

## Omissão de nutrientes e presença de alumínio na cultura do arroz

Rafael Bissolli Pescador<sup>1\*</sup> e Luiz Antônio Zanão Junior<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel, Paraná.

<sup>1\*</sup>rafael\_pescador@hotmail.com

**Resumo:** Devido à cultura do arroz se desenvolver bem em solos de baixa fertilidade quando comparado a outras culturas, muitos produtores acabam não dando importância quanto à correção do solo. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da omissão de nutrientes (K, Ca, Mg, B) e presença de alumínio (Al) no crescimento de plantas de arroz em solução nutritiva. O experimento foi instalado na casa de vegetação do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), no município de Santa Tereza do Oeste, PR. Os tratamentos avaliados foram: T1 = solução completa (completa) com todos os nutrientes; T2 = solução completa mais Al (+Al); T3 = solução completa menos K (-K); T4 = solução completa menos Ca (-Ca); T5 = solução completa menos Mg (-Mg); T6 = solução completa menos B (-B). O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados (DBC), com quatro repetições. Aos 50 dias após o transplante, as plantas foram colhidas, e realizou-se as avaliações de comprimento de raiz, altura de planta, volume de raiz, número de folhas e de perfilhos, produção de massa seca das raízes e das folhas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias avaliadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. A ausência dos nutrientes provocou redução no tamanho das plantas, e o baixo desenvolvimento de raízes, principalmente na falta do macronutriente Ca. Na falta do elemento Mg houve uma queda expressiva em produção de massa da matéria seca, seguida respectivamente dos nutrientes Ca, K e B. Com a presença do Al houve uma redução significativa no comprimento de raízes. Ocorreu a morte do broto apical no tratamento com omissão de B, além de baixo desenvolvimento das plantas.

**Palavras-chave:** *Oryza sativa*, deficiência nutricional, solução nutritiva.

## Nutrient omission and presence of aluminum on rice crop

**Abstract:** Because rice cultivation develops well in low fertility soils when compared to other crops, many producers do not give importance to soil repair. The objective of this work was to evaluate the effect of the omission of nutrients (K, Ca, Mg, B) and the presence of aluminum (Al) in the growth of rice plants in nutrient solution. The experiment was installed in the green house of the Agronomic Institute of Paraná (IAPAR), in the municipality of Santa Tereza do Oeste, PR. The treatment evaluated were: T1 = complete solution (complete) with all nutrients; T2 = complete solution plus Al (+Al); T3 = complete solution minus K (-K); T4 = complete solution minus Ca (-Ca); T5 = complete solution minus Mg (-Mg); T6 = complete solution minus B (-B). The experimental design was a randomized complete block (DBC), with four replications. After 50 days of transplantation, the plants were harvested and evaluated for root length, plant height, root volume, number of leaves and tillers, root and leaf dry mass production. The data were submitted to analysis of variance (ANOVA) and then by the Tukey test at 5% of probability. The absence of nutrients caused a reduction in plants and low root development, especially in the absence of the macronutrient Ca. In the

absence of the Mg element, there was an expressive decrease in the mass production of the dry matter, followed respectively by the nutrients Ca, K and B. With the presence of Al there was a significant reduction in root length. The apical bud died in the treatment with omission of B, besides the low development of the plants.

**Key words:** *Oryza sativa*, nutritional deficiency, nutritious solution.

### Introdução

O arroz (*Oryza sativa*) se encontra entre os três cereais mais produzidos e consumidos no mundo, tendo grande importância na alimentação da população. Sendo um alimento básico para maioria dos povos, o arroz é um dos cereais que mais se destaca, presente na dieta de aproximadamente 2,4 bilhões de pessoas no mundo (USDA, 2009; CARVALHO et al, 2012). Devido ao crescimento da população mundial, é de grande importância o aumento da produção de arroz (USDA, 2009). Em 2017, a produção mundial se estabeleceu em 756,7 milhões de toneladas de arroz em casca (FAO, 2017). A safra de arroz brasileira 2017/2018 ultrapassou os 11,3 milhões de toneladas (CONAB, 2018).

