

RESPOSTAS DE APLICAÇÕES DE DIFERENTES DOSES DE ZINCO NA CULTURA DO ARROZ EM SOLOS DO CERRADO¹

Joaquim Alves da Costa Junior²Marciana Cristina da Silva³
Itamar Pereira de Oliveira⁴Fernando Rezende da Costa⁵
Antônio Florentino de Lima Junior⁵

RESUMO: O zinco é um dos principais micronutrientes para elevar a produtividade do arroz, a falta desse micronutriente pode diminuir na produção desse grão. Boa parte dos solos brasileiros é caracterizado por baixos teores de nutrientes e com pH geralmente baixo, apesar da aplicação boa parte fica retida nas partículas do solo ou lavados pelas águas e por isso para se obter uma boa produtividade da cultura é obrigatório fazer uma adubação complementar com alguma fontes de zinco. Objetivou-se com este trabalho, avaliar a altura de plantas, número de folhas, perfilho e avaliar o peso da massa de água em plantas de arroz produzida sob diferentes aplicações de doses de zinco no arroz na cultivar sertaneja. O delineamento experimental utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e oito repetições. O solo foi adubado com cinco níveis ou tratamentos: Tratamento 1: 0 Kg. ha⁻¹ de Zn, Tratamento 2: 30 Kg. ha⁻¹ Zn, T3: 40 Kg. ha⁻¹ Zn, Tratamento 4: 50 Kg. ha⁻¹ Zn, Tratamento 5: 60 Kg. ha⁻¹ Zn, com oito repetições cada. Verificou-se que o T4 obteve o melhor resultado na altura de plantas de arroz, já o T2 teve maior resultado de peso de massa de água, número de perfilho e folhas. Foi observado que quando aplicado doses diferentes de Zn no solo as plantas pode expressar diferentes características, nem sempre as doses maiores pode elevar a produtividade e sim diminuirá.

PALAVRAS-CHAVE: Adubação, Deficiência, Nutrição mineral, Produção.

ABSTRACT: Zinc is a key nutrient to increase rice productivity, the lack of this nutrient can decrease the production of this grain. Much of the Brazilian soils is characterized by low levels of nutrients and generally low pH, despite the application much is retained in soil particles or washed away by the waters so to get a good crop productivity is required to make a supplementary fertilization with a source of zinc. The objective of this study was to evaluate the plant height, number of leaves, tillers and evaluate the weight of the water in rice plants produced under different doses of zinc application on rice farming in the hinterland. The experimental design was completely randomized with five treatments and eight replications. The soil was fertilized with five levels or treatments : Treatment 1 : 0 kg ha⁻¹ Zn , Treatment 2 : 30 kg Zn ha⁻¹ , T3 : 40 kg ha⁻¹ Zn , Treatment 4 : 50 Kg ha⁻¹ Zn , Treatment 5 : 60 kg Zn ha⁻¹ , with eight replicates each . It was found that T4 obtained the best result at the time

¹Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Curso de Engenharia Agrônômica na Faculdade Montes Belos (FMB), para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

²Engenheiro agrônomo

³Professora PhD da Faculdade Montes Belos (FMB).

⁴Professor PhD da Faculdade Montes Belos (FMB).

⁵ Professor mestre da Faculdade Montes Belos (FMB).

of rice plants already had higher results T2 weight water mass, tiller number and leaf. It was observed that when different doses of zinc applied on the soil the plants can express different features, not all higher doses can increase productivity but will decrease.

KEYWORDS: Fertilization, Disability, Nutrition Mineral Production.

INTRODUÇÃO

O arroz é uma planta da família das gramíneas que alimenta mais da metade da população humana do mundo. A cultura do arroz é a terceira maior cultura cerealífera do mundo, apenas ultrapassado pelo milho e trigo. Para poder ser cultivado com sucesso, o arroz necessita de água em abundância, para manter a temperatura ambiente dentro de intervalos adequados, e, nos sistemas tradicionais, de mão-de-obra intensiva, requerendo um alto investimento em tecnologia para maximizar o retorno de investimentos.

