

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
ESCOLA POLITÉCNICA E DE ARTES  
CURSO DE AGRONOMIA**

**EFEITO DE DIFERENTES DOSAGENS DE FTE NA GERMINAÇÃO E  
CRESCIMENTO INICIAL DO ARROZ (*Oryza sativa* L.)**

**ALAN CALIXTO ALVARENGA**

**GOIÂNIA  
2023**

ALAN CALIXTO ALVARENGA

**EFEITO DE DIFERENTES DOSAGENS DE FTE NA GERMINAÇÃO E  
CRESCIMENTO INICIAL DO ARROZ (*Oryza sativa* L.)**

Artigo apresentado como requisito parcial para a composição de média final na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do curso de graduação em Agronomia, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, PUC-GO.

Orientador: Prof. Dr. Jales Teixeira Chaves Filho

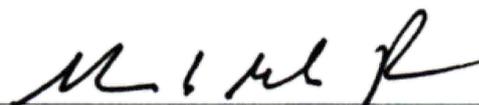
**Goiânia**

**2023**

ALAN CALIXTO ALVARENGA

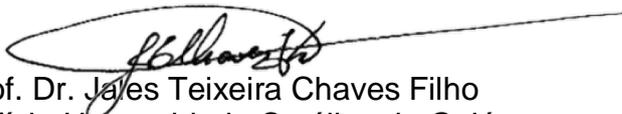
**EFEITO DE DIFERENTES DOSAGENS DE FTE NA GERMINAÇÃO E  
CRESCIMENTO INICIAL DO ARROZ (*Oryza sativa* L.)**

**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Dr. Adriano de Melo Ferreira  
Universidade estadual de Goiás

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Roberta Paula de Jesus  
Pontifícia Universidade Católica de Goiás



Prof. Dr. Jales Teixeira Chaves Filho  
Pontifícia Universidade Católica de Goiás

GOIÂNIA

2023

## RESUMO

ALVARENGA, A. C.; **EFEITO DE DIFERENTES DOSAGENS DE FTE NA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DO ARROZ (*Oryza sativa* L.).2023. 27f. Trabalho de Conclusão de Curso- Bacharelado em Agronomia, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, PUC-GO.2023.**

O arroz (*Oryza sativa* L.) é o segundo cereal mais cultivado, sendo considerado o principal alimento da população mundial. A produção é afetada diretamente pela qualidade nutricional da lavoura, sendo que o fornecimento de micronutrientes é essencial para o desenvolvimento da cultura afetando significativamente a qualidade da cultura do arroz. O objetivo deste trabalho é analisar o uso de diferentes dosagens de FTE BR12 sob a germinação e o crescimento inicial do arroz, visando determinar os limites para o bom desenvolvimento da cultura em sua fase inicial de desenvolvimento. O experimento foi conduzido no laboratório de Biologia Vegetal da PUC GO, em parcelas estabelecidas em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), distribuídos em cinco tratamentos: 50;100; 200; 400 Kg/ha de FTE BR-12 e a testemunha (0 Kg/ha). Cada tratamento foi estabelecido com quatro repetições, e o experimento foi conduzido durante 20 dias. A análise estatística foi realizada através de ANOVA, onde foram analisados os parâmetros de germinabilidade, altura das plantas, tamanho das raízes e matéria seca das plantas. Os resultados observados no presente trabalho indicaram que a aplicação de FTE BR-12 nas dosagens utilizadas nos tratamentos não afetaram de forma significativa os parâmetros analisados ao nível de 5% de significância. Conclui-se que, o arroz em sua fase inicial de crescimento de desenvolvimento não foi afetado pelas diferentes dosagens de FTE (entre 50Kg/ha até 400Kg/ha) sendo o mesmo observado para a testemunha. Possivelmente, durante a fase inicial de desenvolvimento, o requerimento por micronutrientes seja baixo e a quantidade existente nas reservas da semente seja suficiente para suprir as necessidades da planta.

Palavras-Chaves: Aplicação. Desenvolvimento. Micronutrientes.

## ABSTRACT

ALVARENGA, A. C.; **EFFECT OF DIFFERENT DOSAGES OF FTE ON GERMINATION AND INITIAL GROWTH OF RICE (*Oryza sativa* L.)**.2023. 27f. Course Completion Work - Bachelor's degree in Agronomy, from the Pontifical Catholic University of Goiás, PUC-GO.2023.

Rice (*Oryza sativa* L.) is the second most cultivated cereal, considered the main food for the global population. The production is directly affected by the nutritional quality of the crop, with the supply of micronutrients being essential for the development of the culture, significantly impacting the quality of rice cultivation. The aim of this study is to analyze the use of different doses of FTE BR12 on the germination and initial growth of rice, aiming to determine the limits for the proper development of the culture in its initial development phase. The experiment was conducted in the Plant Biology laboratory at PUC GO, in plots arranged in a completely randomized experimental design (CRD), distributed in five treatments: 50; 100; 200; 400 kg/ha of FTE BR-12, and the control (0 kg/ha). Each treatment was established with four replications, and the experiment lasted for 20 days. Statistical analysis was performed through ANOVA, where germination parameters, plant height, root size, and plant dry matter were analyzed. The results observed in this study indicated that the application of FTE BR-12 at the doses used in the treatments did not significantly affect the analyzed parameters at the 5% significance level. It is concluded that rice in its initial growth and development phase was not affected by different doses of FTE (ranging from 50 kg/ha to 400 kg/ha), as observed in the control. Possibly, during the initial development phase, the requirement for micronutrients is low, and the amount existing in the seed reserves is sufficient to meet the plant's needs.

Keywords: Application. Development. Micronutrients.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVO	9
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
4. MATERIAIS E MÉTODOS	13
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

## 1. INTRODUÇÃO

O arroz é o segundo cereal mais cultivado, sendo considerado o principal alimento da população mundial com consumo médio em torno de 54 kg/pessoa/ano, já no Brasil esse número é de 32 kg/pessoa/ano (EMBRAPA, 2008; USDA, 2020). No Brasil, 95 % da população consome arroz ao menos uma vez por dia, principalmente o tipo “agulhinha”, que faz parte da classe longo fino (CONAB, 2015). Nos anos de 2018 a 2019, foram consumidos cerca de 10,6 milhões de toneladas de arroz, sendo que deste, 1,1 milhão de toneladas da produção foram destinadas ao mercado externo (WANDER; SILVA; FERREIRA, 2021).

O arroz é considerado um alimento de excelente balanceamento nutricional, pois fornece 20% da energia e 15% da proteína necessária ao ser humano (EMBRAPA, 2021). Além disso, possui uma alta concentração de amido, minerais, vitaminas, proteína e baixo teor de lipídios (WALTER; MARCHEZAN; DE AVILA, 2008).

A cultura do arroz possui ampla adaptabilidade para cultivo considerando condições climáticas e de solo (EMBRAPA, 2023). Sendo assim, muitas vezes com o intuito de alcançar uma produção considerada ótima, torna-se fundamental que o processo de adubação seja feito de forma eficiente, racional e equilibrada (ZONTA *et al.*, 2021). Além de levar em consideração a qualidade dos adubos, é preciso ter cuidado quanto ao modo de aplicação, o método, a dosagem, a prática de manejo e as características do solo também influencia na produção agrícola de inúmeras colheitas (VILAR, 2023).