As plantas necessitam essencialmente de 14 nutrientes minerais, que são divididos em macro (maior quantidade) e micronutrientes (menor quantidade). No entanto para uma nutrição adequada nunca deve haver um desequilíbrio desses nutrientes no solo, pois estes possuem funções importantes na planta, e na falta de um elemento o mesmo não é substituído por outro (EMBRAPA, 2006).

A deficiência de nutrientes causa o baixo desenvolvimento das plantas, por consequência de alterações relacionadas com a eficiência nutricional, sendo a omissão de nutrientes um assunto pouco abordado na literatura (GONDIM et al., 2010).

Em áreas de produção por todo o mundo há uma queda de produtividade na cultura do arroz, devido a vários aspectos, uma das causas é a baixa disponibilidade de nutrientes ou de elementos benéficos (MAUAD et al., 2003).

Silva et al. (2014) notou que a omissão de nutrientes no cultivo de arroz em Latossolo Amarelo resultou no baixo desenvolvimento das plantas e reduziu a quantidade de perfilhos.

Segundo Malavolta (2006), em relação a solos ácidos um dos fatores limitantes é a presença de alumínio que resulta na toxidez das plantas de arroz.

Tendo enorme função na membrana plasmática, um dos elementos fundamentais na parede celular é o cálcio (MARSCHNER, 1995). O desempenho do cálcio como protetor na membrana é relevante em situações de estresse, como por exemplo, toxidez de  $Al^{3+}$  (NOBLE e SUMNER, 1988).

No caso do potássio, embora seja com o nitrogênio, os nutrientes mais absorvidos pelas plantas, diferente do fósforo, não notou respostas quanto à aplicação do elemento, se tratando em ganhos na produtividade de arroz. No entanto o K desempenha funções importantes de abertura e fechamento dos estômatos da folha. Sendo assim, uma adubação correta de potássio pode reduzir o efeito negativo de um estresse hídrico (CRUSCIOL *et al.*, 1999).

O magnésio entra na constituição das moléculas de clorofila (MALAVOLTA *et al.*, 1997; VITTI *et al.*, 2006; RAIJ, 2011), assim sendo, substância responsável pela absorção da luz necessária à realização da fotossíntese.

Segundo Fageria (1998), no ciclo do arroz o boro é essencial para elevar a produção, por isso da importância na aplicação adequada do elemento em pequenas quantidades, nas quais é exigido pela cultura.

Na avaliação de exigência nutricional em plantas, o método de omissão de nutrientes em soluções nutritivas torna-se uma ferramenta importante, pois fornecem informações qualitativas em relação aos nutrientes que possam limitar o desenvolvimento das plantas (LAVIOLA; DIAS, 2008; MIRANDA *et al.*, 2010).

O objetivo deste trabalho foi de avaliar os efeitos ocasionados pela omissão de nutrientes e a presença de alumínio em solução nutritiva no cultivo do arroz.

### **Material e Métodos**

O ensaio foi realizado nos meses de março e abril de 2018, em ambiente protegido na Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR (25°05'22''S 53°35'22''W), município de Santa Tereza do Oeste – PR.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados (DBC), com quatro repetições foram avaliados seis tratamentos: (T1) solução completa (completa) com todos os nutrientes essenciais; (T2) solução completa mais Alumínio (+Al); (T3) solução completa menos Potássio (-K); (T4) solução completa menos Cálcio (-Ca); (T5) solução completa menos Magnésio (-Mg); (T6) solução completa menos Boro (-B), totalizando 24 unidade experimentais. Cada unidade experimental foi composta por um cilindro construído a partir de tubos de PVC de 3 L, de 40 cm de altura com quatro plantas de arroz, a cultivar usada no experimento foi a IAPAR 58.

