

ASPECTOS ANATÔMICOS DE RAÍZES DE PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE ADUBAÇÃO

Cícero de Lá Martini da Penha Junior^{1*}; Carlos Eduardo Barbosa Gomes¹; Rolzele Robson Marques¹; Alana das Chagas Ferreira Aguiar¹, Juliano dos Santos², Ilisandra Zanandrea¹

¹Universidade Federal do Maranhão; ² Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão

*E-mail para contato: ilisandra.zanandrea@ufma.br

Palavras-chave:

Zea mays; endoderme; adubação nitrogenada; crescimento; deficiência nutricional.

RESUMO

A adubação é uma prática importante para aumento de produtividade das plantas de uma área, desde que feita de forma correta. Os nutrientes ou a falta dos mesmos acabam afetando no desenvolvimento das plantas e isso acaba se refletindo na sua anatomia. Este trabalho teve como objetivo analisar a estrutura anatômica em raízes de plantas de milho (*Zea mays* L.) cultivadas em diferentes condições de adubação na época seca. Para isso, foram plantadas sementes de milho em uma área a qual foram submetidos a 7 tratamentos: controle, leguminosa, gesso, nitrogênio, gesso+leguminosa, gesso+nitrogênio e gesso+leguminosa+nitrogênio. Foram realizados cortes anatômicos com as raízes, e as lâminas foram montadas e fotografadas com auxílio de microscópio com uma câmera acoplada, e as fotos submetidas ao programa ImageJ para as medições. Os tratamentos controle e gesso apresentaram os menores valores para as variáveis avaliadas, com exceção da epiderme, que não apresentou diferenças. Houve presença de aerênquima em todos os tratamentos. O espessamento da endoderme, nos tratamentos de nitrogênio e leguminosa, foi mais evidente. O crescimento das raízes cujos tratamentos tinham nitrogênio foi mais mais uniforme. O tratamento com apenas gesso é prejudicial para as plantas e a aplicação de nitrogênio ou leguminosas promove aumento no crescimento das plantas.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura muito importante mundialmente devido à sua facilidade de cultivo e grande produção. Essa importância é medida principalmente no que diz respeito à grande quantidade de hectares disponibilizada para essa cultura (LIMA et al, 2020). Boa parte da produção de milho é destinada para o consumo dos grãos na alimentação, sendo uma característica bem evidenciada pela grande escolha de plantação de milho em sistemas de agricultura familiar nos quais

a produção é destinada à subsistência dos produtores (CRUZ, 2011). Como todas as plantas, o milho necessita de uma mínima quantidade de nutrientes para o seu desenvolvimento normal. Em condições normais, o solo possui estoques de nutrientes minerais e matéria orgânica que ficam disponíveis para a utilização dos organismos que os necessitam (ABREU, 2019).

As deficiências nutricionais que as plantas podem sofrer sempre acabam afetando o seu funcionamento normal e de suas estruturas. A

deficiência de nitrogênio no milho, por exemplo, causa entre outros efeitos, clorose nas folhas, e nas raízes é reportado uma indução para o aumento da formação de aerênquimas (GAO et al., 2015). O objetivo deste trabalho foi analisar as estruturas anatômicas em raízes de plantas de milho (*Zea mays* L.) cultivadas em diferentes condições de adubação na época seca.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi montado utilizando sementes de milho plantadas em parcelas, sendo que cada parcela representa um tratamento que foi utilizado no experimento, sendo: 1- controle, 2- aplicação de nitrogênio, 3- aplicação de gesso, 4- leguminosa, 5- gesso + nitrogênio, 6- gesso + leguminosa e 7- gesso + leguminosa + nitrogênio. As adubações foram realizadas junto com o plantio das sementes. Para os tratamentos foram utilizadas 4 ton.ha⁻¹ de gesso, nos tratamentos de leguminosas (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp) foi utilizado 12 ton.ha⁻¹ (correspondendo a 200 kg.ha⁻¹ de nitrogênio proveniente de leguminosas) e nos tratamentos de nitrogênio foi utilizado 150 kg.ha⁻¹. As plantas ficaram nessas condições durante 120 dias, quando foram realizadas as coletas das raízes para as análises anatômicas.

Para as análises anatômicas, cortes a mão livre foram realizados da região apical da raiz. Foram avaliados: diâmetro da raiz, diâmetro do córtex, diâmetro do cilindro vascular, número de vasos de xilema e diâmetro das células da epiderme. As secções foram clarificadas com hipoclorito de sódio a 0,5%, lavadas em água destilada, coradas com solução de safranina e azul de Toluidina a 1% e

colocadas em lâmina microscópica com glicerina 50%. As lâminas foram fotografadas em microscópio Carl Zeiss modelo Primo Star, acoplado à câmera digital AxioCam ERc 5s.

