IV SIMPÓSIO ABC
ARGENTINA-BRASIL-CUBA
Sistemas de Produção e Sustentabilidade Agrícola:
Experiências na Argentina, Brasil e Cuba
Realização
Apoio

DESENVOLVIMENTO RADICULAR E TEOR DE NITRATO DE TRÊS VARIEDADES DE ARROZ CULTIVADAS COM BAIXA DOSE DE N

Root Development and Nitrate Content in Three Rice Varieties Cultivated With Low N

Alice Firmino DONATO[1]; Erinaldo Gomes PEREIRA[2]; Erika da Costa FERNANDES[3]; Carlos Alberto BUCHER[4]; Cassia Pereira Coelho BUCHER[5] & Manlio Silvestre FERNANDES[6]

[1]Estudante do Curso de Agronomia, IA/UFRRJ. E-mail: alicedonato@outlook.com
[2]Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Ciência do Solo (UFRRJ).
[3]Doutoranda do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia (UFRRJ).
[4]Professor Adjunto do Departamento de Fitotecnia (UFRRJ).
[5]Bolsista de Pós-Doutorado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Ciência do Solo (UFRRJ).
[6]Professor Emérito do Departamento de Solos (UFRRJ).

Resumo: O nitrogênio (N) é o macronutriente mais requerido pelas plantas, e a deficiência do mesmo gera grandes perdas para as plantas, tanto na fase vegetativa quanto na fase reprodutiva. Nas plantas, está presente em diversas moléculas e constituintes celulares. No solo, o N está disponível em formas orgânicas como aminoácidos e peptídeos, e inorgânicas como o nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+). Devido à alta mobilidade no solo, o NO_3^- é facilmente perdido por processos de lixiviação, volatilização e desnitrificação. O objetivo do presente trabalho foi analisar o desenvolvimento radicular e os teores de nitrato de três variedades de arroz, sendo duas variedades locais do Maranhão (Manteiga e Piauí) e uma variedade melhorada (IAC-47), cultivadas em solução nutritiva com baixa concentração de N (0,2 mM N-NO_3^-), durante 30 dias. O experimento foi conduzido em câmara de crescimento no Departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). A variedade Piauí, quando comparada a Manteiga e IAC-47, apresentou maior desenvolvimento radicular e maior teor de NO_3^- nas folhas, enquanto a variedade Manteiga apresentou maior teor de NO_3^- nas raízes e nas bainhas. Com resultados obtidos foi possível observar que as variedades locais do Maranhão apresentam diferentes estratégias de desenvolvimento quando cultivadas em ambiente com baixo suprimento de N.

Palavras-chave: nitrogênio, absorção, assimilação.

Abstract: Nitrogen (N) is the most required macronutrient by plants, and its deficiency generates large losses to plants, both in the vegetative phase and in the reproductive phase. In plants, it is present in several molecules and cellular constituents. In soil, N is available in organic forms such as amino acids and peptides, and inorganic forms such as nitrate (NO_3^-) and ammonium (NH_4^+). Due to the high mobility in the soil, NO_3^- is easily lost through leaching, volatilization and denitrification processes. The objective of the present work was to analyze the root development and nitrate content of three rice varieties, two local varieties of rice from Maranhão (Manteiga and Piauí) and one improved variety (IAC-47), cultivated in nutrient solution with low concentration of N (0.2 mM N- NO_3^-) for 30 days. The experiment was conducted in a growth chamber at the Soil Department of the Federal Rural University of Rio de Janeiro (UFRRJ). The Piauí variety, when compared to Manteiga and IAC-47, presented higher root development and higher NO_3^- content in leaves, while Manteiga variety

presented higher NO_3^- content in roots and sheaths. With the obtained results it was possible to observe that the local varieties of Maranhão present different development strategies when cultivated in environment with low N supply.

Keywords: nitrogen, assimilation, absorption.