As sementes foram postas a germinar em papel germitest umedecido com água destilada (mantendo a umidade constante com auxílio de um borrifador). Permanecendo em temperatura ambiente (25°C).

A germinação ocorreu quatro dias após. Transferiu as sementes germinadas quando atingiram aproximadamente 0,5 cm do coleóptilo despontado, para copos com volume de 50 mL, contendo 20 mL de água destilada.

O transplante das plântulas dos copos (volume 50 mL) para os tubos na casa de vegetação, contendo as diferentes soluções nutritivas, foi realizado quando as mesmas atingiram 5 cm de altura, selecionando as plântulas mais vigorosas. Acondicionou-as, em uma espuma, onde a mesma possuía um corte permitindo o encaixe da plântula, de modo que as raízes permanecessem imersas na solução, e garantindo um ambiente escuro.

Na Tabela 1 consta a composição das soluções nutritivas (tratamentos) utilizadas no experimento.

**Tabela 1.** Composição das soluções nutritivas (tratamentos).

|                                                 | Completo<br>T1       | +Al<br>T2 | -K<br>T3 | -Ca<br>T4 | -Mg<br>T5 | -B<br>T6 |
|-------------------------------------------------|----------------------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|
|                                                 | mmol L <sup>-1</sup> |           |          |           |           |          |
| Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>               | 2                    | 2         | 2        | 0         | 2         | 2        |
| NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>  | 1                    | 1         | 1        | 1         | 1         | 1        |
| KCl                                             | 0,5                  | 0,5       | 0        | 0         | 0,5       | 0,5      |
| MgSO <sub>4</sub>                               | 0,5                  | 0,5       | 0,5      | 0,5       | 0         | 0,5      |
| Fe-EDTA                                         | 1                    | 1         | 1        | 1         | 1         | 1        |
| Micro                                           | 1                    | 1         | 1        | 1         | 1         | 0        |
| Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> | 0                    | 1         | 0        | 0         | 0         | 0        |
| Micro sem B                                     | 0                    | 0         | 0        | 0         | 0         | 1        |
| KNO <sub>3</sub>                                | 1                    | 1         | 0        | 1         | 1         | 1        |
| K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                  | 0                    | 0         | 0        | 0         | 1         | 0        |

A temperatura na casa de vegetação durante todo o experimento foi mantida aproximadamente em 25°C variando  $\pm 3^\circ\text{C}$ . A solução era trocada a cada sete dias. Devido à evapotranspiração das plantas, que baixava o nível da solução, a mesma era mantida adicionando-se água destilada sempre que necessário.

As plantas permaneceram 50 dias em desenvolvimento em casa de vegetação. Foram coletadas e avaliadas quando atingiram os estádios fenológicos V3 (colar formado na 3ª folha do colmo principal) e V4 (formação do collar na 4ª folha do colmo principal), quando se notou sinais das deficiências nutricionais.

Realizaram-se as seguintes avaliações: comprimento de raiz (cm) e altura de planta (cm), com auxílio de uma régua de 50 cm. O volume de raízes (mL) utilizando uma proveta com volume de 100 ml. Número de folhas e de perfilhos, foram determinados por contagem manual. Para produção matéria seca das raízes (g) e matéria seca das folhas (g) foi realizado corte das plantas, separando-se as raízes da parte aérea, e foram acondicionadas em pacotes de

papel. E em seguida foram colocadas para secar em estufa com circulação forçada, mantida em 65°C. Após atingir a massa constante, para determinação de matéria seca realizou-se a pesagem utilizando uma balança de precisão.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias avaliadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o programa computacional Assistat (SILVA e AZEVEDO, 2016).

### Resultados e Discussão

A falta dos nutrientes Ca, Mg, K, B e a presença de Al apresentou efeito negativo no desenvolvimento das plantas de arroz (Figura 1), acarretando em baixa produção de matéria seca, além de redução do comprimento e do volume de raízes, e também de altura de plantas.



