

**UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS – UniEVANGÉLICA**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**RESPOSTA PRODUTIVA DO ARROZ IRRIGADO NA**  
**RIZIPISCICULTURA**

**João Inácio de Almeida Coelho**

**ANÁPOLIS-GO**  
**2025**

**JOÃO INÁCIO DE ALMEIDA COELHO**

**RESPOSTA PRODUTIVA DO ARROZ IRRIGADO NA  
RIZIPISCICULTURA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Universidade Evangélica de Goiás -  
UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de  
Bacharel em Agronomia.

**Área de concentração:** Fitotecnia

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cláudia Fabiana  
Alves Rezende.

**ANÁPOLIS-GO  
2025**

Coelho, João Inácio De Almeida

Resposta produtiva do arroz irrigado na rizipiscicultura / João Inácio De Almeida Coelho – Anápolis: Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA, 2025.

27 p.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cláudia Fabiana Alves Rezende.

Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Agronomia – Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA, 2025.

1. *Oryza sativa*. 2. Rizicultura. 3. Adubação. 4. Piscicultura. I. João Inácio De Almeida Coelho. II. Resposta produtiva do arroz irrigado na rizipiscicultura.

CDU 504

**JOÃO INÁCIO DE ALMEIDA COELHO**

**RESPOSTA PRODUTIVA DO ARROZ IRRIGADO NA RIZIPISCICULTURA**

Monografia apresentada à Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

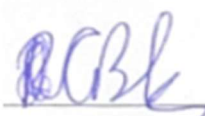
**Área de concentração:** Fitotecnia

Aprovada em: \_\_\_\_\_

Banca examinadora



Profª. Drª. Cláudia Fabiana Alves Rezende  
UniEvangélica  
Presidente



Prof. Dr. Rodolfo Augusto Regetz Herold A.B. Assumpção  
UniEvangélica



Profª. Drª. Bianca de Oliveira Hovarth Pereira  
UniEvangélica

Dedico este trabalho a todos que acreditaram em mim e me apoiaram durante esta caminhada. À minha família, que sempre foi minha base, e aos amigos que estiveram ao meu lado nos momentos de desafio e conquista.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, antes de tudo, a Deus, por ser minha luz e meu alicerce em cada passo dessa caminhada. Foi Sua força que me sustentou nos dias difíceis e Sua sabedoria que guiou minhas escolhas até aqui.

Aos meus pais, Adna Ferreira de Almeida Martins e Cleber Martins Coelho, minha eterna gratidão. Por cada gesto de amor, por cada palavra de incentivo e por nunca deixarem de acreditar em mim, mesmo quando eu duvidava. Este trabalho é também fruto do esforço, dos sacrifícios e do exemplo de vocês. Tudo o que sou e tudo o que conquistei carrega um pouco de vocês dois.

Aos meus familiares, pelo carinho, paciência e apoio incondicional e por compreenderem minhas ausências e celebrarem cada conquista comigo.

Ao Coordenador Dr. João Maurício Fernandes Souza e a Professora Dr<sup>a</sup>. Cláudia Fabiana Alves Rezende, pela dedicação, orientação e inspiração ao longo dessa jornada acadêmica. Suas palavras e ensinamentos foram fundamentais para o meu crescimento, tanto profissional quanto pessoal.

Aos professores, pelo conhecimento compartilhado e pela generosidade em ensinar. Cada aula, conselho e desafio foi parte essencial dessa trajetória.

Aos colegas e amigos, que tornaram essa caminhada mais leve e inesquecível. Pelas risadas, pelas longas conversas, pelas madrugadas de estudo e, principalmente, pela amizade sincera que levarei comigo.

E, finalmente, a todos que, de alguma forma, contribuíram para que este sonho se tornasse realidade — meu mais sincero e profundo muito obrigado.

“Educação não transforma o mundo. Educação muda pessoas. Pessoas transformam o mundo”.

Paulo Freire.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>7</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>10</b>
2.1. A CULTURA DO ARROZ.....	10
2.2. DEMANDA NUTRICIONAL DO ARROZ.....	12
2.2.1. Estratégias de manejo da adubação .....	14
2.3. RIZIPISCICULTURA.....	15
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>17</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>18</b>
4.1. DIFERENTES ADUBAÇÕES NA RIZIPISCICULTURA.....	19
4.2. PRODUTIVIDADE DO ARROZ NOS SISTEMAS INTEGRADOS .....	20
4.3. QUALIDADE DO ARROZ E EFEITOS DA ADUBAÇÃO.....	21
4.4. ESPÉCIES DE PEIXES E INTERAÇÕES COM A ADUBAÇÃO.....	21
4.5. INTERPRETAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS LEVANTADOS .....	22
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>24</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>25</b>



## RESUMO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é base alimentar global e tem alta relevância econômica no Brasil, com produtividades elevadas em sistemas irrigados. Diante da pressão por sustentabilidade e eficiência no uso de nutrientes, a rizipiscicultura surge como alternativa para integrar produção vegetal e aquícola, potencializando a ciclagem de N e P e reduzindo a dependência de adubos minerais. O presente trabalho tem como objetivo verificar, com base na literatura científica, a eficiência do uso de adubação na produção de arroz em sistemas de rizipiscicultura. Foi realizada uma revisão bibliográfica qualitativa e exploratória em Periódicos Capes, SciELO, *Google Scholar* e BDPA/Embrapa, abrangendo 2010 a 2025, para avaliar a eficiência do manejo de adubação na produtividade do arroz em sistemas arroz-peixe, com ênfase no modelo alternado. A literatura indica que apenas 25 a 30% do N e P fornecidos via ração é incorporado pelos peixes, permanecendo o excedente em água e sedimentos com efeito fertilizante. Substituições parciais do N mineral por fontes orgânicas e biológicas, como efluentes e bactérias, permitem reduzir até 30% do N sem queda de rendimento quando há manejo adequado. A produtividade do arroz em integração se mantém comparável ao monocultivo, com médias próximas de 4,4 t ha<sup>-1</sup> e registros acima de 9 t ha<sup>-1</sup> no Sul do Brasil, além do ganho de biomassa de peixe. A qualidade do grão tende a ser preservada, exigindo correções de P, K e micronutrientes como Zn. Conclui-se que a rizipiscicultura é tecnicamente viável e ambientalmente vantajosa, desde que se equilibrem fontes mineral e orgânica, se adotem parcelamento de N e densidades adequadas de peixes e se mantenha monitoramento nutricional.

**Palavras-chave:** *Oryza sativa*; rizicultura; adubação; piscicultura.

## 1. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais de maior relevância para a segurança alimentar global, constituindo alimento básico para mais da metade da população mundial e representando até 50% da ingestão calórica diária de milhões de pessoas, especialmente em regiões da Ásia, América Latina e África (ISHFAQ et al., 2023; SHRESTHA et al., 2020). No Brasil, a cultura detém expressiva importância econômica e social, ocupando posição de destaque como terceiro cereal mais cultivado no mundo, atrás apenas do milho e do trigo, e compondo parcela essencial da dieta, sobretudo das classes socioeconômicas menos favorecidas (CASTRO, 2022). Historicamente, o arroz consolidou-se como produto estratégico desde o período colonial, conferindo ao País a condição de maior produtor do hemisfério ocidental (FAÍSCA et al., 2023a).