Sabe-se que com o uso excessivo do solo, a capacidade de fornecer nutrientes às plantas ficam defasadas, sendo necessário portanto medidas de correção e manutenção, feitas a partir da utilização de adubos orgânicos e/ou minerais no solo. No entanto, é preciso utilizar o uso consciente com doses específicas e recomendadas, pois o uso exagerado de adubos pode acarretar o aumento dos sais e de substâncias tóxicas.

Dentre os adubos utilizados no Brasil, tem-se o adubo mineral que são

produtos de natureza inorgânica, natural ou sintético, obtidos através de processos físicos, químicos ou físico-químicos, e que podem fornecer um ou mais nutrientes à planta (ZONTA *et al.*,2021). Nota-se que, apesar dos avanços na agricultura, seja de fertilização, tecnologia e/ou instrumentos, os sintomas relacionados à deficiência e toxicidade nutricional vem corriqueiramente ocorrendo e torna-se um forte agravo na produção e na qualidade deste produto. Os solos, principalmente os ácidos, como é o caso dos solos do Cerrado, sofrem com deficiência nutricional do Cálcio (Ca) e do Magnésio (Mg), assim como outros macros e micronutrientes.

No que concerne aos micronutrientes pode-se inferir principalmente a deficiência a partir do Zinco (Zn), Boro (B) e do Cobre (Cu), que afeta significativamente a qualidade da cultura, principalmente a de arroz, pois, trata-se de uma cultura, que precisa estar em condições ótimas para desenvolvimento.

## **2. OBJETIVO**

O objetivo deste trabalho foi analisar o uso de diferentes dosagens de FTE BR12 e seu efeito sob a germinação e o crescimento inicial do arroz, visando determinar os limites para o bom desenvolvimento da cultura em sua fase inicial de desenvolvimento.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O arroz (*Oryza sativa L.*) é uma gramínea da família Poaceae, e acredita-se que sua origem tenha sido na Ásia. O arroz é considerado o principal alimento consumido no mundo e sua produção mundial, equivale a mais de 475 milhões de toneladas em grãos, sendo destes, cerca de 8,3 milhões produzidos no Brasil (USDA/FAS, 2015). Segundo dados disponibilizados pela FAO (2018), o Brasil posicionava-se em 2016 no 9º lugar de maior produtor de arroz do mundo.

O surgimento do cultivo do arroz não é exatamente conhecido, porém suspeita-se que tenha tido início na China, visto que por volta de 2.800 a.C. esta era a planta sagrada do imperador da China (FLANDRIN & MONTANARI, 1998). No Brasil, a introdução destas culturas, iniciou-se em 1530, na capitania de São Vicente e espalhou por regiões litorâneas, principalmente no estado do Nordeste (PEREIRA, 2002). É válido salientar que foi somente em 1904 que surgiu no estado do Rio Grande do Sul, especificamente no município de Pelotas a primeira lavoura empresarial. O grande impulso foi dado mediante o surgimento de locomotivas, e de máquinas a vapor, criando-se as bombas de irrigação que auxiliavam nas inundações das lavouras de arroz (PEREIRA, 2002).

Por ser uma cultura versátil, a planta do arroz adapta-se a diferentes tipos de solo e climas (PEREIRA et al., 2005). A depender das condições climáticas que variam de região para região, a semeadura no Brasil ocorre comumente entre os meses de agosto e janeiro, sendo sua colheita realizada entre os meses de novembro e maio (CANAL RURAL, 2012). Regiões como Centro-Oeste e nordeste do país, os quais possuem clima tropical, observa-se o cultivo por sistemas sequeiro, enquanto a região Sul do país utiliza-se sistema irrigado.

No que concerne ao processo de desenvolvimento da planta do arroz, sabe-se que a qualidade do grão se relaciona com a aparência física, as propriedades culinárias e sociais, além do valor nutricional (FITZGERALD et al., 2009). Deste modo, é preciso ter atenção quanto ao cultivo da planta e suas fases de desenvolvimento que são a vegetativa, reprodutiva e de maturação, cada fase possui uma duração de acordo com o modelo de cultivo, época de semeadura, região e condições do solo.

A germinação da semente do arroz acontece mediante hidratação total do grão integral, já que é essencial que o gérmen se encontre ainda presente; este processo ativa o metabolismo para a mobilização de nutrientes para o crescimento da radícula,

levando à síntese de enzimas como as amilases e proteases (PEREIRA *et al.*, 2023). Quando os nutrientes não se encontram no solo, a planta sofre inúmeros problemas. A deficiência de micronutrientes interfere significativamente na qualidade do produto, como exemplo a deficiência de Zinco, o qual afeta o crescimento da planta e a deficiência de Ferro, não afeta o crescimento, mas influencia na perda da nervura, dando coloração amarelada às folhas mais novas. A escassez de cobre inibe a formação de enzimas (fenolase e lacase), causando a esterilidade do grão e interfere na resistência da mesma a doenças (FAGERIA *et al.*, 2011).

Outro micronutriente que interfere no desenvolvimento das plantas é o boro que aparece em folhas novas e é caracterizado pela formação de folhas novas deformadas e esbranquiçadas, isso porque afeta a membrana celular, inibe a formação da ATPase, a absorção de nutrientes e com ela a esterilidade do grão (EPSTEIN & BLOOM, 2006).

Portanto, para que o processo de germinação do arroz aconteça de maneira satisfatória é preciso ter cuidado quando a preparação do solo. Os solos argilosos possuem capacidade de retenção de água elevada o que proporciona alto índice de matéria orgânica, sendo que o pH fica em torno de 6 a 7, ou seja quase neutro. Em solos com PH muito ácido, corre risco de toxicidade por alumínio e ferro, além da baixa disponibilidade de fósforo, o que pode interferir no desenvolvimento de raízes e perfilhamento da planta.

após a germinação a planta do arroz passa por três fases: a vegetativa, que vai desde a germinação ao primórdio floral, conhecida como perfilhamento, este processo é influenciado significativamente pela disponibilidade de nutrientes do solo, radiação solar e temperatura; fase reprodutiva que estende-se da iniciação do primórdio floral ao florescimento e a fase de maturação que vai desde o florescimento à maturação completa (VERGARA, 1970).

Independente da fase de desenvolvimento, é preciso que o solo possua condições mínimas de macro e micronutrientes essenciais para o seu desenvolvimento. Sendo assim, tem-se utilizado adubos que contribuem para o desenvolvimento da planta. Como se sabe, os micronutrientes nas plantas são utilizados em quantidades pequenas, porém, para obter a qualidade final do produto, é importante que estes estejam em quantidades adequadas durante seu crescimento. Assim, tem-se consolidado práticas de fertilização a partir do Zinco (Zn), Boro (B) e do Cobre (Cu) com intuito de garantir a produtividade das culturas. Diversos fatores

levam a esta necessidade, como por exemplo, o aumento excessivo de pH no solo, a escolha de técnicas agronômicas, redução da disponibilidade de micronutrientes, solos pobres, que tiveram cultivos intensos e excessivos.