**Figura 1** – Plantas de arroz de cada um dos tratamentos avaliados.

Os sintomas relacionados com a ausência do elemento K causaram uma coloração com aspecto de queimado na ponta das folhas mais velhas, em com o passar dos dias foram avançando em sentido a base da folha, acompanhada de uma necrose e secamento do tecido foliar(Figura 2). Situações parecidas foram descritas por Kirkby (1987), Marrocos (1997), Sarcinelli *et al.* (2004), Wallau *et al.* ( 2008) e Silva *et al.* (2009).

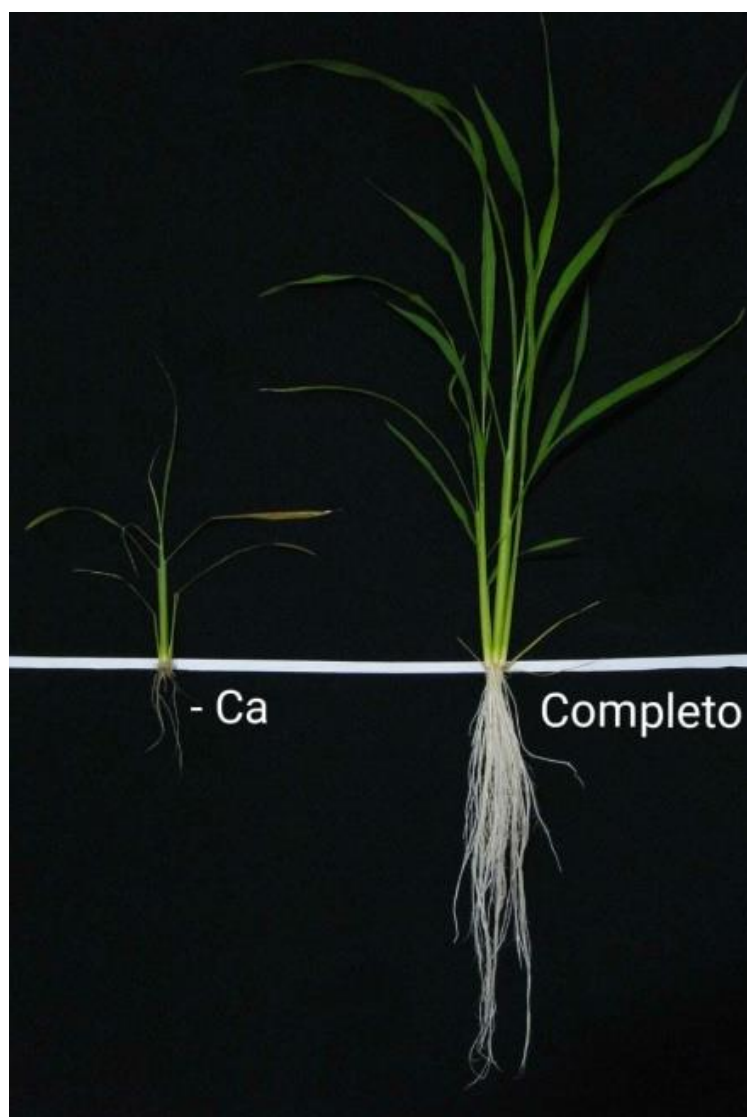


**Figura 2** – Aspecto da parte aérea e radicular de plantas de arroz com deficiência de potássio (-K) em comparação com planta que recebeu nutrição completa. .

Além dos sintomas, as plantas de arroz com omissão de K também apresentaram seu tamanho reduzido, tanto de parte aérea quanto de raiz, quando comparados ao tratamento

completo (Figura 2). Em capim-mombaça Pereira (2001), também identificou diminuição no tamanho das plantas.