A produção nacional se distribui majoritariamente entre dois sistemas de cultivo: o arroz irrigado, concentrado na região Sul e em várzeas tropicais, responsável por cerca de 85% da produção; e o arroz de terras altas (sequeiro), presente em todo o território, mas com participação decrescente na produção total (CASTRO, 2022). A espécie predominante, *Oryza sativa* L., apresenta diversidade morfológica e genética, sendo classificada em subespécies indica, japonica e javanica, o que confere ampla adaptabilidade a diferentes ambientes e sistemas produtivos (FAÍSCA et al., 2023b).

Do ponto de vista nutricional, a cultura demanda um conjunto equilibrado de macro e micronutrientes para sustentar o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade. Nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e enxofre (S) figuram entre os elementos mais importantes, enquanto deficiências de micronutrientes, como zinco (Zn), ferro (Fe) e manganês (Mn), podem comprometer significativamente o rendimento e a qualidade dos grãos, especialmente em sistemas irrigados (FARZANA et al., 2021; SHRESTHA et al., 2020). Essas exigências nutricionais estão intimamente ligadas às fases fenológicas da planta, sendo fundamentais para processos como perfilhamento, diferenciação da panícula, enchimento e maturação dos grãos (WANGA et al., 2021).

Uma das formas de cultivo do arroz e atendimento de suas necessidades nutricionais é através do sistema de rizipiscicultura com produção alternada, onde existe um aproveitamento do mesmo espaço para a produção de arroz e de peixes, porém em épocas diferentes. Admite-se um cultivo de arroz e um cultivo de peixes durante o ano. Os resíduos da adubação feita no arroz beneficiam a produção de alimento vivo para os peixes. Por outro lado, com auxílio de

peixes herbívoros consegue-se fazer um controle de plantas indesejáveis, que germinam e emergem no período de pousio. Sendo a questão ambiental, um forte ponto positivo, pelo uso do controle biológico e o adubo orgânico para o cultivo (ARAÚJO; CONCEIÇÃO, 2022).

O manejo eficiente da adubação incluindo estratégias de base, cobertura, aplicação foliar, fertirrigação e uso de fontes orgânicas, minerais ou de liberação controlada torna-se essencial para maximizar a absorção de nutrientes, reduzir perdas e aumentar a eficiência do uso dos fertilizantes (BENÍCIO, 2022; SILVA et al., 2024). Estudos recentes reforçam esse cenário. Wang et al. (2022) demonstraram que a substituição parcial do adubo mineral por esterco suíno em sistema de arroz irrigado de dupla safra reduziu em até 52% as emissões líquidas de gases de efeito estufa, aumentou o sequestro de carbono e manteve a produtividade em níveis semelhantes à adubação mineral convencional, além de gerar maior retorno econômico.

De forma complementar, Zhang et al. (2023) verificaram, em experimento de longo prazo, que a utilização de mucuna como adubação verde substituindo parcialmente o fertilizante mineral elevou a produtividade do arroz precoce em 15,6% e do tardio em 9,3%, além de melhorar a qualidade do solo e a estabilidade produtiva, sobretudo quando a substituição não ultrapassou 40% do aporte mineral. A integração entre manejo nutricional, controle da irrigação e adoção de cultivares adaptadas não apenas potencializa a produtividade, mas também assegura elevado rendimento industrial e qualidade final dos grãos, parâmetros cruciais para a competitividade do arroz brasileiro no mercado interno e externo (LEÃO; CARVALHO, 2024).

Assim, o presente trabalho tem como objetivo verificar, com base na literatura científica, a eficiência do uso de adubação na produção de arroz em sistemas de rizipiscicultura.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. A CULTURA DO ARROZ

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais cultivados e consumidos no mundo, ocupando posição de destaque não apenas como alimento básico, mas também como componente central da segurança alimentar global. Estima-se que mais da metade da população mundial dependa do arroz como principal fonte energética diária, especialmente em países da Ásia, onde é a base da dieta de bilhões de pessoas (BANJARA et al., 2021).

De acordo com a FAO (2023), a produção mundial ultrapassa 500 milhões t anuais, concentrando-se majoritariamente em países como China, Índia, Indonésia, Bangladesh e Vietnã, que juntos respondem por mais de 80% da produção global. No entanto, o cereal possui papel crescente em outras regiões, como América Latina e África, onde sua importância estratégica vem se ampliando ao longo das últimas décadas.

No Brasil, o arroz também possui papel histórico e socioeconômico relevante. Introduzido no período colonial, inicialmente em áreas de várzea, expandiu-se principalmente nas regiões Sul e Centro-Oeste, onde as condições de solo e clima favoreceram sua adaptação. O Rio Grande do Sul é atualmente o maior produtor nacional, responsável por cerca de 70% da produção brasileira, seguido por Santa Catarina, Tocantins e Mato Grosso (ÁVILA et al., 2021).

A produção anual brasileira gira em torno de 11 a 12 milhões t, com produtividade média nacional de aproximadamente 6.800 kg ha<sup>-1</sup>, valor superior à média mundial, reflexo do uso intensivo de tecnologia agrícola, sistemas de irrigação eficientes e variedades adaptadas. Essa produtividade elevada coloca o Brasil entre os dez maiores produtores globais, sendo também referência em pesquisa e inovação tecnológica voltada ao cultivo do arroz (MUTHAYYA et al., 2013; VARGAS et al., 2023).

A cultura do arroz no país apresenta duas modalidades principais de cultivo: o sistema irrigado e o sistema de sequeiro. O sistema irrigado, predominante no Sul do Brasil, caracteriza-se pelo uso de lâminas de água controladas ao longo do ciclo da cultura. Essa prática garante maior estabilidade de produção, reduz riscos de estresse hídrico e possibilita produtividades superiores, frequentemente acima de 8.000 kg ha<sup>-1</sup>. Contudo, demanda elevado consumo de água e maior infraestrutura de manejo, o que representa um desafio frente às atuais preocupações ambientais. Já o sistema de sequeiro, típico do Cerrado brasileiro, baseia-se no regime de chuvas e apresenta custos menores de implantação. Apesar disso, está mais sujeito

à variabilidade climática e, por consequência, apresenta produtividade média inferior (4.000 a 5.000 kg ha<sup>-1</sup>) (SCHEIDT et al., 2020).

A expansão do arroz de terras altas no Cerrado, entretanto, tem permitido avanços expressivos em produtividade, associados a práticas de manejo mais eficientes, mecanização intensiva e integração lavoura-pecuária. O arroz, além de sua importância alimentar, também representa um setor relevante na economia agrícola brasileira. Estima-se que mais de 200 mil famílias estejam envolvidas diretamente em sua produção, além de uma cadeia de valor que inclui beneficiamento, comercialização e exportação (SCHEIDT, 2020; BANJARA et al., 2021).