De cada planta foram analisados 20 cortes anatômicos. Os dados das variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade utilizando-se o programa STATISTIC.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas plantas cultivadas no período de seca, o diâmetro da raiz foi menor nas plantas controle e tratadas somente com gesso, e foi maior nas plantas com leguminosas e com Nitrogênio (Tabela 1). Da mesma maneira, o diâmetro do cilindro vascular foi menor nas plantas controle e nas plantas tratadas com gesso. Em relação à espessura do córtex e ao número de vasos de xilema, os menores valores foram observados nas plantas tratadas somente com gesso. Não houve diferença na espessura da epiderme (Tabela 1).

A figura 1 mostra o aspecto geral de toda extensão das raízes, nos diferentes tratamentos. Pode-se notar que as raízes dos tratamentos controle (Figura 1A e Tabela 1) e gesso (Figura 1C e Tabela 1) foram menores, não havendo diferenças entre as demais. Observou-se também que nos tratamentos onde houve aplicação de nitrogênio (Figura 1B, 1D, 1F e 1G) o crescimento das raízes foi mais uniforme, apresentando tecidos com as mesmas espessuras em toda a volta do cilindro central.

Tabela 1: Diâmetro médio da raiz (DR, em mm), diâmetro médio do cilindro vascular (DCV, em mm), espessura média do córtex (EC, em mm), espessura média da epiderme (EEP, em mm) e número de vasos de xilema (NVX) de raízes de plantas de milho nos diferentes tratamentos, 120 dias após o plantio, no período de seca.

Tratamentos	DR	DCV	EC	EEP	NVX
Controle	1,98 b	1,05 b	0,57 a	0,24 a	21,8 a
Nitrogênio	2,19 a	1,23 a	0,58 a	0,23 a	18,2 a
Gesso	1,71 b	0,99 b	0,44 b	0,12 a	12,4 b
Leguminosa + Nitrogênio + Gesso	2,04 a	1,21 a	0,51 a	0,17 a	18,5 a
Leguminosa	2,02 a	1,18 a	0,53 a	0,21 a	17,1 a
Leguminosa + Gesso	1,99 a	1,15 a	0,59 a	0,20 a	17,4 a
Nitrogênio + Gesso	1,99 a	1,16 a	0,55 a	0,19 a	17,2 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha < 0,05$).

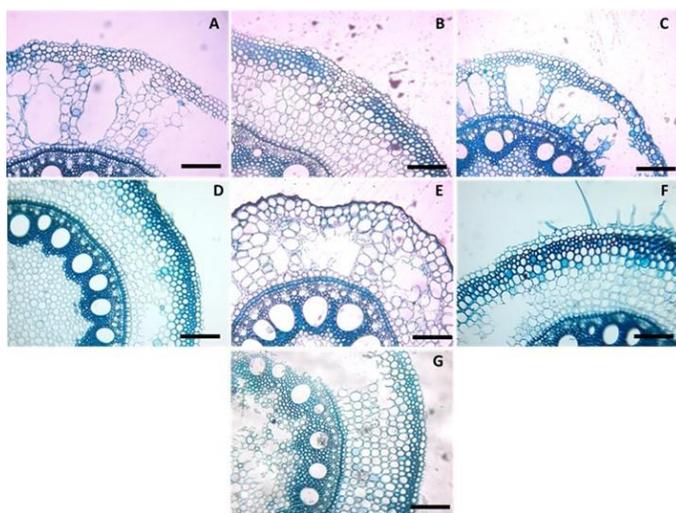


Figura 1: Aspecto do córtex das raízes de milho submetidas a adubação diferencial no período de seca. Escala: 50 μ m. A- Controle, B- Gesso+Leguminosa+Nitrogênio, C- Gesso, D- Gesso+Nitrogênio, E- Leguminosa, F- Gesso+Leguminosa, G- Nitrogênio. Coloração em azul de toluidina.

Com relação a região do córtex da raiz (Figura 1), houve formação de aerênquima lisígeno

em todas as raízes, sendo mais expressivos em alguns tratamentos. Observou-se, ainda, que as plantas apresentaram diferenças no espessamento nas paredes das células da endoderme (Figura 2), sendo mais evidente nas plantas tratadas com leguminosa (Figura 2E) e nitrogênio (Figura 2G).

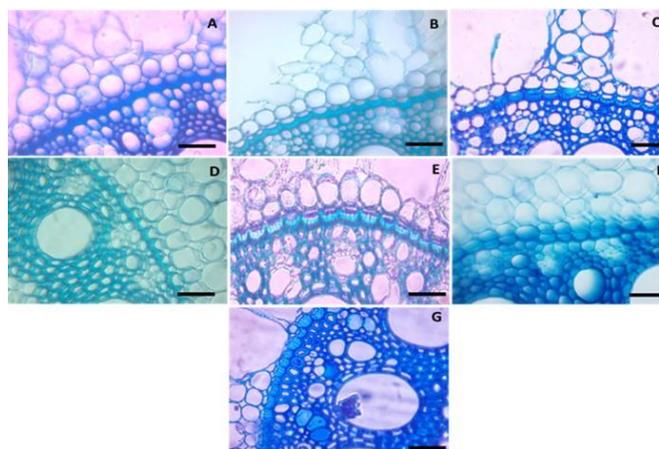


Figura 2: Detalhes da endoderme das raízes de milho submetidas a adubação diferencial na época de seca. Escala: 50 μ m. A- Controle, B- Gesso+Leguminosa+Nitrogênio, C- Gesso, D- Gesso+Nitrogênio, E- Leguminosa, F- Gesso+Leguminosa, G- Nitrogênio.