Os componentes para o sucesso do rendimento da cultura do arroz são importantes características que podem ser afetadas pela nutrição mineral, clima, temperatura, disponibilidade de água no solo e entre outros fatores, que podem atrapalhar no sucesso da produtividade da cultura (BARBOSA FILHO & FAGERIA, 1982).

O arroz desenvolve-se bem em terrenos e solos muito inclinados e é costume, nos países do sudeste asiático, encontrarem-se socalcos onde é cultivado. Em qualquer dos casos, a água mantém-se

em constante movimento, embora circule a velocidade muito reduzida.

A cultura do arroz constitui um dos principais cereais que apresenta alta resposta à aplicação de zinco, constituindo um dos principais cereais em que isso ocorre. Slaton (2001) acrescentaram que a aplicação de Zn via semente de 2,2 a 5,7 g. kg⁻¹ foi a alternativa mais econômica que a aplicação no solo, e que a adubação a base de zinco pode contribuir de maneira significativa para altos rendimentos da produção de arroz e de outros cereais, de forma que o momento em que o nutriente está disponível à planta interfere na produtividade.

Um dos principais micronutrientes para aumentar a produção da cultura do arroz é o zinco. A deficiência desse micro elemento no solo diminui a atividade da AC. A AC é uma enzima que é localizada no citoplasma e nos cloroplastos e pode facilitar a transferência de CO₂/HCO₃ para a fixação fotossintética de CO₂. A deficiência de zinco em todos os casos diminui a atividade destas enzimas, porém, apesar desta diminuição, a taxa de fotossíntese em grande parte não é afetada

e os amidos e açúcares frequentemente se acumulam em plantas deficientes deste nutriente. Doses muito pesadas com a adubação á base de fósforo (como as que são necessárias empregar no cerrado) podem provocar falta de zinco.

A correção do pH do solo em solos do cerrado que é a operação chamada de calagem, faz diminuir a disponibilidade de zinco no solo. A cultura do arroz constitui um dos principais cereais que apresenta grande resposta à aplicação de zinco, constituindo um dos principais cereais em que isso ocorre.

A falta de zinco é um fator que mais limita a produção de arroz no Brasil. A cultura do arroz tem apresentado alta resposta à aplicação de zinco no solo, em experimentação de campo (GALRÃO, SUHET, 1978).

A utilização da aplicação de zinco pode ser realizada via solo ou via foliar que são as mais utilizadas e vem sendo adotada pela maioria dos agricultores em áreas de deficiências deste micronutriente, no entanto, a aplicação desse micronutriente via semente é uma alternativa econômica ainda pouco estudada para o arroz irrigado.

Na fase inicial de crescimento do arroz, a aplicação de Zn nas sementes, pode ser uma técnica importante, pois permite adequada distribuição uniforme do nutriente na área e também garante a

nutrição da planta no estágio inicial de crescimento, na fase em que o sistema radicular é pouco desenvolvido. Apesar de promissora, a técnica de aplicação de Zn, via semente, existem poucos estudos na cultura do arroz (SLATON, 2001), especialmente comparando se fontes de zinco.

As plantas de arroz com deficiência de Zn, em estágios iniciais de desenvolvimento, têm seu desenvolvimento afetado e dificilmente poderão expressar seu máximo potencial genético, pois há prejuízo tanto na manutenção da atividade enzimática, como para a enzima sintetase do triptofano ocasionando a diminuição do volume celular e o menor crescimento apical, devido à redução da síntese ou a própria degradação de auxinas como AIA (EPSTEIN & BLOOM, 2006). Outro agravante à falta de Zn seria o desarranjo na síntese protéica (RNA) e redução de nitrato, promovendo diminuição no nível de RNA, o que resulta em menor síntese de proteínas e dificuldade na divisão. A absorção do zinco aplicado nas sementes se dá quase integralmente, aumentando a reserva da semente.

O zinco se transloca movimentando da semente para a planta, durante e após a germinação, chegando, aos 30 dias após a emergência, a 55,5% do total na soja, 64% no feijão e 69% no trigo (MURAOKA,

1981). A aplicação de zinco via solo é a mais utilizada e vem sendo adotada pela maioria dos agricultores em áreas deficientes deste micronutriente. No entanto, a aplicação de zinco via semente é uma alternativa econômica ainda pouco estudada para o arroz irrigado (BARBOSA FILHO & FAGERIA, 1982).