O cereal contribui para a geração de emprego e renda, principalmente em áreas rurais, além de possuir grande impacto no abastecimento interno, uma vez que o Brasil é autossuficiente na produção. O excedente, ainda que modesto comparado a outros países exportadores, é destinado principalmente a mercados da América Latina e África, consolidando o Brasil como um ator importante na segurança alimentar internacional (SCHEIDT, 2020; BANJARA et al., 2021).

Do ponto de vista tecnológico, a cultura do arroz no Brasil tem sido beneficiada por investimentos contínuos em melhoramento genético, práticas de manejo integrado e desenvolvimento de cultivares adaptadas a diferentes ambientes. Pesquisa recente destaca a introdução de variedades mais resistentes a estresses bióticos e abióticos, maior eficiência no uso de nutrientes e tolerância a condições adversas, como déficit hídrico e salinidade (SREENIVASULU, 2022). Além disso, a adoção de técnicas de agricultura de precisão, irrigação automatizada e uso de sensores para monitoramento do crescimento da cultura vêm transformando o setor, aumentando a eficiência produtiva e contribuindo para práticas mais sustentáveis (ÁVILA et al., 2021).

Outro aspecto fundamental refere-se à importância nutricional e cultural do arroz. No Brasil, o arroz representa um dos principais alimentos da dieta cotidiana, tradicionalmente consumido em combinação com o feijão, formando a base alimentar da população. Esse hábito, enraizado historicamente, garante aporte significativo de carboidratos, proteínas vegetais e minerais, desempenhando papel central na segurança nutricional da população. Estudo aponta a estabilidade do consumo interno faz com que o arroz tenha menor elasticidade de demanda frente a flutuações econômicas, consolidando-se como produto essencial no padrão alimentar do brasileiro (VARGAS et al., 2023).

No cenário global, observa-se crescente pressão sobre a cadeia produtiva do arroz, em função do aumento populacional, mudanças climáticas e escassez de recursos naturais, especialmente a água. Estima-se que até 2050 a demanda por arroz aumente em cerca de 25%,

exigindo a expansão sustentável da produção (BANJARA et al., 2021). Para enfrentar esses desafios, diversas iniciativas internacionais vêm sendo desenvolvidas, como a implementação de sistemas de irrigação mais eficientes, o uso de biofertilizantes, a redução de emissões de gases de efeito estufa e a seleção de cultivares com maior tolerância a estresses ambientais. Nesse contexto, o Brasil encontra-se em posição estratégica, por possuir condições edafoclimáticas favoráveis, tradição na pesquisa agrícola e experiência consolidada em sistemas de cultivo sustentáveis (ÁVILA, 2021).

Portanto, a cultura do arroz configura-se não apenas como base da alimentação mundial e elemento central da dieta brasileira, mas também como atividade agrícola de grande relevância econômica e social. Sua expansão sustentável e a incorporação de novas tecnologias representam fatores-chave para atender às demandas futuras de segurança alimentar, tanto em nível nacional quanto internacional. Assim, compreender a dinâmica de sua produção, os sistemas de cultivo e os desafios associados é fundamental para embasar estratégias de manejo e políticas agrícolas voltadas à manutenção da competitividade e à garantia da oferta desse alimento essencial (WANDER; SILVA, 2025).

## 2.2. DEMANDA NUTRICIONAL DO ARROZ

O crescimento, desenvolvimento e produtividade do arroz dependem diretamente do suprimento adequado de nutrientes essenciais ao longo do ciclo da cultura. Sendo uma gramínea de alta exigência nutricional, o arroz apresenta demanda equilibrada de macronutrientes primários e secundários e micronutrientes. O manejo eficiente desses elementos é determinante não apenas para o aumento da produtividade, mas também para a melhoria da qualidade dos grãos e da sustentabilidade do sistema produtivo (FAGERIA et al., 2010; SHRESTHA et al., 2020; FARZANA et al., 2021).

O N é considerado o nutriente mais limitante para a cultura do arroz, sendo responsável por processos vitais como a fotossíntese, a síntese de proteínas e a formação de clorofila. Sua disponibilidade adequada influencia diretamente o perfilhamento, a diferenciação da panícula e o enchimento de grãos. A deficiência de N manifesta-se em clorose foliar e redução significativa da produtividade, enquanto o excesso pode resultar em acamamento, suscetibilidade a estresses e maturação tardia (SCHEIDT, 2020; ÁVILA et al., 2021).

O P desempenha papel crucial na divisão celular, no desenvolvimento radicular e na transferência de energia (ATP/ADP). É especialmente importante nas fases iniciais da cultura, favorecendo o estabelecimento de plântulas vigorosas e um sistema radicular mais profundo,

capaz de explorar melhor os nutrientes do solo. A deficiência de P resulta em baixo perfilhamento, atraso na floração e menor número de grãos por panícula (JOHNSTON, 2014; SREENIVASULU, 2022).

O K está associado à regulação osmótica, à ativação enzimática e ao transporte de carboidratos. Sua presença adequada contribui para maior resistência ao estresse hídrico e térmico, além de favorecer a formação de grãos mais cheios e pesados. Deficiências de potássio ocasionam manchas necróticas nas folhas e reduzem a eficiência fotossintética, afetando o rendimento final da cultura (BANJARA et al., 2021).

Entre os macronutrientes secundários, destacam-se o S, fundamental para a síntese de aminoácidos sulfurados, o Mg, componente central da molécula de clorofila, e o Ca, essencial para a integridade da parede celular e o crescimento radicular. Apesar de suas exigências em menores quantidades, a deficiência desses nutrientes pode comprometer seriamente a produtividade e a qualidade do arroz (ÁVILA et al., 2021).

Os micronutrientes, embora requeridos em pequenas quantidades, desempenham funções metabólicas indispensáveis. O Zn é essencial para a síntese de auxinas e enzimas envolvidas no metabolismo do nitrogênio. Sua deficiência é comum em solos alagados, manifestando-se por clorose e nanismo, especialmente em plântulas jovens (VARGAS et al., 2023). O Fe é importante para a respiração celular e síntese de clorofila, sendo frequentemente abundante em solos alagados, mas, paradoxalmente, podendo causar toxicidade quando em excesso. Já o Mn atua na fotólise da água durante a fotossíntese e participa de processos redox, sendo igualmente relevante para o metabolismo energético da planta (SREENIVASULU, 2022).

Outros micronutrientes como Cu e B também são necessários, ainda que em menor escala, contribuindo para processos enzimáticos e integridade estrutural. A omissão ou deficiência desses elementos pode acarretar prejuízos na floração, na frutificação e na qualidade final dos grãos (SCHEIDT, 2020).

As exigências nutricionais do arroz variam de acordo com as fases fenológicas da cultura. Estudos indicam que o perfilhamento ativo e a diferenciação da panícula representam períodos críticos de absorção de N e P, enquanto o enchimento dos grãos demanda maior suprimento de potássio para garantir adequada translocação de fotoassimilados (ÁVILA et al., 2021; BANJARA et al., 2021). O balanço nutricional nessas etapas é decisivo para o número de espiguetas férteis, o peso dos grãos e, conseqüentemente, a produtividade final.