O arroz é uma das culturas consideradas símbolo da exploração do Cerrado, sendo a deficiência de Zn a mais explícita. A maioria dos solos no bioma do Cerrado consiste em latossolos e argissolos altamente intemperizados. esses solos são caracterizados por serem ácidos e apresentarem baixa disponibilidade natural de zinco (LOPES *et al.*, 2016).

Plantas com deficiência de zinco apresentam redução nos níveis de RNA, o que leva a uma síntese de proteínas reduzida e dificuldade na divisão celular (MALAVOLTA *et al.*, 1997).

Dentre os adubos utilizados para a suplementação de micronutrientes tem-se o FTE (Elementos traços fritados) ou fritas, como é comumente conhecida. De acordo com Cantarutti *et al.* (1999) e Mortvedt, Cox, 1985, as fritas ou FTEs (Fritted Trace Elements), apesar de terem solubilidade baixa, ou seja, serem insolúveis em água, é um dos principais adubos utilizados, pois são produtos elaborados por fusão de sílica com micronutrientes e recomendados apenas para aplicação em solo. Segundo Van Raij (1991), quanto maior o tamanho das partículas destes produtos, menor a eficiência deles em fornecer micronutrientes para o sistema.

O produto comercial FTE BR 12 garante o mínimo de 9% Zn, 3% S, 2% Mn e 1,8% de B. As Fritas (FTE) são fontes de diversos micronutrientes, sendo adequadas para aplicação no solo, onde se dissolvem lentamente, liberando elementos necessários para o desenvolvimento das plantas (GALRÃO, 2004).

#### 4. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de Biologia Vegetal instalado no Instituto do Trópico Subúmido (ITS) localizado no Campus II da PUC Goiás.

A unidade experimental (parcela) utilizada no experimento foi um recipiente plástico com capacidade volumétrica 400 mL perfurado no fundo para drenagem de água que foi preenchido com substrato composto de solo de barranco, areia, adubo NPK e matéria orgânica curtida. Cada recipiente recebeu 20 sementes de arroz, cultivar de sequeiro BRS-A502 (Figura 1), que foram plantadas à 0,5 cm de profundidade.

Os tratamentos utilizados foram os seguintes:

- Tratamento 1: 50kg/ha FTE BR12
- Tratamento 2: 100kg/ha FTE BR12
- Tratamento 3: 200kg/ha FTE BR12
- Tratamento 4: 400kg/ha FTE BR12
- Tratamento 5: testemunha

A escolha da quantidade de FTE BR12 partindo-se de 50Kg/ha foi motivada pela indicação de literatura para o arroz, indicando-se tal valor como sendo ideal para a cultura. Foi realizado o cálculo da quantidade de FTE BR12 aplicado em cada tratamento convertendo-se a quantidade de cada tratamento em equivalente tomando-se por base o volume do substrato do recipiente.

Cada tratamento foi conduzido com 4 repetições, resultando em 20 parcelas, onde o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizados, baseado-se nos princípios da repetição e da casualização, ou seja, não há necessidade de controle local (CUNHA, 2017), por apresentar maior número de graus de liberdade associada ao erro.

O experimento foi conduzido durante 20 dias em condições de laboratório, onde as plantas receberam iluminação natural diariamente e água a cada dois dias. A germinação foi contabilizada entre os 5 dias após o início do experimento até os 20 dias. Após 20 dias do início do experimento foram coletados os dados referentes aos parâmetros: altura das plantas, que foi mensurado com régua milimétrica (Figura 2A), comprimento da raiz (Figura 2B) e peso da matéria seca das plantas que foi obtido colocando-se todas as amostras coletadas na estufa (Figura 2C) dentro de papel

pardo em uma temperatura de 72 °C durante 24h para total desidratação e posterior pesagem com auxílio de balança de precisão (Figura 2D).

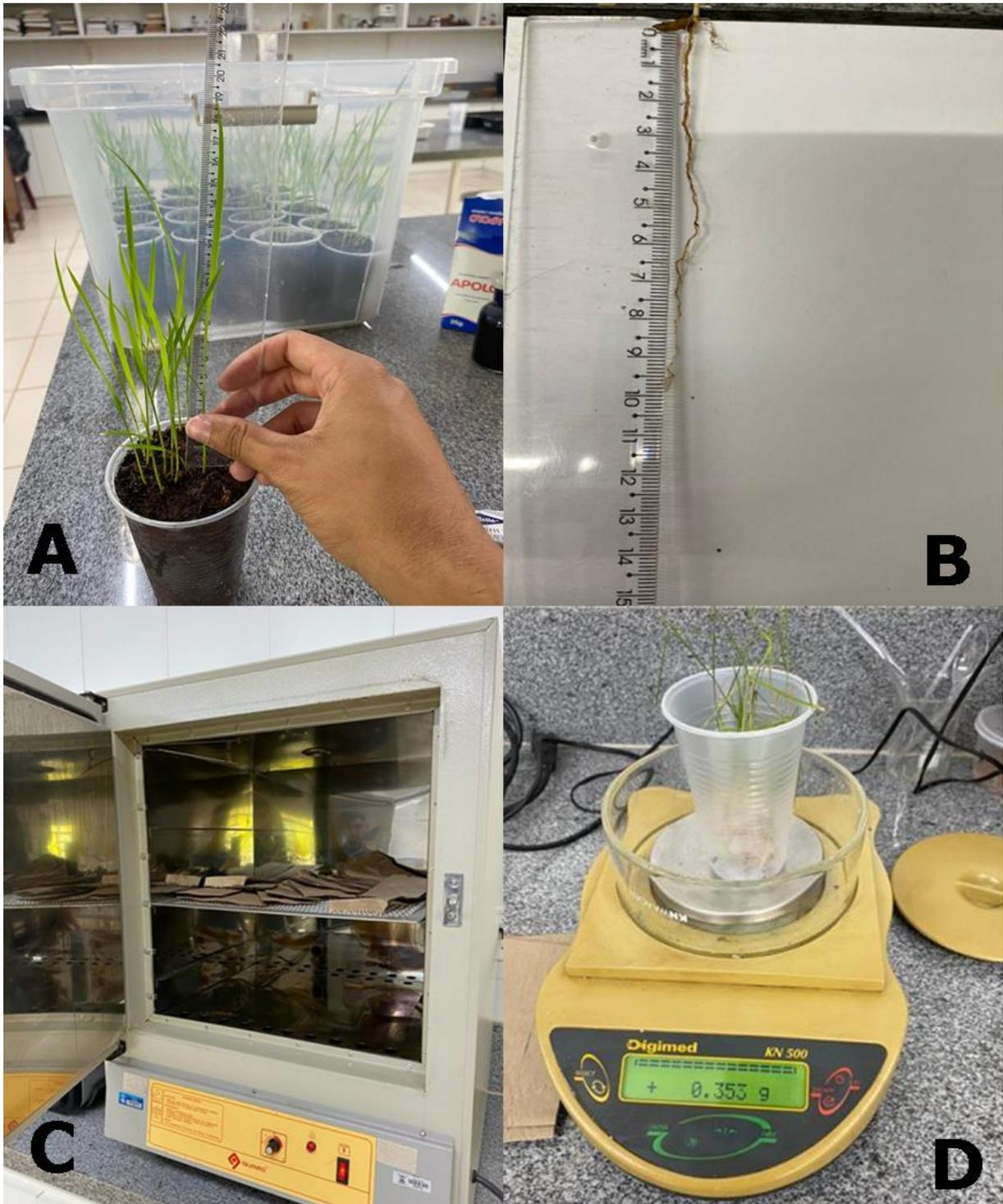
A análise estatística foi realizada através do método de análise de variância (ANOVA) para a verificação de diferenças estatísticas entre os tratamentos ao nível de 5% de significância.