Os objetivos deste trabalho foram estudar as respostas das aplicações de diferentes doses de zinco na cultura arroz, mensurar a altura de plantas, massa de água, o número de folhas e perfilho por plantas

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda escola da Faculdade Montes Belos, localizada no município de São Luis de Montes Belos - Goiás, em casa de vegetação, no período de abril a julho. Apresentando uma altitude de 550 metros, com os solos de características de latossolo vermelho, sob formação, típica de campo - cerrado em clima tropical. Os dados

climatológicos da região na época do experimento de abril a julho, com médias de temperatura máxima de 30°C e temperatura mínima de 13°C e com precipitação média de 120,6 mm em abril e 6,2 mm em julho. A irrigação foi realizada com regadores a mão.

O delineamento experimental utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e oito repetições. A cultivar utilizada foi a Sertaneja. As unidades experimentais foram acondicionadas em vasos de oito dm³. Os tratamentos testados foram T1-0, T2- 10, T3- 20, T4- 30 e T5- 40 kg de Zn. ha⁻¹. A adubação de plantio foi feita de acordo com os resultados da análise de solo e da recomendação para a cultura. O zinco foi aplicado com 15 dias e o nitrogênio de cobertura foi aplicado com 40 dias. A análise da textura do solo, na camada de 0-20 cm apresentou 32% de argila, 30% silte e 38% de areia. As composições químicas do solo estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química do solo (0-20 cm). M. O.: matéria orgânica; V%: saturação por bases; CTC: capacidade de troca catiônica.

Argila %	Silte %	Areia %	B mg/dm ³	Cu (Mehl) mg/dm ³	Fe Mehl mg/dm ³	Mn Mehl mg/dm ³	Zn Mehl mg/dm ³	M.O. %	pH CaCl ₂	P(Mehl) mg/dm ³	K mg/dm ³	Ca cmolc/dm ³
32,0	30,0	38,0		0,8	20,2	8,1	2,1	3,9	5,3	1,7	86,0	1,3

Mg cmolc/dm ³	H+Al cmolc/dm ³	S dispon. mg/dm ³	Al cmolc/dm ³	CTC cmolc/dm ³	M %	V %	Ca/Mg	Mg/K	Ca/K	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC
1,2	1,5		0,0	4,2	0,0	64,5	1,1	5,5	5,9	30,8	28,4	5,2

Foram avaliadas as características de desenvolvimento vegetativo como a média de altura de planta, número de folhas, número de perfilho e a massa de água das plantas.

Resultados e Discussão

Após a coleta dos dados das plantas de arroz, foram submetidos os dados aos diversos tratamentos, procedeu-se a análise de variância para as diversas características avaliadas como a altura de plantas de arroz, número de folhas de plantas de arroz, número de perfilho e massa de água por planta.

Altura

TABELA 1. Analise de variância da Altura de plantas de arroz.** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$) * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$) n.s não significativo ($p \geq .05$).

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	4	528.25000	132.06250	1.0721 n.s
Resíduo	35	4311.25000	123.17857	
Total	39	4839.50000		

TABELA 2. Teste de Média Altura de plantas de arroz em função dos tratamentos. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tratamentos	Médias
1	98.50000 a
2	101.50000 a
3	96.87500 a
4	102.25000 a
5	92.12500 a
DMS	15.97044
C.V%	11.30

Pode ser observado na Tabela 1 o parâmetro de altura de plantas de arroz que não houve efeito significativo ao nível de 1,07% de probabilidade ($p \geq .05$), para o teste de F para a altura de plantas de arroz. Os coeficientes de variação da altura de plantas de arroz podem ser visualizados pela Tabela 2. Verifica - se que houve diferença na altura das plantas variando de tratamento para tratamento sendo que não houve diferença significativa para a análise de variância na altura das plantas, mas tendo diferença no CV de 11,30% conforme os tratamentos realizados.