De acordo com Sreenivasulu (2022), a sincronia entre oferta de nutrientes e demanda da planta é essencial para evitar tanto deficiências quanto desperdícios. Em sistemas irrigados,

por exemplo, a perda de nitrogênio por volatilização de amônia é um problema recorrente, exigindo estratégias específicas de manejo.

### **2.2.1. Estratégias de manejo da adubação**

O manejo da adubação na cultura do arroz envolve múltiplas estratégias, que incluem adubação de base, de cobertura, aplicações foliares, fertirrigação e uso de fertilizantes de liberação controlada. A aplicação parcelada de N, por exemplo, tem se mostrado eficiente para reduzir perdas e aumentar a eficiência do uso desse nutriente, sobretudo em solos alagados (SCHEIDT, 2020).

Pesquisas recentes têm destacado a importância da integração entre fertilizantes minerais e fontes orgânicas, como compostos de origem animal ou vegetal, que contribuem para a melhoria da estrutura do solo, aumento da retenção de água e liberação gradual de nutrientes (ÁVILA et al., 2021). Além disso, o uso de tecnologias inovadoras, como biofertilizantes e inoculantes microbianos, vem ganhando destaque por potencializar a absorção de fósforo e promover maior eficiência no uso do nitrogênio (VARGAS et al., 2023).

A busca pela eficiência no uso de nutrientes é um desafio central para a rizicultura moderna. Estima-se que, globalmente, a eficiência de uso do nitrogênio no arroz raramente ultrapasse 50%, resultando em perdas significativas para o ambiente na forma de emissão de óxidos de nitrogênio e lixiviação de nitratos (BANJARA et al., 2021). Nesse contexto, estratégias de manejo integrado, associando cultivares de alta eficiência, irrigação controlada e fertilizantes de liberação lenta, representam alternativas promissoras para reduzir impactos ambientais e aumentar a sustentabilidade da produção (BANJARA et al., 2021).

De acordo com Sreenivasulu (2022), avanços em biotecnologia também têm possibilitado o desenvolvimento de variedades geneticamente melhoradas, com maior eficiência no uso de nutrientes e maior tolerância a condições adversas, como solos pobres em fósforo ou com alta salinidade. Essa abordagem, somada ao manejo racional de fertilizantes, constitui uma das principais estratégias para enfrentar o desafio de conciliar alta produtividade com conservação ambiental.

Assim, a demanda nutricional do arroz reflete sua condição de cultura intensiva e altamente dependente de um manejo adequado da adubação. O fornecimento equilibrado de macro e micronutrientes, aliado a práticas inovadoras e sustentáveis, é indispensável para garantir não apenas altas produtividades, mas também a qualidade tecnológica dos grãos e a sustentabilidade do sistema agrícola. O estudo das exigências nutricionais da planta, aliado a



avanços tecnológicos e científicos, constitui, portanto, pilar essencial para a manutenção da competitividade da rizicultura brasileira e mundial.

### 2.3. RIZIPISCICULTURA

A rizipiscicultura consiste na integração do cultivo de arroz irrigado com a criação de peixes, podendo ocorrer de forma simultânea (co-cultivo) ou alternada, em épocas diferentes. Na modalidade de produção alternada, o mesmo espaço é utilizado primeiramente para o cultivo do arroz e, após a colheita, é destinado à piscicultura. Esse arranjo caracteriza um sistema de rotação de culturas, em que a alternância temporal proporciona vantagens tanto econômicas quanto ambientais, otimizando o uso da terra e da água (Rossato et al. 2022).

Segundo Rossato et al. (2022), a rizipiscicultura é considerada uma forma sustentável de produção, pois melhora os aspectos físicos, químicos e biológicos do ambiente agrícola, reduzindo a necessidade de insumos externos como fertilizantes e pesticidas. Os peixes contribuem para a ciclagem de nutrientes e controle biológico de pragas, ao mesmo tempo em que proporcionam uma fonte adicional de proteína e renda para os agricultores. Em sistemas de produção alternada, essa dinâmica se mantém, com a vantagem de evitar sobrecarga no manejo, uma vez que cada cultura é trabalhada em seu período específico.

Estudos realizados no Vietnã, como o de Berg et al. (2023), reforçam que sistemas integrados de arroz e peixe apresentam melhor custo-benefício quando comparados ao monocultivo intensivo. No caso da alternância, a inserção de uma safra de peixe entre ciclos de arroz mantém a fertilidade do solo e reduz a pressão de pragas, uma vez que a água e a biodiversidade aquática ajudam no equilíbrio ecológico. Além disso, esses sistemas apresentam menor dependência de agroquímicos e permitem maior conectividade hídrica, aumentando a qualidade da água e a resiliência das lavouras.

Na Índia, práticas tradicionais já incorporavam o cultivo alternado em áreas alagadas, especialmente em regiões sujeitas a cheias sazonais. Sathoria; Roy (2022) descrevem que em zonas de baixa altitude, agricultores realizavam a rotação de arroz e peixes de acordo com o regime hídrico, aproveitando a época de maior inundação para a piscicultura e a estiagem para o arroz. Esse modelo, aplicado em Estados como Kerala e Bengala Ocidental, mostra-se economicamente vantajoso, pois aumenta a renda em até 65% em comparação ao monocultivo de arroz.

Uma meta-análise recente de Fernandez-Zatrata et al. (2025) aponta que a rizipiscicultura, seja simultânea ou alternada, garante rendimentos médios de 4.397 kg de arroz

ha<sup>-1</sup> e 1.383 kg de peixe ha<sup>-1</sup> por ciclo, demonstrando a eficiência da integração agrícola e aquícola. A alternância favorece o descanso e recuperação parcial do solo, além de otimizar a disponibilidade de água e reduzir impactos ambientais. Esse modelo ainda fortalece a segurança alimentar das comunidades rurais, diversificando a produção em uma mesma área.

No Brasil, Rossato et al. (2022) e Marques; Silva (2024) destacam o potencial da rizipiscicultura como tecnologia limpa e autossustentável, especialmente em regiões produtoras de arroz irrigado no Sul do país. Os experimentos realizados mostraram produtividade elevada de arroz (até 9.497 kg ha<sup>-1</sup>) associada à piscicultura, ainda que desafios como predação por aves e necessidade de manejo específico sejam pontos críticos. Quando bem planejado, o sistema contribui para reduzir custos de produção, aumentar a rentabilidade e melhorar o aproveitamento dos recursos naturais.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi elaborado a partir de uma revisão bibliográfica, caracterizada como um método de abordagem qualitativa e exploratória. Esse tipo de estudo, segundo Snyder (2019), é fundamental para o avanço científico, pois possibilita compreender o estado atual do conhecimento sobre determinado tema, organizando as informações e permitindo a identificação de lacunas, contradições e novas oportunidades de investigação. De modo complementar, Paré et al. (2015) destacam que revisões de literatura cumprem um papel essencial na ciência, ao sintetizar evidências existentes e fornece uma base sólida para futuras pesquisas.