No tratamento com a ausência de Ca, ocorreu baixa formação de raízes e de parte aérea (Figura 3). Entre os demais elementos foi o que resultou em maior efeito negativo em relação ao seu volume de raízes (Tabela 2), tendo uma diferença de 89,6 % a menos, se comparado ao tratamento Completo.



**Figura 3** – Aspecto da parte aérea e radicular de plantas de arroz com deficiência de cálcio (-Ca) em comparação com planta que recebeu nutrição completa. .

Segundo Prado *et al.* (2011), a ausência do Ca diminuiu a produção de matéria seca de todas as partes do capim mombaça, se assemelhando ao que também ocorreu nesse experimento (Figura7). Além disso, constataram sintomas característicos como anomalias visuais nas folhas mais novas. Folhas encurvadas, mais finas e evidenciando uma necrose.

O tratamento com falta de B (-B) proporcionou tamanho reduzido das plantas de arroz, o mesmo também foi descrito por Sgarbi *et al.* (1999). Houve morte do broto apical e apresentou perfilhamento igual ao tratamento completo, além de folhas mais curtas e estreitas (Figura 4). O sistema radicular um pouco limitado quando comparado ao tratamento completo (completo), o que também foi comprovado por Malavolta (1980).



**Figura 4-** Aspecto da parte aérea e radicular de plantas de arroz com deficiência de boro (-B) em comparação com planta que recebeu nutrição completa.

O principal sintoma das plantas com ausência de Mg (-Mg) foram o amarelecimento das folhas mais velhas, iniciando entre as nervuras, e seguindo para as demais partes da folha, chegando ao seu secamento (Figura 5). Os sintomas observados foram parecidos aos que Malavolta *et al.* (1997), relataram em seus estudos.



O Mg tem funções importantes na molécula de clorofila, e por isso da incidência da coloração amarela entre nervuras, redução da taxa fotossintética e plantas menores, conforme Mengel e Kirkby (1987).



**Figura 5-** Aspecto da parte aérea e radicular de plantas de arroz com deficiência de magnésio (-Mg) em comparação com planta que recebeu nutrição completa. .

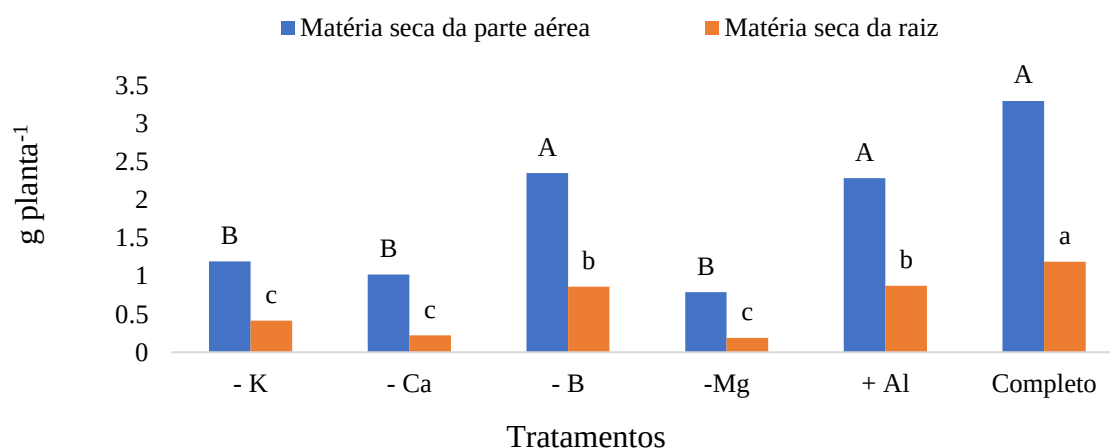
Além disso, a deficiência por Mg se comparada aos demais tratamentos, resultou em menor número de perfilhos e de folhas (Tabela 2), onde as mesmas estavam encurvadas (Figura 5). As plantas também possuíam um tamanho reduzido, e entre os tratamentos foi o que proporcionou menor produção de matéria seca da parte aérea, juntamente com a deficiência de K e de Ca (Figura 6).