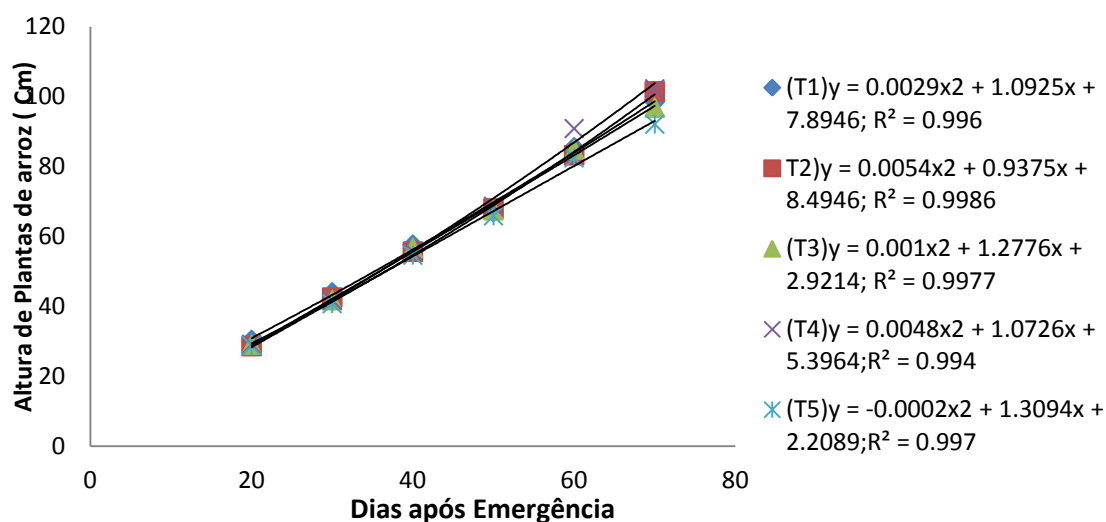


FIGURA 1 – Modelo de regressão ajustado pelos mínimos quadrados para altura de plantas de arroz em função dos tratamentos e dias após emergência. T1- 0, T2- 10, T3- 20, T4- 30 e T5- 40 kg de Zinco.ha⁻¹.

O tratamento em que mais respondeu na característica de altura de plantas de arroz foi o T4, já o menor resultado obtido pela altura de plantas foi o T5. Segundo Leão (1990) constatou maior altura em plantas de arroz de sequeiro com a aplicação de zinco nas sementes em relação à adubação no solo, pela análise de regressão feita por Leão (1990) não houve diferença significativa para as doses de zinco aplicadas nas sementes, com relação à altura de planta, contrariando os resultados de Barbosa Filho (1983) que constataram aumento de 12% na altura do arroz de sequeiro com a aplicação de solução de sulfato de zinco a 1% nas sementes. Já nos tratamentos realizados houve um coeficiente de variação de 11,30% sobre a altura de plantas de arroz. Desse modo pode afirmar que o experimento mesmo tendo sido realizado

em condições que ofereciam pouco controle de variáveis ambientais que poderiam influenciar negativamente o experimento, essas variáveis tiveram pouca influência sobre o desenvolvimento da cultura no parâmetro de altura de plantas.

NÚMERO DE FOLHAS

Pode ser observado na Tabela 3 que a diferença de número de folhas de arroz não foi significativa pelos tratamentos, para o teste de F para o número de folhas de plantas de arroz avaliadas.

Os coeficientes de variação para o número de folhas de plantas de arroz podem ser visualizados pela Tabela 4. Verifica - se houve diferença no CV de 23,46% e não houve diferença mínima significativa sobre os tratamentos

realizados com a avaliação do número de folhas.

TABELA 3. Análise de variância de número de folhas de plantas de arroz. ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$) * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$) n.s não significativo ($p \geq .05$).