Introdução

O nitrogênio (N) é o macronutriente mais requerido pelas plantas, e a deficiência desse nutriente gera grandes perdas para as plantas, tanto na fase vegetativa quanto na fase reprodutiva. Ele está presente em diversas moléculas e constituintes celulares, como nos aminoácidos, proteínas, hormônios vegetais e membranas.

No solo, o N está disponível em formas orgânicas como aminoácidos e peptídeos, e inorgânicas como o nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+). As plantas diferem na sua preferência por fontes de N, mas o absorvem principalmente sob formas minerais (WILLIAMS e MILLER, 2001). Porém, os diferentes ambientes de cultivo e as diferentes espécies de plantas exercerão influência direta na fonte de N mineral a ser absorvida em maiores quantidades.

Devido a alta mobilidade no solo, o NO_3^- é facilmente perdido por processos de lixiviação, volatilização e desnitrificação. Essa perda é prejudicial sob diversos aspectos, pois prejudica as plantas, que ao terem uma menor disponibilidade de N crescerão e produzirão menos, prejudica o produtor, o qual deve aumentar a taxa de adubação no intuito de garantir uma produção satisfatória, prejudica o consumidor que arca diretamente com os maiores custos, advindos da maior necessidade de adubação, e prejudica sobretudo o meio ambiente, uma vez que o NO_3^- lixiviado ao longo do perfil do solo será depositado em cursos de água, o que, dependendo da quantidade lançada, contribuirá para a ocorrência de processos de eutrofização de recursos hídricos.

Existem diversas formas de contornar essa problemática, sendo a seleção de genótipos mais eficientes na absorção e assimilação de N, uma das alternativas adotadas por pesquisadores em programas de melhoramento vegetal. A identificação de variedades naturalmente mais eficientes é um dos pilares dos programas de melhoramento. Estudos feitos com genótipos de arroz demonstraram a existência de diferenças quanto à eficiência do uso do nitrogênio e produção de grãos, indicando uma grande relação quanto ao aumento da produtividade dos grãos com a seleção de genótipos eficientes na absorção e assimilação de N (KISCHEL et al., 2011; FAGERIA et al., 2007).

O estado do Maranhão, marcado por fluxos intermitentes de nutrientes no solo devido à alternância de períodos chuvosos e secos, e historicamente um grande produtor de arroz, possui um grande banco de germoplasma, com variedades que guardam consigo diversas adaptações as condições de cultivo presentes nessa região. Características como, maior eficiência no uso de N e maior desenvolvimento radicular em condições de baixa adubação nitrogenada, vêm sendo identificadas em trabalhos desenvolvidos por pesquisadores no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas (LNMP) (COELHO et al., 2016; SANTOS et al., 2011).

O objetivo do presente trabalho foi realizar uma análise comparativa entre duas variedades locais do Maranhão (Manteiga e Piauí) e uma cultivar melhorada (IAC-47), quanto a parâmetros radiculares e teores de nitrato, quando cultivadas em solução nutritiva com baixa concentração de nitrogênio (0,2 mM de NO_3^-).

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em câmara de crescimento (luminosidade de aproximadamente 400 µmols fótons m^{-2} s^{-1}; fotoperíodo de 14h/10h, umidade de 70% e temperatura 28°C/24°C), no Departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 1 x 1 (variedades x tratamento x coleta) com 4 repetições. Para o estudo foram utilizadas as variedades IAC-47 (variedade melhorada), Piauí e Manteiga (variedades locais do estado do Maranhão).

As sementes foram primeiramente desinfestadas em solução de hipoclorito de sódio a 2,5%, agitadas por inversão durante 15 minutos e depois lavadas com água destilada. Após o processo de desinfecção, as sementes foram levadas para a câmara de crescimento e colocadas para germinar em vasos contendo água destilada. Dez dias após a germinação, as plântulas foram transferidas para solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950) modificada à meia força iônica (1/2 FI), a qual foi renovada a cada três dias.