**Figura 1.** Montagem do experimento para verificação do efeito das diferentes dosagens de FTE BR12 sobre a germinação e crescimento inicial em arroz (*Oryza sativa* L.) em condições de laboratório.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

**Figura 2.** Processo de coleta de dados do experimento para verificação do efeito das diferentes dosagens de FTE BR12 sobre a germinação e crescimento inicial em arroz (*Oryza sativa* L.) em condições de laboratório. A-Mensuração de altura das plantas de arroz na fase de crescimento inicial (20 dias); B-Mensuração do comprimento da raiz de plantas de arroz; C-Secagem em estufa das plantas coletadas; D-Pesagens das amostras desidratadas em balança de precisão.

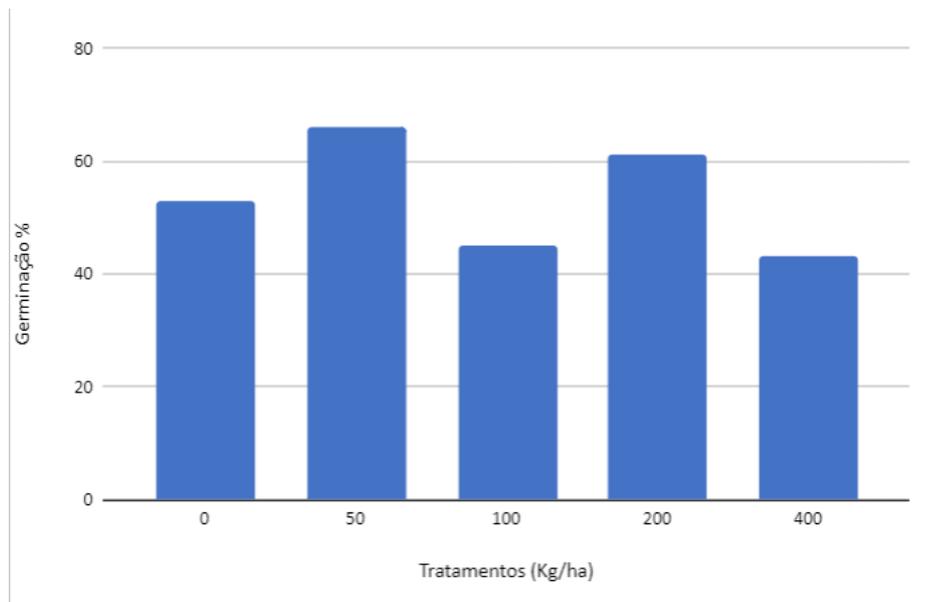


Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicaram que na germinação, não obteve diferença significativa de acordo com o teste ANOVA, onde  $p(0,238)$  onde as médias não diferiram estatisticamente entre si, embora os valores sejam numericamente diferentes. As médias de germinação para os tratamentos com 0, 50, 100, 200 e 400 Kg/ha de FTE BR12 foram respectivamente: 53%, 66%, 45%, 61%, 43% (Figura 3).

**Figura 3** – Porcentagem da germinação de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) em diferentes doses de FTE BR 12 em condições experimentais no Laboratório de Biologia Vegetal da PUC Goiás.



As sementes durante o processo de germinação absorvem água, ativando as enzimas que vão degradar os compostos de reserva dos cotilédones ou do endosperma, fornecendo nutrientes para o crescimento do embrião, até que a planta esteja desenvolvida, realizando fotossíntese e absorvendo nutrientes e água do solo (KERBAUY, 2019; TAIZ et al. 2017).

As diferentes dosagens do FTE não influenciaram a germinação do arroz cultivar BRS-A502 em condições experimentais, indicando que doses entre 50Kg/ha e 400Kg/ha, não promoveram alterações significativas nos valores observados.

Diversos micronutrientes são importantes como cofatores de enzimas

germinativas, inclusive na germinação de sementes (BASET MIA, 2015), porém, muitas sementes já apresentam os nutrientes necessários para a germinação armazenados na forma de quelados orgânicos (TAIZ et al. 2017), não sendo portanto necessário o suprimento externo.

Outro resultado que chama a atenção é que mesmo em dosagens maiores de FTE (200-400 Kg/ha), não houve redução significativa no processo de germinação.

Além disso, a deficiência de Mn faz com que a germinação das sementes não sejam atingidas. Nos estudos de Sharma et al., (1991), a deficiência de Mn reduziu as taxas de germinação das sementes. Outro micronutriente que pode interferir no processo de germinação é o B, como demonstram os estudos de Shelp et al. (1992) que ao pesquisar suas ações na cultura do brócolis, pode-se observar que a falta de Boro ocorre o aumento no teor de indol metil glucosinolato, que impede a germinação do pólen e o crescimento do tubo polínico.

Salienta-se que a escolha da semente é imprescindível no processo de germinação, isso se deve pois sementes de alta qualidade com germinação e vigor satisfatório contribui para um bom plantio (KRZYZANOWSKI *et al*, 1993). A semente utilizada neste estudo foi a BRS A502, considerada tolerante ao acamamento, possui alto potencial produtivo e qualidade nos grãos, o que contribuiu para os resultados obtidos quanto à germinação (FURTINI *et al*, 2020).

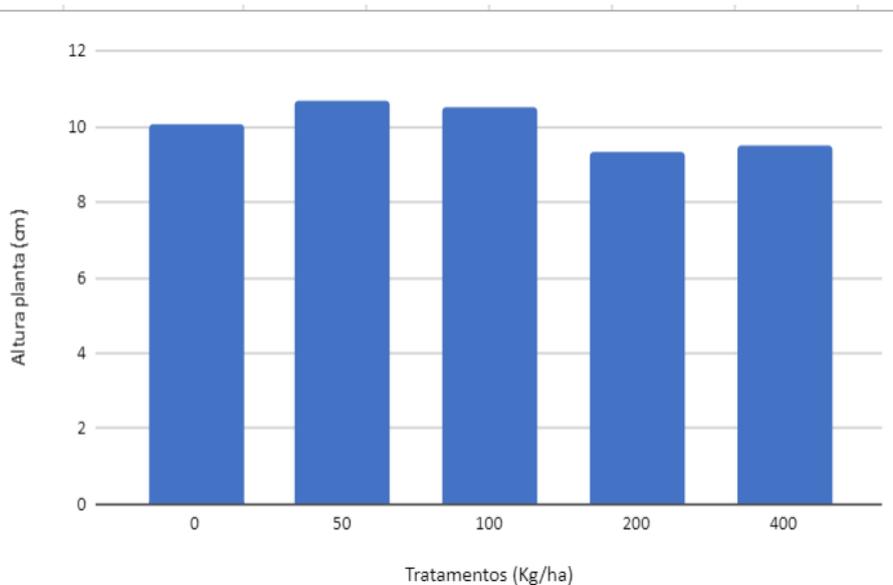
Isto se deve pois segundo Krzyzanowski e França-neto (2001) as sementes de arroz que possuem alto potencial e alto peso específico tem demonstrado superioridade quando comparado a sementes com baixa densidade, fator este que interfere diretamente no processo de germinação e desenvolvimento da plântula.