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	4	297.35000	74.33750	1.7572 n.s
Resíduo	35	1480.62500	42.30357	
Total	39	1777.97500		

Tabela 4. Teste de Média de número de folhas de plantas de arroz em função dos tratamentos. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tratamentos	Médias
1	24.62500 a
2	32.62500 a
3	28.37500 a
4	26.25000 a
5	26.75000 a
DMS	9.35918
C.V%	23.46

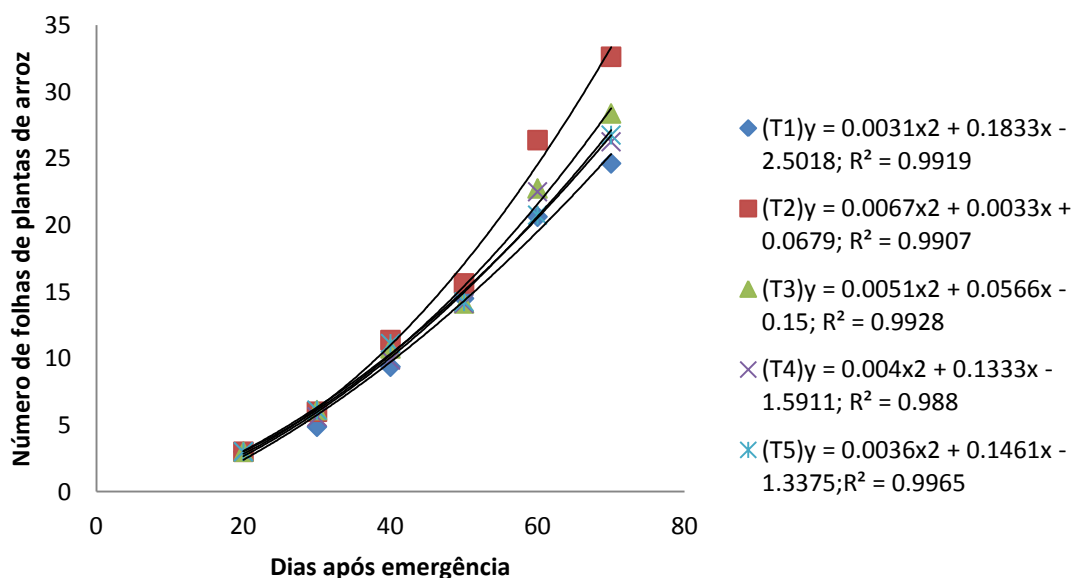


FIGURA 2 – Modelo de regressão ajustado pelos mínimos quadrados para número de folhas de plantas de arroz em função dos tratamentos e dias após emergência. T1- 0, T2- 10, T3- 20, T4- 30 e T5- 40 kg de Zinco.ha⁻¹.

Pode se observar que na figura 2 as respostas obtidas com os diferentes tratamentos realizados, sendo que o T2 foi superior aos outros tratamentos no número de folhas de plantas de arroz.

O tratamento em que mais respondeu na característica de número de folhas por planta foi o T2, já o menor resultado obtido pela altura de plantas foi o T1. O T1 não recebeu nenhuma quantidade de zinco, já o T2 recebeu 10 kg/ ha, já os outros tratamentos tiveram resultados menores com dosagens mais altas de zinco, não respondendo ao aumento das dosagens, sendo a justificativa para aumentar o número de folhas.

NÚMERO DE PERFILHOS

Na Tabela 5 mostra o resultado da análise de variância do número de perfilho de plantas de arroz em função dos tratamentos, que não apresentaram diferenças significativas para o teste de F. Os coeficientes de variação apresentados para o número de perfilho de plantas de arroz podem ser visualizados pela Tabela 6. Verifica - se que houve diferença no número de perfilho de plantas variando de tratamento para tratamento sendo que não houve análise de variância na altura das plantas.

TABELA 5. Análise de variância de número de perfilho de plantas de arroz.** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$) * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$) n.s não significativo ($p \geq .05$).