As plantas foram submetidas ao fornecimento constante de N-NO_3^- na concentração de 0,2 mM. Trinta dias após germinação as plantas foram coletadas, seccionadas em raiz (R), bainha (B) e folha (F), e armazenadas para posterior análise de N-NO_3^- (MIRANDA, 2001) e morfologia do sistema radicular.

As raízes foram armazenadas em álcool 50%, digitalizadas com auxílio de scanner de mesa (Epson Expression 10000XL). As imagens obtidas após o processo de digitalização foram analisadas com auxílio do programa Winrhizo.

Os dados foram submetidos a análise de variância e, posteriormente, ao teste de Tukey a significância de 5%, utilizando o programa estatístico R.

Resultados e Discussão

As três variedades em estudo diferem tanto no desenvolvimento radicular, quanto na distribuição interna do nitrato fornecido em solução.

A variedade Manteiga, comparada a variedade Piauí e IAC-47, apresenta maior teor de NO_3^- nas raízes e nas bainhas (Figura 1). Por outro lado, o teor de nitrato nas folhas da variedade Piauí se destaca positivamente, com um teor NO_3^- cerca de 40% superior a variedade melhorada (IAC-47) e 60% superior a variedade Piauí. Santos et al. (2009), estudando diferentes variedades de arroz, também observaram o acúmulo de NO_3^- nas bainhas de algumas variedades, e atribuíram esse comportamento a uma possível estratégia da planta em estocar o N nesse órgão para utilizá-lo em períodos de maior demanda metabólica, como na fase de enchimento de grãos.

Em relação aos parâmetros radiculares, comprimento e número de pontas, observa-se que as variedades maranhenses se destacam. A variedade Piauí apresenta comprimento radicular total e número total de pontas superior a Manteiga e IAC-47 (Figura 2A e 2B). A variedade Manteiga, apesar do comprimento radicular total semelhante a IAC-47, apresenta o número total de pontas cerca de 20% superior. Interessante observar que as variedades Piauí e Manteiga desenvolvem um sistema radicular com raízes de diâmetro mais fino (0 a 1,5 mm) (Figura 2A e 2B), o que resulta em maior área de contado do sistema radicular com a solução do solo, podendo conferir vantagem na absorção de nutrientes.

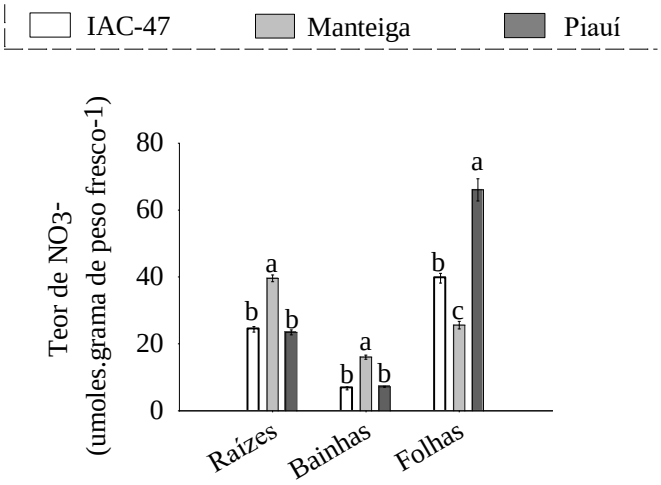

Figura 1. Teores de nitrato nas raízes, bainhas e folhas de plantas de arroz (*Oryza sativa* L.) (variedades IAC-47, Manteiga e Piauí) cultivadas em solução nutritiva de Hoagland e Arnon contendo 0,2 mM de $N\text{-}NO_3^-$