Sabe-se que o espessamento da endoderme bloqueia o fluxo de entrada de água pela rota apoplástica nas raízes. Com isso, há uma filtragem maior da quantidade e qualidade de solutos que são absorvidos e que serão transportados para a parte aérea da planta, impedindo toxidez por excesso de sais (PES, 2019). Por outro lado, quando há muita deposição de lignina nas paredes da endoderme, pode haver um bloqueio muito grande de íons e água, prejudicando o crescimento e diminuindo a produtividade. Quando há diminuição do espessamento da endoderme, fato observado em alguns tratamentos deste trabalho, pode ter sido uma estratégia lançada pela planta para melhorar a

condutividade hidráulica, permitindo entrada de maiores quantidades de íons para o cilindro vascular, além de conseguir um suprimento adequado de água para seu metabolismo, o que permitiria um melhor desenvolvimento (PEREIRA et al, 2008).

O córtex é uma das estruturas anatômicas da raiz mais sensíveis às mudanças no ambiente, enquanto que o cilindro vascular praticamente não sofre mudanças. Os aerênquimas têm como função aumentar a disponibilidade de oxigênio em situações de estresse que a planta pode ser submetida e se desenvolvem normalmente em plantas submetidas a alagamento (TRIVISOL, 2020). Além disso, plantas mais adaptadas ao estresse hídrico por alagamento normalmente possuem uma maior quantidade de espaços de ar e células de maior tamanho (SCHNEIDER, 2020).

Neste trabalho, nos tratamentos onde houve aplicação de nitrogênio, o crescimento das raízes foi mais uniforme, apresentando tecidos com as mesmas espessuras em toda a volta do cilindro central, e isso pode ser devido ao fato do nitrogênio ser um nutriente essencial, de extrema importância no crescimento das células das plantas e a adubação com esse nutriente favoreceu o desenvolvimento dessas raízes. O nitrogênio é um dos nutrientes mais importantes, sendo necessário para a produção de aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos e clorofila. Uma maior produção desses componentes resulta em uma maior possibilidade de acúmulo de biomassa nas plantas e crescimento mais uniforme (SONG et al., 2019).

CONCLUSÕES

A partir da realização dos experimentos observou-se que a adubação foi mais importante para modificações na estrutura normal das raízes, e que os tratamentos com alguma forma de nitrogênio são os melhores visto que o mesmo é essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas.

REFERÊNCIAS

- Abreu, C. S. Seleção de estirpes bacterianas rizosféricas e não rizosféricas com potencial para biossolubilização de fosfato e produção de inoculantes visando aumento do crescimento e nutrição de milho. **Tese**, Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Microbiologia. 2019, 117f.
- Cruz, J. C.; Pereira Filho, I. A.; Pimentel, M. A. G.; Coelho, A. M.; Karam, D.; Cruz, I.; Matrangolo, W. J. R. **Produção de milho na agricultura familiar**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011, 45 p.
- Gao, K. U. N.; Chen, F.; Yuan, L.; Zhang, F.; Mi, G. A comprehensive analysis of root morphological changes and nitrogen allocation in maize in response to low nitrogen stress. **Plant, cell & environment**, v.38, n.4, p.740-750, 2015.
- Lima, J. C.; Nascimento, M. N.; Jesus, R. S.; Silva, A. L.; Santos, A. R.; Oliveira, U. C. Crescimento inicial e diagnose nutricional de plantas de milho cultivadas com omissão de macronutrientes em Argissolo. **Nativa**, v.8, n.4, p.567-571, 2020.
- Pereira, F. J.; Castro, E. M. D.; Souza, T. C. D.; Magalhães, P. C. Evolução da anatomia radicular do milho 'Saracura' em ciclos de seleção sucessivos. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.43, p.1649-1656, 2008.
- Pes, M. P. Translocação de diamidas em soja e milho e efeito sobre *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) e *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797). **Tese** (Doutorado). Universidade Federal de Santa Maria, 2019, 69f.
- Schneider, H. M.; Klein, S. P.; Hanlon, M. T.; Kaeppler, S.; Brown, K. M.; Lynch, J. P. Genetic control of root anatomical plasticity in maize. **The Plant Genome**, v.13, n.1, e20003, 2020.

Song, J.; Wang, Y.; Pan, Y.; Pang, J.; Zhang, X.; Fan, J.; Zhang, Y. The influence of nitrogen availability on anatomical and physiological responses of *Populus alba* × *P. glandulosa* to drought stress. **BMC Plant Biology**, v.19, p.1-12, 2019.

Trivisiol, V.S. Espécies de capim arroz submetidas às diferentes doses de herbicidas, condições de umidade do solo e adubação nitrogenada. **Dissertação** (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria. Programa de Pós-Graduação em Agronomia, RS. 2020, 65f.