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	4	33.25000	8.31250	3.5159 *
Resíduo	35	82.75000	2.36429	
Total	39	116.00000		

Tabela 6. Teste de Média de número de perfilho de plantas de arroz em função dos tratamentos. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tratamentos	Médias
1	8.75000b
2	11.12500 a
3	10.87500 ab

	4	10.00000 ab
	5	9.25000 ab
DMS	2.21258	
CV%	15.38	

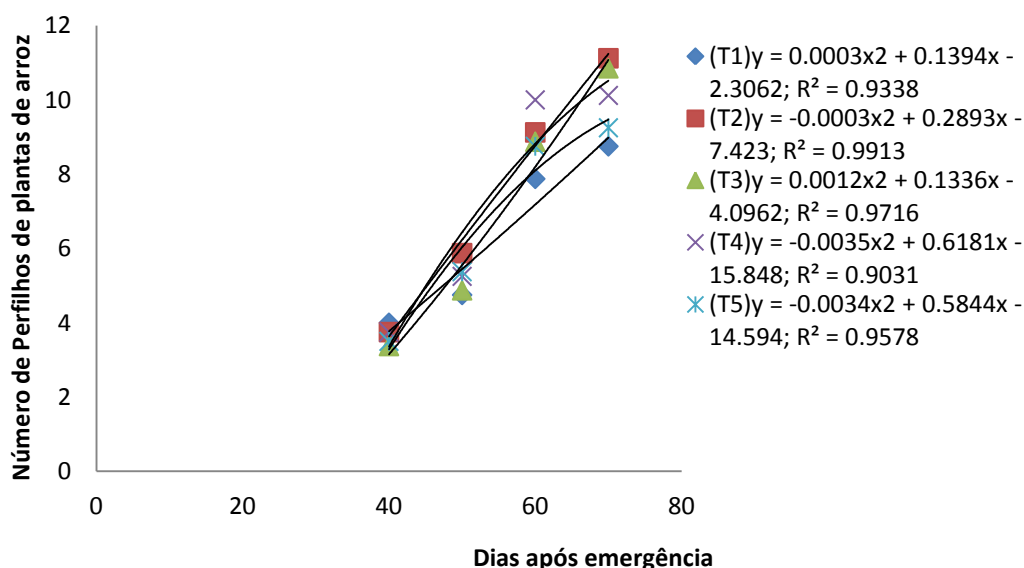


FIGURA 3 – Modelo de regressão ajustado pelos mínimos quadrados para número de perfilho de plantas de arroz em função dos tratamentos e dias após emergência. T1- 0, T2- 10, T3- 20, T4- 30 e T5- 40 kg de Zinco.ha⁻¹.

Bronso (2000) também relataram que, quando a maior quantidade de Zn foi aplicada no início do ciclo, houve aumento no número de perfilho, conseqüentemente ouve uma maior produtividade. O tratamento em que mais respondeu na característica de número de perfilho por plantas foi o T2, já o menor resultado obtido pela altura de plantas foi o T1. O T1 não recebeu nenhuma quantidade de zinco, já o T2 recebeu 10 kg, já os outros tratamentos tiveram resultados menores com doses mais altas de zinco, não respondendo ao aumento das doses, sendo

a justificativa para aumentar o número de folhas.

MASSA DE ÁGUA

Os resultados experimentais nos permitem concluir que houve diferença significativa para o teste de F para a massa de água na Tabela 7.

Os coeficientes de variação apresentados para massa de água podem ser visualizados pela Tabela 8. Verifica-se que houve diferença na massa de água de plantas variando de tratamento para

tratamento, mas tendo diferença no CV de 15,38%.

O tratamento em que mais respondeu na característica de massa de

TABELA 7. Análise de variância de massa de água de plantas de arroz. ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$) * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$) n.s não significativo ($p \geq .05$).

FV	G	SQ	QM	F
	L			
Tratament	4	14.60000	3.6500	0.096
os			0	0 *
Resíduo	35	1331.000	38.028	
		00	57	
Total	39	1345.600		
		00		

Tabela 8. Teste de Média de número de massa de água de plantas de arroz em função dos tratamentos. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tratamentos	Médias
1	23.75000 a
2	24.25000 a
3	22.50000 a
4	23.50000 a
5	23.00000 a
DMS	8.87369
CV%	CV% =

água por plantas de arroz foi o T2, já o menor resultado obtido pela massa de água por plantas foi o T3.