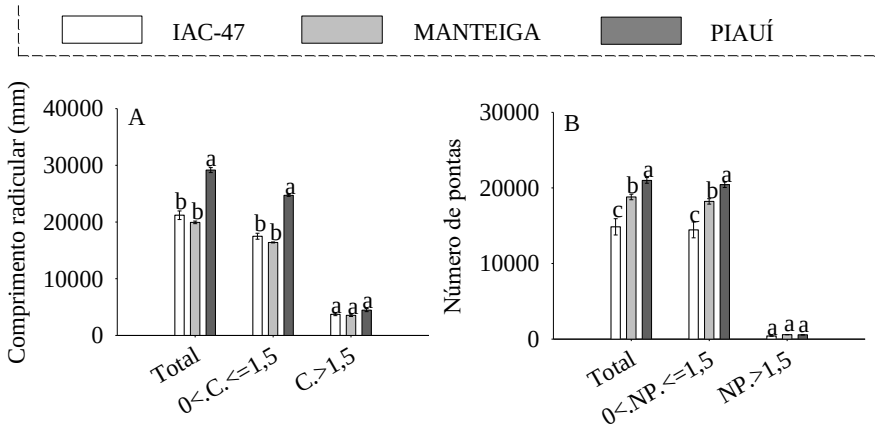

Figura 2. Comprimento radicular (A) e número de pontas (B): total, 0 a 1,5 mm e > 1,5 mm, de três variedades de arroz (IAC-47, Manteiga e Piauí) cultivadas em solução nutritiva de Hoagland e Arnon contendo 0,2 mM de $N\text{-}NO_3^-$

O maior desenvolvimento radicular apresentado pelas variedades Piauí e Manteiga é altamente desejável para plantas cultivadas em ambientes com baixa disponibilidade de nutrientes, uma vez que esse fenótipo permite maior exploração do solo e, consequentemente, maior captação de recursos.

Como já foi observado por Souza e Fernandes (2018), em estudos com plantas de arroz, quando submetidas a estresse por deficiência de nitrogênio, as plantas, utilizando as reservas na parte aérea, investem mais em desenvolvimento radicular para que aumente a superfície de absorção e consiga obter o N.

A análise de agrupamento obtida pelo dendograma de dissimilaridade fenotípica (Figura 3) e pelo heatmap (Figura 4) demonstra uma clara separação entre as variedades em estudo. As variedades Piauí e IAC-47 são as mais contrastantes, e se agrupam em extremidades opostas, o que reflete muito bem os resultados de desenvolvimento radicular e teor de NO_3^-

apresentados. A variedade Manteiga, por não se destacar tão intensamente quanto a Piauí nos parâmetros analisados, agrupa-se em um nível intermediário.

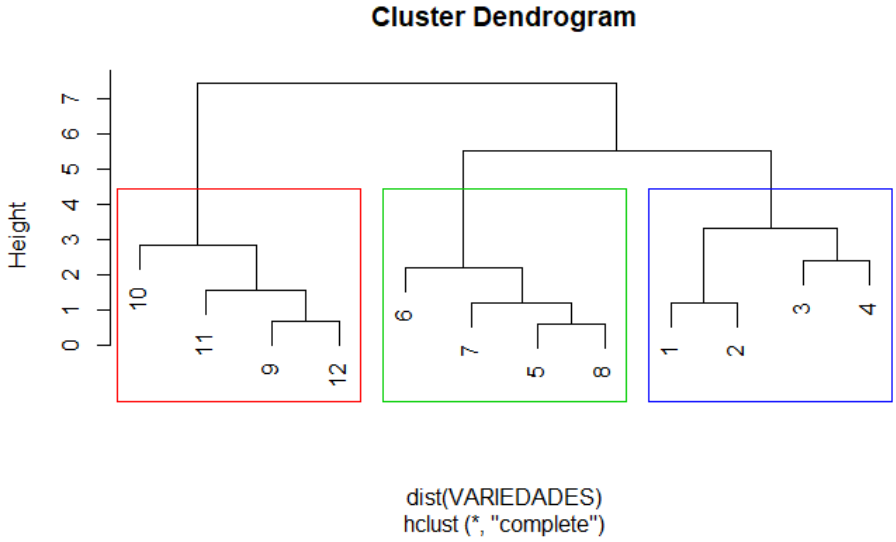

Figura 3. Dendograma de dissimilaridade fenotípica de três variedades de arroz ({1, 2, 3,4 = variedade IAC-47}, {5,6,7,8 = variedade Manteiga}, {9,10,11,12 = variedade Piauí}) cultivadas em solução nutritiva de Hoagland e Arnon contendo 0,2 mM de N-NO_3^-.