Estudos têm demonstrado que o recobrimento de sementes com alguns micronutrientes vem contribuindo para o desenvolvimento destes. No estudo de Funguetto et al. (2010) em sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) o qual utilizaram zinco geram plântulas com maior crescimento e que recobrimento das sementes com zinco não afeta a germinação. Já nas descobertas de Oliveira et al. (2016) utilizaram-se silício e puderam verificar que sua aplicação no tratamento de sementes proporciona a produção de sementes de arroz com maior vigor. Além disso, o uso de fertilizantes contendo micronutrientes nesta etapa, reduz o custo de aplicação (MARTINS et al., 2016; CERETTA *et al.*, 2005). De acordo com Ávila et al. (2006) o tratamento de sementes com micronutrientes tem contribuído significativamente para o manejo de certas culturas. Além disso, aumenta a produtividade e minimiza custos.

Deste modo, é importante observar que o processo de germinação deste estudo foi considerado satisfatório pois atendeu diferentes dimensões de podem interferir nessa etapa como, temperatura, hidratação, manejo, qualidade das sementes e quantidade suficiente de micronutrientes.

A altura das plantas foi apresentada na Figura 4, onde as médias em centímetros para os tratamentos com 0, 50, 100, 200 e 400 Kg/ha de FTE BR12 foram respectivamente: 10,08; 10,70; 10,53; 9,35; 9,52, não havendo diferenças estatísticas detectadas pela análise de variância (ANOVA) a nível de 5% de significância -p (0,685) >.

**Figura 4** – Altura das plantas de arroz (*Oryza sativa L.*) em fase inicial de crescimento e desenvolvimento em diferentes doses de FTE BR 12 em condições experimentais no Laboratório de Biologia Vegetal da PUC Goiás.



A altura de plantas em sua fase inicial é um importante parâmetro de crescimento, pois reflete o potencial de crescimento e produção de uma espécie (BASET MIA, 2015). No presente trabalho, a altura das plantas de arroz em fase inicial de crescimento embora numericamente diferentes entre si, de forma geral não apresentaram diferenças. Tal observação pode ser explicada pela idade das plantas mensuradas, no qual, na etapa em que foram tomadas as medidas, a contribuição da absorção radicular ainda era pequena, no qual é possível que as plantas ainda estivessem se nutrindo da reserva do endosperma da semente. Isso é corroborado pela altura da testemunha, no qual não apresentou diferença entre os demais tratamentos, no qual a testemunha não recebeu micronutrientes.

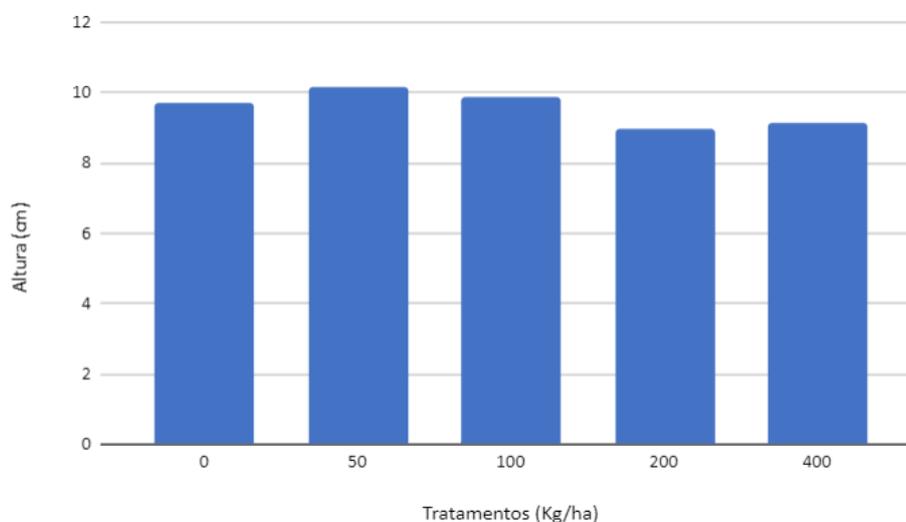
Adicionalmente não foi observada em nenhum dos tratamentos, sintomas de deficiência de micronutrientes e nem tampouco, sintomas de fitotoxicidade. Sugere-se que as plantas de arroz nos diferentes tratamentos teve condições satisfatórias relacionadas aos micronutrientes, pois não se observou retardo no crescimento das raízes, nem amarelamento das folhas, sintomas apontados por Fageria e Barbosa Filho, (2006). A deficiência de micronutrientes tem maior prevalência nesta fase é a de Boro a qual acontece de maneira localizada nas folhas novas e nos brotos. As pontas das folhas adquirem coloração branca e dobradiças (BARBOSA FILHO; FAGERIA; DA SILVA, 1999).

Andrade, Souza e Carvalho (1997) em seus estudos sobre as limitações nutricionais para a cultura do arroz irrigado em solo orgânico da região norte fluminense, identificaram que na omissão de K a planta do arroz reduziu a altura da planta.

Os resultados analisados do comprimento da raiz com 20 dias após o plantio, foi observado que a média entre os tratamentos não apresentou diferenças significativas de acordo com a análise de variância (ANOVA), onde  $p > 0,05$ .

As médias em centímetros dos tratamentos aplicados com 0, 50, 100, 200 e 400 Kg/ha de FTE BR12 foram respectivamente: 9,68; 10,14; 9,88; 8,97; 9,13.

**Figura 5** – Comprimento das raízes de plantas de arroz (*Oryza sativa L.*) em fase inicial de crescimento e desenvolvimento em diferentes doses de FTE BR 12 em condições experimentais no Laboratório de Biologia Vegetal da PUC Goiás.



Semelhante aos resultados apresentados pela média da altura das plantas mensuradas nos diferentes tratamentos, o comprimento médio das raízes também foi estatisticamente iguais.

Elementos fornecidos pelo FTE como o boro, zinco, cobre e manganês são importantes micronutrientes, essenciais ao pleno desenvolvimento das plantas, porém, em concentrações acima da tolerância, podem causar sintomas de toxidez (TAIZ et al, 2017; BASET MIA, 2015).

A aplicação de diferentes doses de FTE fornecendo micronutrientes não causou maior crescimento das plantas de arroz cultivar BRS-A502 quando comparados entre si e em relação à testemunha. Isso corrobora a ideia de que o período de crescimento observado no experimento (20 dias), a necessidade de micronutrientes possivelmente seja baixa. Desta forma, são necessários outros experimentos utilizando semelhantes dosagens em fases posteriores de crescimento e desenvolvimento do arroz, verificando a influência dos micronutrientes fornecidos pelo FTE sobre a produtividade.