**Tabela 2**– Altura de plantas, comprimento de raiz, volume de raízes, número de perfilhos e número de folhas por plantas de arroz com deficiência de nutrientes e presença de alumínio na solução nutritiva em comparação com planta que recebeu nutrição completa (testemunha).

| Tratamentos        | Altura de planta (cm) | Comprimento de raiz (cm) | Volume de raízes (mL) | Número de perfilhos | Número de folhas |
|--------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------|------------------|
| - K                | 32,12 b               | 25,98 ab                 | 1,39 c                | 1,5 ab              | 9,25 cd          |
| - Ca               | 25,96 b               | 10,20 e                  | 0,46 c                | 0,67 ab             | 8,16 cd          |
| - B                | 33,32 b               | 22,65 bc                 | 2,70 b                | 2,25 a              | 20,42 a          |
| - Mg               | 32,88 b               | 20,05 cd                 | 0,87 c                | 0,33 b              | 6,92 d           |
| + Al <sup>3+</sup> | 48,10 a               | 14,99 de                 | 3,04 b                | 1,67 ab             | 12,92 bc         |
| Completo           | 50,57 a               | 28,49 a                  | 4,41 a                | 2,25 a              | 16,5 ab          |

As médias de cada coluna, seguidas com as mesmas letras, não diferem pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade.

Nucci (1996), em relação à cultura do kiwi relatou semelhanças aos efeitos que a falta do elemento Mg causaram, sendo estas idênticas ao que ocorreu nesse experimento. O mesmo também foi descrito para capim-mombaça por Pereira (2001), e no que se referente à ausência de perfilhos, foi identificado por Vasconcellos *et al.* (1988).

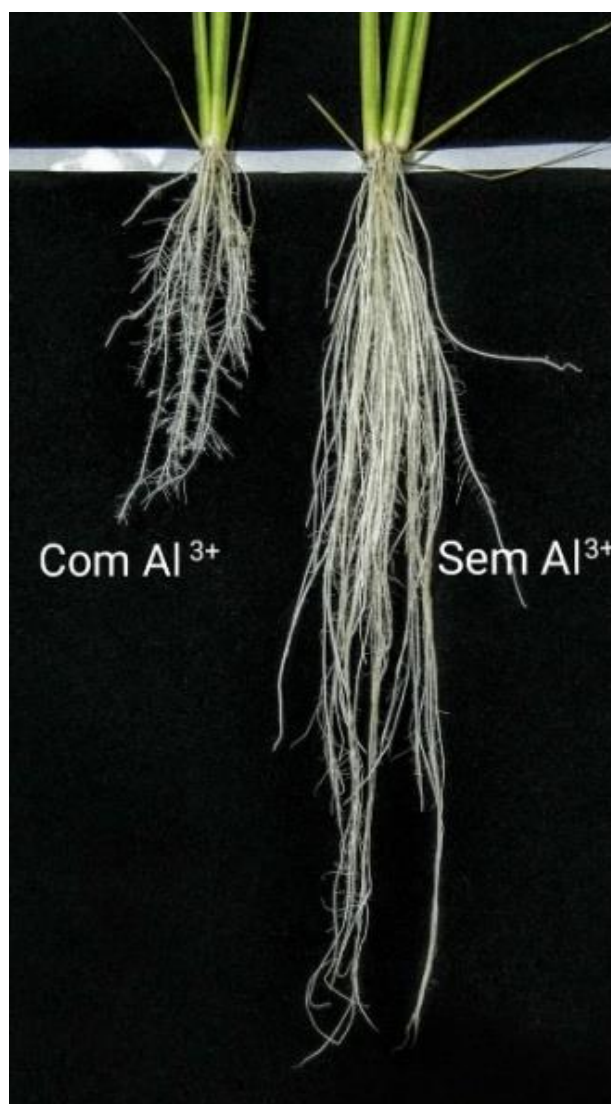


**Figura 6** - Produção de matéria seca da parte aérea e de matéria seca de raízes de plantas de arroz, submetidas a diferentes tratamentos, sendo: solução completa (completa); solução completa mais Alumínio (+Al); solução completa menos Potássio (-K); solução completa menos cálcio (-Ca); solução completa menos magnésio (-Mg); solução completa menos boro (-B). Os tratamentos com letras diferentes na horizontal, diferem na média pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas referem-se a produção de matéria seca da parte aérea e minúsculas à produção de matéria seca de raízes.