Para a construção da revisão, foi realizada uma busca criteriosa em bases de dados científicas de ampla relevância acadêmica: Periódicos Capes, Scielo, Google Scholar e a Base de Dados da Pesquisa Agropecuária (BDPA/Embrapa). As pesquisas foram conduzidas utilizando como palavras-chave os seguintes descritores: rizipiscicultura, produção de arroz com peixes, adubação em sistemas integrados, eficiência da adubação em arroz, sistemas de integração aquicultura-agricultura e uso de resíduos da piscicultura na adubação. Além disso, foram combinados termos em português, inglês e espanhol, de modo a ampliar o alcance dos resultados.

Como critérios de inclusão, foram selecionados artigos, dissertações, teses e documentos técnicos completos, publicados no período de 2010 a 2025, com ênfase em trabalhos de 2021 em diante, de modo a contemplar produções mais atuais. Não houve restrição quanto ao idioma, desde que os trabalhos apresentassem relação direta com a temática proposta. Foram excluídas publicações que não estavam disponíveis na íntegra, que apresentavam duplicidade de informações ou que não abordassem de forma clara a eficiência da adubação no contexto da rizipiscicultura.

Após a seleção inicial, os trabalhos foram lidos integralmente e avaliados de acordo com a relevância para a pesquisa. As informações extraídas foram organizadas em categorias temáticas, buscando-se compreender de maneira aprofundada os aspectos técnicos, ambientais e produtivos relacionados ao uso da adubação na rizipiscicultura. Assim, a revisão bibliográfica possibilitou a sistematização do conhecimento existente, além de fornecer subsídios para a análise crítica sobre a eficiência da prática estudada.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados desta revisão bibliográfica foram organizados em uma tabela-síntese (Tabela 1), na qual constam os principais estudos identificados entre 2010 e 2025 que abordam a relação entre adubação e produtividade do arroz em sistemas de rizipiscicultura. A análise foi estruturada em quatro eixos: diferentes formas de adubação utilizadas, variações de produtividade, efeitos sobre a qualidade do arroz e influência das espécies de peixes empregadas.

**TABELA 1** - Síntese dos estudos levantados no período de 2010 à 2025 sobre a relação entre adubação e produtividade do arroz em sistemas de rizipiscicultura

Autor/Ano	Objetivo do estudo	Metodologia	Principais resultados
Rossato (2022)	Comparar rizipiscicultura vs. arroz convencional quanto a insumos e produtividade	Estudo de campo (RS), duas safras, com inserção de carpas	Detalha adubações minerais (05-20-20 em base; ureia antes da lâmina e em V4) no sistema com peixes; peixes inseridos com arroz $\geq 15$ cm; aponta manejo viável e descreve rotinas que permitem produtividade de arroz competitiva com consórcio.
Araújo (2022)	Viabilidade econômica/ambiental de rizipiscicultura em SC	Levantamento com 63 agricultores + estudo de caso	Indica que o consórcio reduz adubos e agroquímicos em relação ao monocultivo; destaca efeito fertilizante dos dejetos de peixes e menores custos mecânicos; espécies mais usadas: carpa comum e tilápia.
Escabora (2023)	Sistematizar experiências locais de rizipiscicultura (SC)	Relato técnico/experiencial	Registra adoção em várzeas catarinenses; relata redução de herbicidas e aproveitamento de nutrientes via água/peixes; observações de campo sobre ajuste de adubação em função do efluente.
Watanabe (2023)	Panorama da rizipiscicultura em SC (histórico, manejo)	Revisão/relato técnico	Descreve épocas de inserção de peixes e integração com adubação; menciona ajuste de N parcelado sob lâmina d'água com peixes.
Pardo (2022)	Integração aquicultura-agricultura e remoção de nutrientes	Revisão com foco em macrófitas/efluentes	Aponta vias de remoção/reciclagem de N e P de efluentes; sugere seu uso agrícola para substituir parte de fertilizantes.
Franchini (2023)	Eficiência de recursos em sistemas integrados (IMTA)	Experimentos + síntese	Mostra que 25–30% do N e P da ração entram na biomassa; o restante fica no sedimento/efluente — recurso fertilizante reaproveitável; sedimento substitui substrato comercial em plantas, evidenciando alto teor de N, P e MO.
Silva (2024)	Caso real de agroecossistema aquicultura-agricultura	Estudo de caso	Produtores passam a usar o efluente para fertilizar plantações, com monitoramento da água — prática aplicável a arrozais.

Berg (2023)	Desempenho econômico do arroz-peixe no Vietnã	Revisão/estudos de caso	Sistemas integrados mostram melhor custo-benefício vs. monocultivo; sustenta menor dependência de agroquímicos, abrindo espaço para redução de adubos via ciclagem.
Fernández-Zátrate (2025)	Meta-análise de sistemas arroz-peixe	Revisão sistemática	Apresenta rendimentos médios de arroz ( $\sim 4,4 \text{ t ha}^{-1}$ ) e peixe ( $\sim 1,38 \text{ t ha}^{-1}$ ) em integração; cita estudos onde a introdução de organismos (ex.: enguias/crustáceos) melhora aproveitamento do N do fertilizante.
Banjara (2021)	Manejo de sistemas arroz-base (energia/nutrientes)	Revisão	Compila estratégias para eficiência do uso de nutrientes (EUN) e diversificação; a lógica de reciclagem se alinha à rizipiscicultura.
Ávila (2021)	Nutrição em arroz irrigado no Sul do Brasil	Revisão técnica	Diretrizes para N parcelado e manejo em várzea; úteis para ajustar doses quando parte do N vem de efluente/peixe.
Scheidt (2020)	Manejo de adubação no arroz	Revisão/aplicação	Defende parcelamento de N e atenção a perdas (volatilização) — crítico em lâmina com peixes.
Sreenivasulu (2022)	Estresse & nutrição em arroz	Revisão	Reforça sincronia oferta-demanda de nutrientes e riscos de perdas de N; base para cronogramas em co-cultivo.
Vargas (2023)	Micronutrientes no arroz (Zn etc.)	Revisão	Avisa sobre deficiência de Zn em solos alagados; atenção no co-cultivo para qualidade de grãos.
Fageria (2010)	Clássico de adubação de arroz	Livro/revisão	Fundamentos de doses e respostas de N-P-K; referência para calibrar substituição parcial por fontes biogênicas (peixe/efluente).
Farzana (2021)	Nutrição do arroz	Revisão	Confirma papéis de N, P, K e micronutrientes em perfilhamento, panícula e enchimento de grãos.
Muthayya (2013)	Importância nutricional do arroz	Revisão global	Contextualiza demanda e relevância; reforça necessidade de eficiência no uso de fertilizantes.
Wander (2014)	Aspectos de produção de arroz	Revisão	Complementa panorama de manejo e produtividade.

Fonte: O autor.