Importante ressaltar que os resultados indicaram de forma indireta que as dosagens de FTE utilizadas no trabalho, não afetaram o crescimento das raízes.

As raízes do arroz normalmente dão fibras, possuem pêlos radiculares e são ramificadas, dando-lhes característica de raízes do tipo adventícias (PINHEIRO, 1999). Os pelos são os responsáveis pela absorção de água e de nutrientes, portanto quanto maior a quantidade de pêlos maior a capacidade de absorção de nutrientes pela planta (NUTRIÇÃO ANIMAL, 2013). No entanto, os pelos não são os únicos responsáveis pela absorção de nutrientes, podendo ter seu crescimento associada à: idade da planta (teve cerca 23 dias), a quantidade suficiente de oxigênio, o teor de umidade, a temperatura, o solo (textura, nutrientes, pressão osmótica) e método de cultivo adequado (DE CASTRO *et al*, 2021).

As raízes são os órgãos das plantas em contato direto com os nutrientes do solo, assim, são propensas a serem afetadas por esse ambiente (EPSTEIN; BLOOM, 2006). Como se observa no gráfico 5 não houve variação de acordo com os tratamentos analisados, o que pode ser justificado pela utilização de substrato composto por macronutrientes, assim como Crusciol et. al (2005) em seu estudo com diferentes doses de P e crescimento radicular no arroz, ele conclui que a adubação fosfatada tem influência direta com a produção de matéria seca radicular.

Sabe-se que a região do solo com maior riqueza de nutrientes são as camadas

superficiais, principalmente de nutrientes como P e K que são considerados pouco móveis. Neste sentido, para que sejam absorvidos pelas raízes é preciso que estas tenham sua maior área de contato nas camadas superficiais. No entanto, percebe-se que a raiz do arroz além de aprofundar o perfil do solo, possui pêlos radiculares, longos e abundantes, o que facilita a absorção de nutrientes mais solúveis em água como nitrogênio, cálcio e magnésio. Assim sendo, nota-se que as raízes analisadas no estudo tiveram seu comprimento satisfatório para a absorção de nutrientes que viabilizam o crescimento. Ou seja, os macros e micronutrientes puderam se integrar e atuar no desenvolvimento saudável da planta (GONÇALVES; LYNCH, 2014).

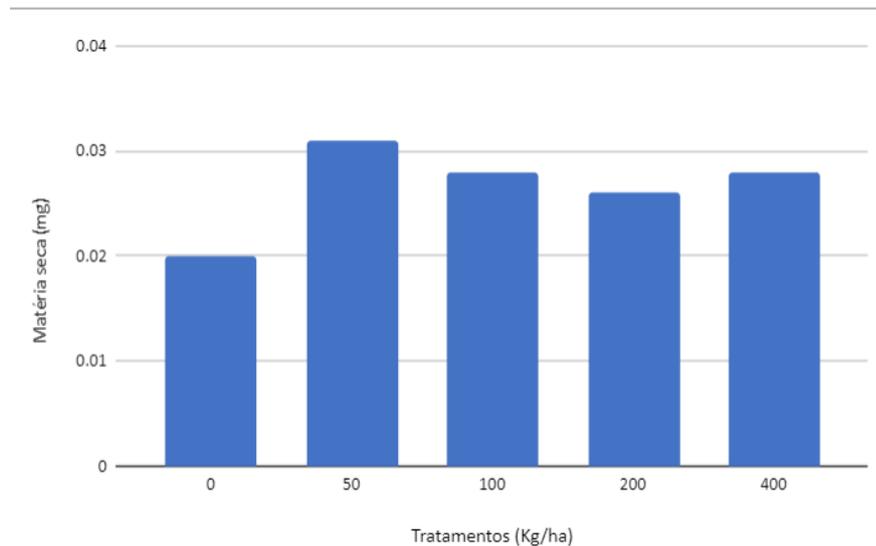
Nos estudos de Alves et. al (2011) sobre marcha de absorção de nutrientes na couve-flor, dentre os micronutrientes, o Fe encontra-se como o mais absorvido, seguido pelo Zn, Cu, Mn e B.

Quando o Fe está em menor quantidade que o necessário, este pode causar a deficiência na bomba de prótons e interfere na secreção de exsudatos das raízes, e nas diferentes formas de transporte de nutrientes pela membrana plasmática prejudicando a adaptabilidade das raízes.

O último resultado foi a determinação da matéria seca, foi observado que a média entre os tratamentos não houve diferença significativa de acordo com o teste onde  $-p (0,151) >$  as diferenças entre as médias não são estatisticamente significativas.

Os resultados indicaram que as médias da matéria seca de plantas segundo os tratamentos aplicados com 0, 50, 100, 200 e 400 Kg/ha de FTE BR12 foram respectivamente: 0,020; 0,031; 0,028; 0,026 e 0,028 mg/planta.

**Figura 6** – porcentagem de matéria seca de plantas de arroz (*Oryza sativa L.*) em fase inicial de crescimento e desenvolvimento em diferentes doses de FTE BR 12 em condições experimentais no Laboratório de Biologia Vegetal da PUC Goiás.



Os tratamentos que apresentaram uma singela diferença na quantidade de matéria seca, relaciona-se ao teor de água retido pela planta. Como sugere Sidiras e Vieira (1984), quanto maior o contato do solo com a raiz maior é a capacidade de absorção de água e nutrientes por unidade de raiz, o que faz com que tenha maior quantidade de matéria seca em plantas que tiveram maior capacidade de absorção. O estudo de Beutler e Centurion (2004), corrobora com esse achado, o que pode-se observar que a matéria seca da parte aérea e das raízes do arroz foi superior em solos que tiveram maior teor de água.

É válido ressaltar que a quantidade de matéria seca neste estudo relaciona-se à parte aérea e das raízes. De acordo com estudos de Segatto *et al* (2012), as frações de matéria seca varia em função dos estágios de desenvolvimento da planta do arroz, em seus estudos, observou-se que nos estágios iniciais as folhas representam 80% podendo chegar a 40% no final da emissão das folhas (BEUTLER; CENTURION, 2004). Este dado sugere que a maior quantidade de matéria seca obtida neste estudo é de folhas, fato este que relaciona-se ao estágio de desenvolvimento da planta que foi apenas de 20 dias. Como nos estudos de Hoffmann et al. (2010) sobre acúmulo de matéria seca, absorção e exportação de micronutrientes em variedades de bananeira, o acúmulo de Zn foi maior na parte aérea do que nas raízes aos 21 dias após o plantio.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Pode-se concluir com o presente trabalho experimental que o crescimento e desenvolvimento de plantas de arroz cultivar BRS-A502 não foram afetados pelas dosagens aplicadas nos tratamentos, de acordo com os parâmetros da análise de variância, sendo que possivelmente até os 20 dias de crescimento, as reservas da semente sejam capazes de suprir as necessidades da planta. Não foram observados sintomas de deficiência e de fitotoxicidade nas plantas, indicando que as concentrações utilizadas se encontram em faixa que pode ser utilizada no cultivo do arroz.