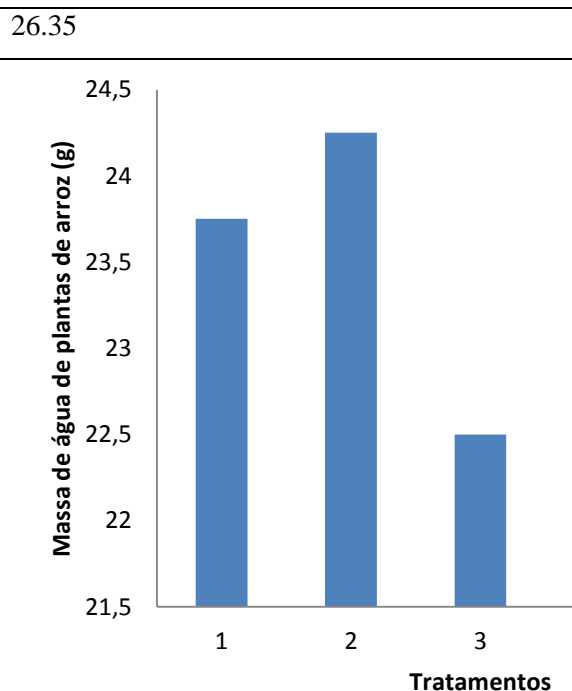


FIGURA 4 – Massa de água de plantas de arroz em função dos tratamentos. T1- 0, T2- 10, T3- 20, T4- 30 e T5- 40 kg de Zinco.ha⁻¹.

Pelos dados apresentados nas tabelas, observa-se que houve diferença significativa entre os tratamentos em relação ao teor de zinco aplicado nas plantas de arroz. Apesar da ausência de zinco no tecido não ter apresentado deficiência visual nas plantas, o aumento do teor de zinco aplicado nas plantas de arroz não aumentou na altura, número de folhas, e massa de água das plantas de arroz.

CONCLUSÃO

Foi concluído que em todos os parâmetros observados com dados do desenvolvimento vegetativo como altura de plantas de arroz. O T4 teve maior resultado do que os outros tratamentos, já os parâmetros número de folhas, peso médio de massa de água por planta. O tratamento em que melhor se obteve resultado foi o T2 com 10 kg de zinco por hectare. Já os outros tratamentos apesar de terem uma maior dose tiveram resultados inferiores ao T2. A eficiência das aplicações de zinco na cultura do arroz proporcionou um aumento no crescimento da planta, aumentou o número de perfilho e o número de folhas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA FILHO, M. P., FAGERIA, N. K., CARVALHO, J. R. P. Fontes de zinco e modos de aplicação sobre a produção de arroz em solos do cerrado. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.17, n.12, p.713-719, 1982.
- BONNECARRÈRE, R. A. G.; LONDERO, F. A. A.; SANTOS, O.; SCHMIDT, D.; PILAU, F. G.; MANFRON, P. A.; DOURADO NETO, D. Resposta de genótipos de arroz irrigado à aplicação de zinco. **Revista Faculdade Zootecnia Veterinária e Agronomia de Uruguaiiana**, Uruguaiiana, v.10, p. 214-222, 2004.
- BRONSON, K.F.; HUSSAIN, F.; PASUQUIN, E.; LADHA, J.K. Use of ¹⁵N-labeled soil in measuring nitrogen fertilizer recovery efficiency in transplanted rice. **Soil Science Society of America Journal**, v.64, p.235-239, 2000.
- CARVALHO, Y.; NETO, J. X.; VALLADARES, L. C. et al. Efeito da níveis de zinco sobre a cultura do arroz em solo de cerrado. In: ANAIS DA ESCOLA DE AGRONOMIA E VETERINÁRIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÂNIA. **Anais...** Goiânia: EAV-UFGO, v. 1, n. 1, p. 35-41, 1975.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas, princípios e perspectivas**. Traduzido por Maria Edna Tenório Nunes. Londrina: Planta, 2006. 86 p.
- FAGERIA, N. K. Avaliação de genótipos de arroz na eficiência de uso de zinco. **Sci. agric.**, jul. /set. 2000, vol.58, no.3, p.623-626.
- FAGERIA, N.K.; SLATON, N.A.; BALIGAR, V.C. Nutrient management for improving lowland rice productivity and sustainability. **Advances in Agronomy**, v.80, p.63-152, 2003.
- FAGERIA, N. K.; STONE, L. F. Manejo do Nitrogênio. In: FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A.B. dos. **Manejo da Fertilidade do Solo para o Arroz Irrigado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003, p.51-94.
- FERREIRA, R. P.; CRUZ, C. D. ; FAGERIA, N. K. Tolerância de genótipos de arroz ao ferro em solução nutritiva. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, 1997.
- GALRÃO, E. Z.; SUHET, A. R.; SOUSA, D. M. G. Efeito de micronutrientes no rendimento e composição química do arroz (*Oryza sativa* L.) em solo de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 2, p. 129-132, 1978.