A altura das plantas foi menor que a testemunha em todos os tratamentos avaliados.

A deficiência de Ca e a presença de alumínio foram os tratamentos que proporcionaram menor comprimento de raízes (Tabela 2).

Com a presença do Al, as plantas de arroz tiveram o desenvolvimento limitado das raízes (Figura 7), isso ocorre devido a toxicidade que Al causa ao desenvolvimento apical das mesmas. Entre relatos sobre a toxidez de Al em plantas de arroz, Freita *et al.* (2006), notou dificuldades no desenvolvimento das raízes, acarretando em baixa absorção de nutrientes, e gerando uma redução no desenvolvimento e na produtividade.



**Figura 7** - Aspecto da parte aérea e radicular de plantas de arroz cultivadas na presença de alumínio (+Al) e com nutrição completa em comparação com planta que recebeu nutrição completa, sem alumínio.

### Conclusões

A ausência dos nutrientes provocou redução no tamanho das plantas, e o baixo desenvolvimento de raízes, principalmente na falta do macronutriente Ca.

Na falta do elemento Mg houve uma queda expressiva em produção de massa da matéria seca, seguida respectivamente dos nutrientes Ca, K e B.

Com a presença do Al houve uma redução significativa no comprimento de raízes.

Ocorreu a morte do broto apical no tratamento com omissão de B, além de baixo desenvolvimento das plantas.

### Referências

CARVALHO, A. V.; BASSINELLO, P. Z.; MATTIETTO, R. A.; CARVALHO, R. N.; RIOS, A. O.; SECCADIO, L. L. Processamento e caracterização de snackextrudado a partir de farinhas de quirera de arroz e de bandinha de feijão. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 15, n. 1, p. 72-83, 2012.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Safra Brasileira de Grãos**. Acesso em: 2 de maio, 2018. Online. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/index.php/info-agro/safras/graos>.

CRUSCIOL, C.A.C; MACHADO, J.R.; ARF, O; Rodrigues, R.A.F. Matéria seca e absorção de nutrientes em função do espaçamento e da densidade de semeadura em arroz de terra alta, **Scientia Agrícola**, v.56, n.1, p.63-70, 1999.

FAGERIA, N.K. e BARBOSA FILHO, M.P. **Identificação e correção de deficiências nutricionais na cultura do arroz**. Santo Antônio de Goiás - GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. Acesso em: 24 de abril, 2018. Online. Disponível em: <https://www.embrapa.br/arroz-e-feijao>

FAGERIA, N. Manejo da calagem e adubação do arroz. In: BRESEGHELLO, F.; STONE, L. Tecnologia para o arroz de terras altas. Santo Antônio de Goiás: **Embrapa Arroz e Feijão**, 1998. p. 67-78.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statistical data bases**. Acesso em: 5 maio, 2018. Online. Disponível em: <http://www.fao.org>

FREITAS, F. A.; KOPP, M.M.; SOUSA, R.O.; ZIMMER, P.D.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C. Absorção de P, Mg, Ca e K e tolerância de genótipos de arroz submetidos a estresse por alumínio em sistemas hidropônicos. Santa Maria, **Ciência Rural**, v.36, n.1, p.72-79, 2006.