#### 4.1. DIFERENTES ADUBAÇÕES NA RIZIPISCICULTURA

A literatura demonstra que a rizipiscicultura permite integrar fontes diversas de nutrientes ao sistema produtivo. Rossato (2022) descreve que agricultores do Sul do Brasil utilizam tanto a adubação mineral convencional, com fertilizantes de base e cobertura, quanto o aporte de nutrientes oriundos da criação de peixes. O autor destaca que essa combinação reduz gradualmente a dependência de insumos sintéticos, mantendo produtividades semelhantes às do cultivo tradicional. Já Franchini (2023) quantifica a ciclagem de nutrientes nos viveiros integrados e evidencia que apenas 25 a 30% do N e P da ração são assimilados pelos peixes,

restando a maior parte no sedimento e na coluna d'água. Esse excedente, por sua vez, funciona como fertilizante natural para o arroz, diminuindo a necessidade de adubação química.

Fernandes et al. (2023) ampliam a discussão ao explorar o uso de *Azolla–Anabaena*, uma associação de feto aquático e cianobactéria fixadora de N. Os resultados demonstram que o consórcio é eficiente em enriquecer o solo com N, possibilitando reduzir doses de ureia em até 30%. Além de reduzir custos, essa prática oferece alternativas para agricultores familiares e sistemas de base agroecológica. Por outro lado, Scheidt (2020) alerta que a utilização exclusiva de fontes orgânicas ou biológicas ainda não garante níveis ideais de P e K, nutrientes igualmente determinantes para o arroz, sendo recomendada a integração entre diferentes fontes.

Na Ásia, onde a rizipiscicultura é historicamente mais consolidada, Berg (2023) e Sathoria; Roy (2022) apontam estratégias semelhantes. Em Bangladesh, a adubação orgânica é associada a efluentes de piscicultura, promovendo redução do uso de insumos químicos e aumento da fertilidade do solo. Esses resultados se aproximam das experiências brasileiras, mas com a diferença de que, no contexto asiático, a prática é aplicada em pequenas propriedades com forte caráter de subsistência, enquanto no Brasil começa a ganhar espaço em modelos de produção mais tecnificados.

Em síntese, os estudos convergem em apontar a rizipiscicultura como meio de reduzir a dependência de fertilizantes minerais, mas divergem quanto à capacidade de substituir totalmente esses insumos. Enquanto Franchini (2023) e Fernandes (2023) defendem a potencialidade dos aportes biológicos e dos efluentes, autores como Scheidt (2020) e Vargas (2023) reforçam que ainda é necessário equilíbrio no fornecimento de macro e micronutrientes.

#### 4.2. PRODUTIVIDADE DO ARROZ NOS SISTEMAS INTEGRADOS

A produtividade é o ponto central na avaliação da viabilidade da rizipiscicultura. A meta-análise conduzida por Fernández-Zátrate (2025) sistematizou resultados de diferentes regiões e mostrou que, em média, o sistema integrado apresenta rendimentos de 4,4 t ha<sup>-1</sup> de arroz e 1,38 t ha<sup>-1</sup> de peixe por ciclo, sem perdas significativas quando comparado ao monocultivo de arroz. Esses dados reforçam a ideia de que a integração não compromete a produção agrícola, ao contrário do que argumentam alguns críticos da adoção de sistemas consorciados.

No Brasil, Rossato (2022) obteve produtividades acima de 9 t ha<sup>-1</sup> de arroz irrigado integrado à piscicultura, resultados comparáveis às melhores médias nacionais. Entretanto, Araújo (2022) relata experiências de agricultores familiares que apontaram oscilações nos rendimentos, em parte atribuídas à falta de assistência técnica e ao manejo inadequado da

densidade de peixes. Esse contraste mostra que os ganhos de produtividade dependem fortemente do nível de tecnologia empregado e das condições locais de manejo.

Banjara et al. (2021) ao analisarem a produção global, lembram que a rizipiscicultura pode ser estratégica para enfrentar os desafios da demanda futura, estimada em crescimento de 25% até 2050. Nesse cenário, integrar peixes e arroz pode aumentar a eficiência do uso da água e do solo, mas o sucesso está diretamente relacionado à gestão correta da fertilidade do solo.

O aspecto mais interessante ao comparar os autores é a diversidade de resultados. Enquanto Fernández-Zátrate (2025) reforça a estabilidade produtiva do sistema, Araújo (2022) e Assis (2023) evidenciam dificuldades operacionais em contextos de pequena escala. Essa divergência sugere que a produtividade da rizipiscicultura não é um dado fixo, mas depende de fatores como tecnologia, clima, densidade de peixes e tipo de adubação.

#### 4.3. QUALIDADE DO ARROZ E EFEITOS DA ADUBAÇÃO

Embora grande parte da literatura foque na produtividade, alguns estudos abordam também a qualidade do grão. Fernandes et al. (2023) relatam que o uso de Azolla não compromete características nutricionais ou tecnológicas, permitindo inclusive certificação orgânica. Já Vargas (2023) ressalta que, em solos alagados, a deficiência de micronutrientes como Zn pode comprometer a qualidade nutricional do arroz, especialmente quando há excesso de matéria orgânica proveniente da piscicultura.

Escabora (2023) acrescenta que a rizipiscicultura, ao diversificar a produção e reduzir o uso de agroquímicos, pode atender a nichos de mercado interessados em produtos mais sustentáveis. Contudo, o autor também alerta que ainda faltam pesquisas sistemáticas sobre o impacto direto dos efluentes de piscicultura na qualidade tecnológica do grão, como textura, tempo de cocção e teor de amido.

No contexto internacional, estudos como o de Berg (2023), demonstram que sistemas integrados tendem a reduzir a necessidade de pesticidas, já que os peixes ajudam no controle de pragas aquáticas, resultando em menor contaminação química do arroz. Isso sugere que a qualidade do produto não está apenas relacionada à adubação, mas também a fatores indiretos que o sistema integrado proporciona.

#### 4.4. ESPÉCIES DE PEIXES E INTERAÇÕES COM A ADUBAÇÃO

A escolha da espécie de peixe é outro aspecto determinante. No Brasil, Rossato (2022) e Araújo (2022) relatam o uso predominante de carpas e tilápias. A primeira contribui para a mineralização de nutrientes ao revolver o solo do arrozal, enquanto a tilápia aproveita melhor os alimentos naturais da lâmina d'água. Escabora (2023) destaca que a densidade populacional dos peixes influencia diretamente a ciclagem de nutrientes: densidades muito altas podem gerar acúmulo de matéria orgânica e deficiência de O<sub>2</sub>, prejudicando tanto a piscicultura quanto o arroz.

No cenário internacional, Berg (2023) e Fernández-Zátrate (2025) relatam a inclusão de espécies variadas, como enguias e camarões, que melhoram a ciclagem de nutrientes, mas exigem maior complexidade no manejo. Sathoria; Roy (2022) registram a adoção tradicional do consórcio em regiões da Índia, onde a alternância entre arroz e peixe segue o regime hídrico natural, reduzindo custos e aproveitando a sazonalidade das cheias.