Novos estudos devem ser realizados, principalmente em fase de crescimento mais adiantadas para que seja observada a dosagem de FTE mais adequada para a produtividade desta importante cultura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, A. U., Prado, R. D. M., CORREIA, M. A. R., GONDIM, A. R. D. O., CECÍLIO FILHO, A. B., & Politi, L. S. (2011). **Couve-flor cultivada em substrato: marcha de absorção de macronutrientes e micronutrientes**. *Ciência e Agrotecnologia*, 35, 45-55.
- ANDRADE, W. E. de. B.; de SOUZA, A.F.;de CARVALHO,J.G. **LIMITAÇÕES NUTRICIONAIS PARA A CULTURA DO ARROZ IRRIGADO EM SOLO ORGÂNICO DA REGIÃO NORTE FLUMINENSE**. *R. bras. Ci. Solo*, Viçosa, V. 21, pag. 513-517, 1997.
- ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. de L.; SCAPIM, C. A.; MARTORELLI, D. T.; ALBRECHT, L. P.; FACIOLLI, F. S. **Qualidade fisiológica e produtividade das sementes de milho tratadas com micronutrientes e cultivadas no período de safrinha**. *Acta Scientiarum: Agronomy*, v. 28, n. 4, p. 535-543, 2006.
- BARBOSA FILHO, M.P.; FAGERIA, N.K.; SILVA, O.F.da. **Correção de deficiências de micronutrientes em arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa arroz e feijão,1999.21p. ( Embrapa Arroz e Feijão, documentos 93).
- BASET MIA, M.A. **Nutrition of crop plants**. New York: Nova Publishers, 2015. 199 p.
- BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. **Matéria seca e altura das plantas de soja e arroz em função do grau de compactação e do teor de água de dois latossolos**. *Máquinas e Mecanização Agrícola. Eng. Agríc.v. 24, n. 1, 2004*. Disponível em:<<https://doi.org/10.1590/S0100-69162004000100016> > Acesso em: 15 de novembro de 2023.
- CRUSCIOL, C. A. C., et al. **Doses de fósforo e crescimento radicular de cultivares de arroz de terras altas**. *Bragantia*, v. 64, p. 643-649, 2005.
- CANTARUTTI, R.B. et al. **Pastagens**. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V. V.H. [Ed.]. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais 5ª Aproximação*. Viçosa, MG. 1999. p. 332 – 341.
- CRAVO, M. DA. S.; VELOSO, C. A. C. **ASPECTOS DA ADUBAÇÃO E NUTRIÇÃO MINERAL DO ARROZ**. 2008. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/573569/aspectos-da-adubacao-e-nutricao-mineral-do-arroz>> Acesso em: 29 de outubro de 2023.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **A cultura do arroz** / organizador Aroldo Antonio de Oliveira Neto. – Brasília: Conab, 2015.180 p. Disponível também em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 29 de outubro de 2023.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **A cultura do arroz**. 2015. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/>> outras-

publicacoes/item/download/2523\_efd93e81ea2d9ae8f0302a6d4f9cefc6.> Acesso em: 29 de outubro de 2023.

CERETTA, C.A.; PAVINATO, A.; PAVINATO, P.S.; MOREIRA, I.C.L.; GIROTTO, E.; TRENTIN, E.E. **Micronutrientes na soja**: produtividade e análise econômica. *Ciência Rural*, v. 35, n. 3, p. 576-581, 2005.

CUNHA, L. S. DA. **Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC)**.2017.Disponível em: <<https://www.uel.br/pessoal/lscunha/pages/arquivos/uel/Especializa%C3%A7%C3%A3o/DIC.pdf>> Acesso em: 14 de dezembro de 2023.

DE CASTRO, A. P.; BORBA, T. C. DE. O.; NOLDIN, J. A.N.; WICKERT, E. **A planta e o grão de arroz e as formas de apresentação aos consumidores**. IN:Arroz e feijão : tradição e segurança alimentar / Carlos Magri Ferreira, José Alexandre Freitas Barrigossi, editores técnicos. - Brasília, DF : Embrapa, 2021. PDF (164 p.) : il. color

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição Mineral de Plantas**: Princípios e Perspectivas. 2. ed. Trad. NUNES, M.E.T. Londrina: Editora Planta, 2006. 403 p.

EMBRAPA. **Efeito do FTE BR12 na produtividade inicial de Brachiaria brizantha cv. Xaraés** / autores, Marcelo Könsgen Cunha e Marconio da Silva Franco. Palmas, TO: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2017.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Adubação**. 2013. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/hortalicas/batata/adubacao>> Acesso em: 29 de outubro de 2023.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Árvore do conhecimento – arroz**, 2008. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fok5vmke02wyiv80bhgp5prthjx4.html>> Acesso em: 29 de outubro de 2023.

EMBRAPA. CULTIVO DO ARROZ: **Importância econômica e social**. ESCRITO POR: Silva, O. F. da. Wander, A. E, 2023. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/arroz/pre-producao/socioeconomia/importancia-economica-e-social>> Acesso em: < 14 de dezembro de 2023.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAO participa de painel sobre a agricultura brasileira durante conferência internacional sobre fertilizantes**. 2018. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1098805/>. Acesso em: < 14 de dezembro de 2023.

FLANDRIN, J. L.; MONTANARI, M. (Dir.). **História da alimentação**. São Paulo: Estação Liberdade, 1998.

FERRAZ, E.C. **Fisiologia da cultura do arroz**. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DO ARROZ DE SEQUEIRO, 1983, Jaboticabal. Anais... Piracicaba: Instituto da Potassa, 1983. p.77-90.

FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. **Identificação e correção de deficiências nutricionais na cultura do arroz**. Circular técnica, 75. Santo Antônio de Goiás, GO Novembro, 2006. Disponível em:<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/214588/1/circ75.pdf>> Acesso em: 15 de novembro de 2023.

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; JONES, C.A. **Growth and mineral nutrition of field crops**. 3ª ed. New York: CRC Press, 2011. 574 p.

FITZGERALD, M. A.; MCCOUCH, S. R.; HALL, R. D. **Not just a grain of rice: the quest for quality**. Trends in Plant Science, v.14, n.3, p.133-139, 2009.

FURTINI, I. V. et al. **BRS A502: cultivar de arroz de terras altas com resistência ao acamamento e grãos de excelente qualidade industrial e culinária**. EMBRAPA, 2020. Disponível em:<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/215236/1/CNPAF-2020-CT253.pdf>> Acesso em: 15 de novembro de 2023.

FUNGUETTO, C.I.; PINTO, J.F.; BAUDET, L.; PESKE, S.T. **Desempenho de sementes de arroz irrigado recobertas com zinco**. Revista Brasileira de Sementes, v. 32, n. 2, p. 117-123, 2010.

GALRÃO, E.Z. **Micronutrientes**. In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. 2ª ed. Brasília: Editora EMBRAPA, 2004. pg.185-226

GUIMARAES, C.M.; FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. **Como a Planta de Arroz se desenvolve**. Encarte do Informações Agronômicas, Nº 99, 2002. Disponível em:<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/100485/1/Encarte.pdf>> Acesso em: 15 de novembro de 2023.

