da realidade profissional e favorecem uma aprendizagem mais significativa. A possibilidade de observar diretamente as

práticas de manejo, dialogar com produtores rurais e conhecer os desafios da produção agrícola permitiu consolidar conceitos abordados em sala de aula, fortalecendo a formação científica e profissional dos futuros licenciados em Ciências Biológicas.

Por fim, conclui-se que a rizicultura desempenha papel fundamental para a economia do município de Arari e da Baixada Maranhense, contribuindo para a geração de emprego, renda e segurança alimentar. Seu desenvolvimento depende da adoção de práticas sustentáveis, do uso de tecnologias modernas, da assistência técnica qualificada e do investimento contínuo em pesquisa e inovação, compromisso apoiado por instituições como Embrapa, Conab, IBGE e SAGRIMA (EMBRAPA, s.d.; CONAB, 2025; IBGE, 2026; SAGRIMA, 2023), e que esta turma do Programa Ensinar teve a oportunidade de ver, de perto, ganhar vida na várzea maranhense.

REFERÊNCIAS

- ALBRECHT, Leandro Paiola et al. Métodos de controle de plantas daninhas. In: MONQUERO, Patrícia Andrea (org.). *Matologia: estudos sobre plantas daninhas*. Jaboticabal: Funep, 2021. p. 145-170.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2025/26, primeiro levantamento*. Brasília, DF: CONAB, 2025. v. 13, n. 1.
- DIAS, Gabriel Machado. *Manejo de arroz e soja em terras baixas*. 2025.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Produção de arroz no Maranhão*. Rio de Janeiro: IBGE, 2026. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/arroz/ma>. Acesso em: 4 jul. 2026.
- INFELD, José Alceu; SILVEIRA JÚNIOR, Paulo. Época de colheita e rendimento de engenho de quatro cultivares de arroz irrigado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, p. 599-604, 1984.
- MAGALHÃES JÚNIOR, Ariano Martins de; GOMES, Algenor da Silva; SANTOS, Alberto Baêta dos (ed.). *Sistema de cultivo de arroz irrigado no Brasil*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004.
- MARANHÃO. Secretaria de Estado da Agricultura e Pecuária. *Perfil da agropecuária maranhense 2022*. São Luís: SAGRIMA, 2023.
- MILANEZ, Maiara Pasini; ZILLI, Júlio Cesar. *Mercados e oportunidades comerciais para a internacionalização do arroz irrigado brasileiro*. Ponta Grossa: AYA Editora, 2025. E-book. DOI: 10.47573/aya.5379.1.335.
- RADUNZ, Lauri Lourenço; DIONELLO, Rafael Gomes. Pós-colheita de grãos: do campo ao armazém. *Boletim Agrônomo*, Porto Alegre, v. 3, n. 7, p. 9-21, jul. 2025.
- ROCHA FILHO, Raimundo. Depoimento técnico concedido durante visita de campo à Fazenda São José. Arari, MA, 27 jun. 2026.
- ROST, Filipe Quadros. *Manejo fitossanitário da cultura da soja e do arroz na região central do Rio Grande do Sul*. 2019.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. *Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil*. Santa Maria, RS: SOSBAI, 2025.
- SOUSA, Djalma Martinhão Gomes de; LOBATO, Edson (ed.). *Cerrado: correção do solo e adubação*. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.
- TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo; MØLLER, Ian Max; MURPHY, Angus. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- TV DIFUSORA. *Maranhão Rural: entrevista com o produtor Ênio Antônio Vieira sobre a produção de arroz na Fazenda São José*. São Luís: TV Difusora, 2021. 1 vídeo. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=LYj_M1W_5qk. Acesso em: 4 jul. 2026.