Portanto, observa-se que a escolha da espécie influencia não apenas o rendimento da piscicultura, mas também a dinâmica da fertilidade no arrozal. Esse ponto reforça a necessidade de pesquisas regionais, já que as condições climáticas e a disponibilidade de espécies variam entre países e contextos produtivos.

#### 4.5. INTERPRETAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS LEVANTADOS

De modo geral, os estudos revisados confirmam que a integração arroz-peixe melhora a ciclagem de nutrientes e possibilita a redução do uso de fertilizantes minerais sem comprometer a produtividade do arroz. Enquanto Rossato (2022) e Fernández-Zátrate (2025) mostram resultados consistentes de alta produtividade, Araújo (2022) e Assis (2023) evidenciam limitações quando o manejo é inadequado ou a assistência técnica é insuficiente. Autores como Fernandes (2023) e Franchini (2023) exploram alternativas sustentáveis, como o uso de Azolla e o aproveitamento de efluentes, mas reconhecem que ainda não é possível eliminar completamente o adubo mineral.

Do ponto de vista prático, a rizipiscicultura apresenta-se como tecnologia limpa, que alia produção de alimento, redução de impactos ambientais e diversificação de renda. No entanto, ainda carece de mais estudos de longo prazo para avaliar os efeitos cumulativos sobre o solo, a qualidade nutricional do arroz e a viabilidade econômica em diferentes escalas produtivas.

Assim, pode-se observar que a rizipiscicultura é eficiente em termos de adubação, desde que manejada com equilíbrio entre fontes minerais e orgânicas, escolha adequada de espécies de peixes e práticas de monitoramento da fertilidade. Essa integração oferece respostas



promissoras ao desafio de aumentar a produção de arroz de forma sustentável, mas abre também novas perguntas que exigem pesquisa científica continuada.

A revisão evidencia que, embora exista consenso de que a rizipiscicultura pode reduzir a dependência de adubação mineral, as conclusões variam quanto ao grau de eficiência dessa substituição. Enquanto Rossato (2022) e Fernández-Zátrate (2025) destacam que a produtividade do arroz em sistemas integrados pode se manter igual ou até superior ao monocultivo, Araújo (2022) observa reduções pontuais em propriedades familiares, o que pode ser explicado pela menor assistência técnica e pela falta de padronização no manejo da densidade de peixes.

Já Franchini (2023) mostra que o aporte de nutrientes provenientes da ração não é totalmente aproveitado pelos peixes, mas se transforma em fertilização natural para o arroz. Em contrapartida, Scheidt (2020) alerta que confiar apenas nos resíduos da piscicultura pode gerar deficiências em P e K, exigindo adição complementar.

Outro ponto de divergência refere-se à escolha das espécies de peixes. Araújo (2022) e Escabora (2023) reforçam o papel positivo das carpas, que revolvem o solo e facilitam a mineralização, enquanto Berg (2023) e Fernández-Zátrate (2025) testaram espécies como enguias e camarões, com bons resultados em fertilidade, mas maior complexidade de manejo. Essa diferença sugere que a eficiência do sistema não está apenas na adubação, mas também na espécie escolhida e na densidade populacional.

Em relação à qualidade do arroz, Fernandes (2023) e Escabora (2023) identificam ganhos mercadológicos na certificação orgânica e no valor agregado, enquanto Vargas (2023) chama atenção para deficiências de micronutrientes em ambientes com excesso de matéria orgânica. Isso mostra que a integração traz vantagens ambientais e econômicas, mas exige atenção para não gerar desequilíbrios nutricionais.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão bibliográfica teve como objetivo verificar, com base na literatura científica, a eficiência do uso da adubação na produção de arroz em sistemas de rizipiscicultura. Os estudos analisados mostram que o sistema integrado constitui uma alternativa promissora à agricultura convencional, permitindo aproveitar nutrientes oriundos da piscicultura e, assim, reduzir a dependência de adubos minerais.

A rizipiscicultura pode proporcionar produtividades equivalentes ou superiores às do monocultivo, principalmente em propriedades de menor escala, a eficiência depende de manejo adequado e assistência técnica. A diversidade de espécies de peixes empregadas também se mostra um fator decisivo, com destaque para carpas e tilápias no Brasil.

Do ponto de vista da qualidade do arroz, o uso de *Azolla*–*Anabaena* e o aproveitamento de efluentes contribuem para sistemas mais sustentáveis e até para certificações de base orgânica. Contudo, persistem desafios relacionados ao equilíbrio de nutrientes.

De forma crítica, pode-se afirmar que a rizipiscicultura é eficiente em termos de aproveitamento da adubação e representa uma estratégia viável para conciliar produtividade, sustentabilidade ambiental e diversificação da renda agrícola. No entanto, ainda carece de mais investigações de longo prazo, sobretudo em solos brasileiros, para consolidar recomendações técnicas seguras e adaptadas a diferentes contextos produtivos.

Assim, este estudo reforça que a rizipiscicultura não deve ser vista apenas como prática alternativa, mas como caminho estratégico para a produção sustentável de arroz frente aos desafios de segurança alimentar e conservação de recursos naturais.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVILA, L. A.; MARCHESAN, E.; CAMARGO, E. R.; MEROTTO JR., A.; ULGUIM, A. R.; NOLDIN, J. A.; ANDRES, A.; MARIOT, C. H. P.; AGOSTINETTO, D.; DORNELLES, S. H. B.; MARKUS, C. Eighteen years of Clearfield™ rice in Brazil: what have we learned? *Weed Science*, v. 69, n. 5, p. 585–597, 2021.
- ARAÚJO, N. D.; CONCEIÇÃO, P. H. Estudo de caso sobre a rizipiscicultura. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Agronegócios) - Faculdade de Tecnologia de Presidente Prudente, Presidente Prudente, SP, 2022.
- BANJARA, T. R.; BOHRA, J. S.; KUMAR, S.; RAM, A.; PAL, V. Diversification of rice–wheat cropping system improves growth, productivity and energetics of rice in the Indo-Gangetic Plains of India. *Agricultural Research*, v. 11, n. 1, p. 48-57, 2022.
- BENÍCIO, L. P. Overview of the use of phosphate fertilizers in brazil, a review. *Agri-environmental sciences*, v. 8, n. 2, p. 12, 20 dez. 2022.  
<https://doi.org/10.36725/agries.v8i2.7761>.
- BERG, H.; LAN, T. H. P.; TAM, N. T.; TRANG, D. H.; VAN, P. H. T.; DUC, H. N.; DA, C. T. An ecological economic comparison between integrated rice-fish farming and rice monocultures with low and high dikes in the Mekong Delta, Vietnam. *Ambio*, v. 52, n. 9, p. 1462-1474, 2023.
- CASTRO, N. R.; BARROS, G. S. C.; SILVA, A. F.; FACHINELLO, A. L.; SILVA, R. P.; ALVES, L. R. A. Produto interno bruto nos segmentos da cadeia orizícola brasileira. *Revista de Política Agrícola*, v. 31, n. 4, p. 98-98, 2022.
- ESCABORA, I. G.; DEHN, M. A.; MONTEIRO, L. N. H.; ZANINI, M. A. B. RIZIPISCICULTURA: CULTIVARES UTILIZADAS. In: Anais do UNIC-Congresso Regional de Práticas Investigativas. 2023. p. 260-260.
- FAGERIA, N. K.; DE MORAIS, O. P.; DOS SANTOS, A. B. NITROGEN USE EFFICIENCY IN UPLAND RICE GENOTYPES. *Journal of Plant Nutrition*, v. 33, n. 11, p. 1696–1711, 2 ago. 2010. <https://doi.org/10.1080/01904167.2010.496892>.
- FAÍSCA, V. M.; FREIRE, T. M.; VIANA, L. P. A cultura do arroz no Brasil: evolução, importância e perspectivas. *Revista Ceres*, v. 70, n. 4, p. 399–408, 2023.
- FAÍSCA, C. M.; FREIRE, D.; VIANA, C. M. Changing rice geographies: a long-term perspective of Portuguese regional production (1860-2018). Historia agraria: *Revista de agricultura e historia rural*, n. 91, seq. Historia agraria: Revista de agricultura e historia rural, p. 99–128, 2023.
- FARZANA, S.; SARKAR, A.; HOSENUZZAMAN, M.; GALIB, M. A. A.; HOQUE, M. A. Effects of zinc on growth and yield of rice cv. BRRI dhan29 under alternate wetting and