GONÇALVES, S. L. **Raízes de plantas anuais: tolerância a stresses ambientais, eficiência na absorção de nutrientes e métodos para seleção de genótipo [recurso eletrônico]: / Sergio Luiz Gonçalves, Jonathan Paul Lynch – Londrina: Embrapa Soja, 2014. 67 p. (Documentos/ Embrapa Soja, ISSN : 2176-2937 ; n.357)**

GIANINETTI, A.; COHN, M. A. **Seed dormancy in red rice. XIII: Interaction of dry-afterripening and hydration temperature**. Seed Science Research, v. 18, n. 3, p. 151-159, 2008.

GEALY, D. R.; SALDAIN, N. E.; TALBERT, R.E. **Emergence of red rice (Oryza sativa) ecotypes under dry-seeded rice (Oryza sativa) culture**. Weed Technology, v. 14, n. 2, p. 406- 412, 2000.

HOFFMANN, Ricardo Bezerra et al. **Acúmulo de matéria seca, absorção e exportação de micronutrientes em variedades de bananeira sob irrigação**. Ciência e Agrotecnologia, v. 34, p. 536-544, 2010.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019. 420 p.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B. **Vigor de sementes**. Informativo ABRATES, Londrina, v. 11, n. 3, p. 81-84, dez. 2001. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/446594v>> Acesso em: 15 de novembro de 2023.

KRZYZANOWSKI, F.C.; GILIOLI, J.L.; MIRANDA, L. C. **Produção de sementes no cerrado**. In: ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I.M. (Ed). Cultura da soja nos cerrados. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 465- 522.

LOPES, A.S. **Micronutrientes**: filosofias de aplicação e eficiência agrônômica. São Paulo: ANDA, 1999. 59 p. (Boletim Técnico, 8). Disponível em: <[http://www.anda.org.br/multimedia/boletim\\_08.pdf](http://www.anda.org.br/multimedia/boletim_08.pdf)>. Acesso em: 01 de setembro de 2023.

LOPES, A. S.; GUILHERME, LR Guimarães. **A career perspective on soil management in the Cerrado region of Brazil**. Advances in Agronomy, v. 137, p. 1-72, 2016.

MEDEIROS, A.A.; MALAVOLTA, E. **EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DO ARROZ** (*Oryza sativa* L., cv. I.A.C. 47 e I.A.C. 435, V.37. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/aesalq/a/ktNDYrYsQJmzC5398C8kGqw/?format=pdf>> Acesso em: 15 de novembro de 2023.

MARTINS, D.C.; BORGES, I.D.; CRUZ, J.C.; MARTINS NETTO, D.A. **Produtividade de duas cultivares de milho submetidas ao tratamento de sementes com bioestimulantes fertilizantes líquidos e Azospirillum sp.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 15, n. 2, p. 217-228, 2016.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S. A de. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p

NUTRIÇÃO ANIMAL, de plantas. 2013. Disponível em: <[https://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/6461/material/NUTRICA0\\_MINERAL.pdf](https://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/6461/material/NUTRICA0_MINERAL.pdf)> Acesso em: 15 de novembro de 2023.

OLIVEIRA, S.; BRUNES, A.P.; LEMES, E.S.; TAVARES, L.C.; MENEGHELLO, G.E.; LEITZKE, I.D.; MENDONÇA, A.O. **Tratamento de sementes de arroz com silício e qualidade fisiológica das sementes**. Revista de Ciências Agrárias, v. 39, n.2, p. 202-209, 2016.

PEREIRA, J.A.; **Cultura do arroz no Brasil: subsídios para a sua história**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002.

PEREIRA, C., et al. (2023). **A germinação e a fermentação do arroz para aumentar o seu valor nutricional**. Vida Rural - Julho Agosto. 78-82. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/373980889\\_A\\_germinacao\\_e\\_a\\_fermentacao\\_do\\_arroz\\_para\\_aumentar\\_o\\_seu\\_valor\\_nutricional](https://www.researchgate.net/publication/373980889_A_germinacao_e_a_fermentacao_do_arroz_para_aumentar_o_seu_valor_nutricional)> Acesso em: 15 de novembro de 2023.

PEREIRA, D. P.; BANDEIRA, D. L.; QUINCOZES, E. da R. **Cultivo do arroz irrigado no Brasil**. Embrapa Clima temperado. Sistema de produção, 3. 2005.

MORTVEDT, J. J.; RÖMHELD, V.; MARSCHNER, H. **Functions of micronutrients in plants**. In: COX, F. R.; SHUMAN, L. M.; WELCH, R. M. (Ed.). *Micronutrients in agriculture*. 2. ed. Madison: SSSA, 1991. p. 297-328. (Book Series, N24)

SHARMA, C. P.; SHARMA, P. N.; CHATTERJEE, C.; AGARWALA, S. C. **Manganese deficiency in maize affects pollen**. *Plant and Soil*, Dordrecht, v. 138, p. 139-142, 1991.

SHELP, B. J.; SHATTUCK, V. I.; MCLELLAN, D.; LIN, L. **Boron nutrition and the composition of glucosinolates and soluble nitrogen compounds in two broccoli (*Brassica oleraceae* var *Italica*) cultivars**. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v. 72, p. 889-899, 1992.

SIDIRAS, N.; VIEIRA, M.J. **Comportamento de um Latossolo Roxo distrófico compactado pelas rodas de um trator na semeadura**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.19, p.1285-93, 1984

SEGATTO, P. R. ET AL. **Partição de matéria seca da parte aérea em arroz para uso em um modelo de simulação baseado em processos**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 17., 2012, Gramado. Anais... Gramado: SBMET, 2012. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/948767>> Acesso em: 15 de novembro de 2023.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Production, Supply and Distribution (PSD) on line**. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads>> Acesso em: 15 de novembro de 2023.

VAN RAIJ, B. **Fertilidade do Solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, Potafos, 1991. 343 p.

VILAR, D. **Como fazer a adubação para arroz**. 2023. Disponível em: <<https://agronline.com.br/portal/artigo/como-fazer-a-adubacao-para-arroz/>> 14 de dezembro de 2023.

VERGARA, B.S. **Plant growth and development**. In: UNIVERSITY OF THE PHILIPPINES. *Rice production manual*. Laguna, 1970. p.17-37.

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

WANDER, A.; SILVA, O.; FERREIRA, C. (2021). Capítulo 5: **O arroz e o feijão no Brasil e no mundo**. In: **Arroz e feijão: tradição e segurança alimentar** / Carlos Magri Ferreira, José Alexandre Freitas Barrigossi, editores técnicos. - Brasília, DF: Embrapa, 2021. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/226031/1/cap5-2021.pdf>> Acesso em: < 14 de dezembro de 2023.

YOUNG-SON CHO. **Germination Characteristics of Korean and Southeast Asian Red rice (*Oryza sativa* L.)** Seeds as Affected by Temperature. Asian Journal of Plant Sciences, v. 9, n. 2, p. 104-107, 2010.

ZONTA, E.; STAFANATO, J. B.; PEREIRA, M. G. Fertilizantes minerais, orgânicos e organominerais. **Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, citros, mamão, mandioca, manga e maracujá.** Brasília: Embrapa, p. 263-303, 2021.