GONDIM A. R. O.; PRADO, R. M.; ALVES, A. U.; FONSECA, I. M. Eficiência nutricional do milho cv. BRS 1030 submetido à omissão de macronutrientes em solução nutritiva. **Revista Ceres**, v. 57, n. 4, p. 539-544, 2010.

LAVIOLA, B. G.; DIAS, L. A. S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 5, p. 1969-1975, 2008.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda., 2006. 638 p

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.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MARROCOS, P. C. L. **Nutrição mineral da Maca damiaintegri folia Maiden & Betche**. 1997. 91 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MAUAD, M.; GRASSI FILHO, H.; CRUSCIOL, C. A. C.; CORRÊA, J. C. Teores de silício no solo e na planta de arroz de terras altas com diferentes doses de adubação silicatada e nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 867-873, 2003.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4ªed. Berne: International Potash Institute, p.593 – 687, 1987.

MIRANDA, R. S.; SUDERIO, F. B.; SOUSA, A. F.; GOMES FILHO, E. Deficiência nutricional em plântulas de feijão-de-corda decorrente da omissão de macro e micronutrientes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 326-333, 2010.

NOBLE, A. D.; SUMNER, M. E. Calcium and Alinteractions and soybean growth in nutrient solutions. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.19, n.7-12, p.1119-1131, 1988.

NUCCI, T. A. de. **Macronutrientes em kiwi cultivares bruno e monty: teores, sintomas de carência e exportação pelos frutos**. 1996. 95f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PEREIRA, W. L. M. **Doses de potássio e de magnésio em solução nutritiva para capim-mombaça**. 2001.124f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PRADO, R. M.; HOJO, R.H.; AVALHÃES, C.C.; VALE, D.W.; PIMENTEL, U.V. Desempenho do capim-tanzânia cultivado em solução nutritiva com à omissão de macronutrientes. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 10, n.1, p.58-68, 2011.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p.

SARCINELLI, T.S.; RIBEIRO JÚNIOR, E.S.; DIAS, L.E.; LYNCH, L. de S. Sintomas de deficiência nutricional em mudas de *Acacia holosericea* em resposta à omissão de macronutrientes. **Revista Árvore**, v. 28, p.173-181. 2004.

SGARBI, F.; SILVEIRA, R.L. V. de; TAKAHASHI, E. N.; CAMARGO, M. A. F. Crescimento e produção de biomassa de clone de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em condições de deficiência de macronutrientes, B e Zn. **Scientia Forestalis**, n.56, p.69-82, 1999.

SILVA, E.B.; TANURE, L.P.P.; SANTOS, S.R; RESENDE J.P.S. Sintomas visuais de deficiências nutricionais em pinhão-mansão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n.4, p.392-397, 2009.

SILVAF.A.S, AZEVEDO C.A.V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal Agricultural Research*, v. 11, n.39, p. 3733-3740, 2016.

SILVA, J.S.; ALVES, J.D.N.; DE OLIVEIRA, M.L.; MARQUES. D.C.S.; MACÊDO M.A.R.; SALDANHA. E.C.M. Crescimento da cultura do arroz submetido à omissão de nutrientes em Latossolos do Estado do Pará. **Revista Agroecossistemas**, v. 5, n. 2, p. 47-52, 2014.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. Foreign Agricultural Service. **Production, supply and distribution online**: custom query. USDA, 2009. Acesso em: 17 de abril, 2018. Online. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx>.

VASCONCELLOS, C. A.; SANTOS, H. L. dos; FRANÇA, G. E. Calagem e adubação na cultura do sorgo In: EMBRAPA/CNPMS (Ed). **Recomendações técnicas para o cultivo do sorgo**. 3. ed. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, p. 19-26, 1988.

VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 299-325.

WALLAU, R.L.R. de; BORGES, A.R.; ALMEIDA, D.R. de; CAMARGOS, S.L. **Sintomas de deficiências nutricionais em mudas de mogno cultivadas em solução nutritiva**. *Revista Cerne*, v. 14, n. 4, p.304-310, 2008.