drying water management practice. **Journal of Agriculture, Food and Environment**, v. 2, n. 3, p. 25-30, 2021.

FERNANDEZ-ZATRATE, Franklin et al. Sustainable rice–fish farming systems: a systematic review and meta-analysis. **Aquaculture Research**, v. 2025, n. 1, p. 4029275, 2025.

FRANCHINI, A. C. Uso e eficiência de recursos naturais no cultivo de peixes, camarões e vegetais. 2023.

ISHFAQ, M.; WANG, Y.; XU, J.; HASSAN, M. U.; YUAN, H.; LIU, L.; HE, B.; EJAZ, I.; WHITE, P. J.; CAKMAK, I.; CHEN, W.-S.; WU, J.; VAN DER WERF, W.; LI, C.; ZHANG, F.; LI, X. Improvement of nutritional quality of food crops with fertilizer: a global meta-analysis. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 43, n. 6, p. 74, 2023.

JOHNSTON, A. E.; POULTON, P. R.; FIXEN, P. E.; CURTIN, D. Phosphorus: its efficient use in agriculture. **Advances in agronomy**, v. 123, p. 177-228, 2014.

LEÃO, P. C. S.; CARVALHO, J. N. Tropical Viticulture in Brazil: São Francisco Valley as an Important Supplier of Table Grapes to the World Market. In: Latin American Viticulture Adaptation to Climate Change: Perspectives and Challenges of Viticulture Facing up Global Warming. Cham: Springer International Publishing, 2024. p. 47-59.

MUTHAYYA, S.; RAH, J. H.; SUGIMOTO, J. D.; ROOS, F. F.; KRAEMER, K.; BLACK, R. E. The global hidden hunger indices and maps: an advocacy tool for action. **PloS one**, v. 8, n. 6, p. e67860, 2013.

PARDO, A. F. J. Uso da Landoltia Punctata no tratamento do efluente de piscicultura resultante do SRA com reator de biofilme aerado em membrana. 2022.

PARÉ, G.; TRUDEL, M.-C.; JAANA, M.; KITSIOU, S. Synthesizing information systems knowledge: A typology of literature reviews. **Information & management**, v. 52, n. 2, p. 183-199, 2015.

REIS, M. S.; SOARES, A. A.; SOARES, P. C.; CORNÉLIO, V. M. O. Absorção de N, P, K, Ca, Mg e S pelo arroz irrigado influenciada pela adubação nitrogenada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 707-713, 2005.

ROSSATO, S.; BISOGNIN, J.; BITENCOURT, M. A.; HOPPE, L. S.; FREITAS, K. S.; VICENTE, W. L. C.; FONTOURA, J. J.; STRECK, E. A. Rizipiscicultura: uma forma de produzir de forma sustentável: Rizipisciculture: a way of producing sustainably. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 10, p. 69534-69548, 2022.

SATHORIA, P.; ROY, B. Sustainable food production through integrated rice-fish farming in India: A brief review. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 37, n. 5, p. 527-535, 2022.

SCHEIDT, G. N. Manejo da fertilização em arroz irrigado: perspectivas de aumento de eficiência. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 3, p. 181–190, 2020.

SHRESTHA, J.; KANDEL, M.; SUBEDI, S.; SHAH, K. K. Role of nutrients in rice (*Oryza sativa* L.): A review. **Agrica**, v. 9, n. 1, p. 53, 2020. <https://doi.org/10.5958/2394-448X.2020.00008.5>.

SILVA, K. E. M. da; MARCELO, C. M.; FRANCISMEIRE, B.; KARINA, G. D. S.; SERGIO, M. A.; ANDRESSA, G. M.; MARLEY, M. U. Effect of selective micronutrients on productivity of upland rice varieties. **African Journal of Agricultural Research**, v. 18, n. 5, p. 346–352, 31 maio 2022. <https://doi.org/10.5897/AJAR2022.15994>.

SILVA, S. A.; SILVA, G. M. M.; CRUZ, S. N.; BRASIL, D. F.; FARIAS, N. B. S.; OLIVEIRA, J. E. L. Relato de experiência: sistema interativo de piscicultura e agricultura: avaliando a sustentabilidade nas dimensões econômica, ambiental e social. **CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES**, v. 17, n. 1, p. 9258–9279, 2024.

SNYDER, H. Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. **Journal of business research**, v. 104, p. 333-339, 2019.

SREENIVASULU, N.; ZHANG, C.; TIOZON JR., R. N.; LIU, Q. Post-genomics revolution in the design of premium quality rice in a high-yielding background to meet consumer demands in the 21st century. *Plant Communications*, v. 3, n. 3, 2022. VARGAS, J. R. Manejo nutricional e sustentabilidade da rizicultura irrigada no Brasil. **Ciência Rural**, v. 53, n. 5, p. e20220873, 2023.

WANDER, A. E.; SILVA, O. F. da. Rentabilidade da produção de arroz no Brasil. 2014. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1016409>. Acesso em: 8 ago. 2025.

WANGA, M. A.; SHIMELIS, H.; MASHILO, J.; LAING, M. D. Opportunities and challenges of speed breeding: A review. **Plant Breeding**, v. 140, n. 2, p. 185–194, abr. 2021. <https://doi.org/10.1111/pbr.12909>.

WATANABE, H. S.; VENTURA, I. F. S.; SOUZA, J. M.; MONTEIRO, L. N. H.; ZANINI, M. A. B. COMPARATIVO ENTRE A RIZIPISCICULTURA E O CULTIVO EM VÁRZEA NA CULTURA DO ARROZ. In: **Anais do UNIC-Congresso Regional de Práticas Investigativas**. 2023. p. 228-228.