GIANELLO, C.; GIASSON, É. Fatores que afetam o rendimento das culturas e sistemas de cultivos. In: BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M. J.; CAMARGO, F. A. O. **Fertilidade dos Solos e Adubação das culturas**. Porto Alegre: Gênese, 2004. Cap. 2, p. 21-32.

GIORDANO, P. M., NOGGLE, J. C., MORTVEDT, J. Zinc uptake by rice as affected by metabolic inhibitors and Resposta de genótipo. Revista da FZVA Uruguaiana, v. 10, n. 1, p. 109-116. 2003. 115 competing cations. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.41, p.637-646, 1974.

KOCHIAN, L. V. Cellular mechanisms of aluminum toxicity and resistance in plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 46, p. 237-260, 1995.

LEÃO, R. M. A. **Efeitos do fósforo e do zinco no comportamento do arroz de sequeiro em Latossolo Vermelho Escuro sob vegetação de cerrado**. Santa Maria:UFSM, 1990. 124p. (Dissertação de Mestrado).

LOPES, M. S., SANTOS, O. S., CABRAL, J. T., IOCHPE, B. Efeito de micronutrientes sobre o rendimento de grãos de arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 13, Camboriú, SC, 1984. **Anais...** Florianópolis, EMPASC, 1984, p.180-189.

MACHADO, M. O.; PAULETTO, E. A.; GOMES, A. S. Influência do calcário na resposta do arroz irrigado a aplicação de zinco. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 12, Porto Alegre, 1983. **Anais...** Porto Alegre, IRGA, 1983. p. 143-148.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1986, 671p.

MORAES, M. F., SANTOS, M. G., BERMUDEZ-ZAMBRANO, O. D. Resposta do arroz em casa de vegetação a fontes de micronutrientes de diferentes granulometria e solubilidade. **Pesq. Agropecuária Brasileira**, jun. 2004, vol.39, n°6, p.611-614. .

MURAOKA, T. **Solubilidade do zinco e do manganês em diversos extratores e disponibilidade desses dois micronutrientes para o feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) cv. Carioca**. Piracicaba, 1981. 141p. Tese (Doutorado em Agronomia). ESALQ/USP, 1981.

OSHE, S. **Tecnologia para aplicação de zinco em sementes de arroz irrigado**. Santa Maria: UFSM, 1996. 73p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria, 1996.

SAKAL, R. Note on varietal response of rice to soil-applied zinc. **Indian Journal of Agricultural Science**, Índia, v. 47, n. 9, p. 480-482, 1977.

SANTOS, O. S. O zinco na nutrição de plantas leguminosas. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.34, n.330, p.26-32, 1981.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: **Anais...** Orlando: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006. p. 393-396.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. **Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance**. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4,n.1, p71-78,2002.

SILVA, F.de A. S. The ASSISTAT Software: statistical assistance. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 6, Cancun, 1996. **Anais...** Cancun: American Society of Agricultural Engineers, 1996. p. 294-298.

SLATON, N. A.; WILSON JUNIOR, C. E.; NTAMATUNGIRO, S.; NORMAN, R. J.; BOOTHE, D. L. Evaluation of zinc seed treatments for rice. *Agronomy Journal*, Amsterdam, v. 93, p. 152-157, 2001.

SOUZA, D. M.; HIROCE, R. **Diagnose e tratamento preventivo, no solo, de deficiência de zinco em cultura de arroz de sequeiro em solos com pH abaixo de 7.** Bragantia, Campinas, v. 29, n. 9, p. 91-103. 1970.