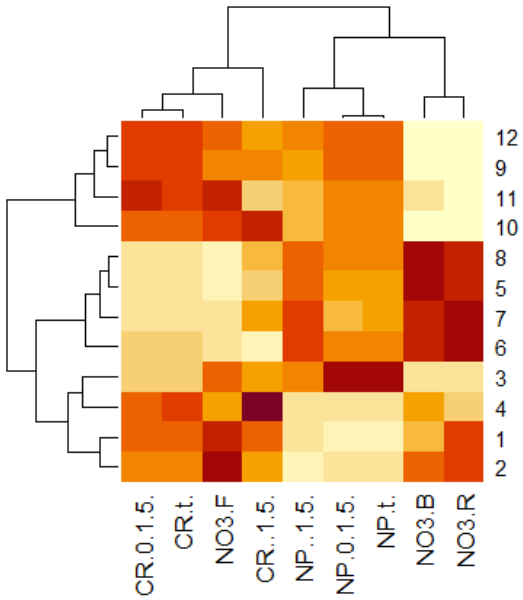

Figura 4. Heatmap dos teores de nitrato nas raízes, bainhas e folhas, comprimento radicular e número de pontas, de plantas de arroz (Oryza sativa L.) (variedades IAC-47, Manteiga e Piauí) cultivadas em solução nutritiva de Hoagland e Arnon contendo 0,2 mM de N-NO_3^-.

Conclusões

As três variedades analisadas apresentam diferentes estratégias de desenvolvimento quando submetidas a sistema de cultivo com baixa dose de N.

As variedades maranhenses são superiores tanto no desenvolvimento radicular, principalmente nas raízes mais finas, quanto no acúmulo do N-NO_3^- absorvido da solução nutritiva.

Apesar da necessidade de abordar mais parâmetros para melhor diferenciação dessas variedades, os resultados obtidos demonstram um enorme potencial de uso das variedades Piauí e Manteiga em programas de melhoramento genético direcionados ao desenvolvimento de cultivares de arroz mais eficiente em ambiente naturalmente pobre em nutrientes.

Referências Bibliográficas

CANCELLIER, E. L. et al. **Eficiência agronômica no uso de nitrogênio mineral por cultivares de arroz de terras altas**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.6, n.4, p.650-656, 2011.

COELHO, C. P. et al. **Rice varieties exhibit different mechanisms for Nitrogen Use Efficiency (NUE)**. Australian Journal of Crop Science, v.10, n.3, p.342, 2016.

FAGERIA, N. K. **Yield physiology of rice.** Journal of Plant Nutrition, v.30, n.6, 843-879, 2007.

HOAGLAND, D. R. et al. **The water-culture method for growing plants without soil.** Circular. California agricultural experiment station, 347(2nd edit), 1950.

MIRANDA, K.M. et al. **A rapid, simple spectrophotometric method for simultaneous detection of nitrate and nitrite.** Nitric Oxide v.5, p.62-71, 2001.

R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. RFoundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URLhttps://www.R-project.org/, 2019.

SANTOS, L. A. et al. **Effects of nitrogen stress on proton-pumping and nitrogen metabolism in rice**. Journal of Plant Nutrition, USA, v. 32, n. 4, p.549-564, 2009.

SANTOS, L. A. et al. **Nitrate uptake kinetics and metabolic parameters in two rice varieties grown in high and low nitrate.** Journal of Plant Nutrition, v.34, n.7, p.988-1002, 2011.

WILLIAMS, L. E. et al. **Transporters responsible for the uptake and partitioning of nitrogenous solutes.** Annual review of Plant Biology, v.52, n.1, p.659-688, 2001.