

PARCELAMENTO DO FÓSFORO NA CULTURA DO MILHO: EFEITOS NO CRESCIMENTO E MATÉRIA SECA

Evandro Fabio da Silva¹, Aureliano de Albuquerque Ribeiro², Célia Maria da Silva³, Mayana Garcias da Silva³

RESUMO: O parcelamento do fósforo pode aumentar a eficiência da adubação fosfatada na cultura do milho em comparação com a aplicação única, na semeadura. Com isso, objetivou-se com este estudo avaliar diferentes parcelamentos do fósforo no crescimento e matéria seca de plantas de milho. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Faculdade de Tecnologia Centec Cariri – FATEC Cariri, situada no município de Juazeiro do Norte - CE. O delineamento estatístico adotado foi o Inteiramente Casualizado (DIC). Os tratamentos foram compostos a partir da combinação de diferentes parcelamentos do fósforo (T1= sem aplicação de fósforo; T2= aplicação de 100% do fósforo na semeadura; T3= aplicação de 70% do fósforo na semeadura e 30% aos 35 dias após a semeadura e T4= aplicação de 30% do fósforo na semeadura e 70% aos 35 dias após a semeadura). Avaliou-se o diâmetro do colmo, o número de folhas, a matéria seca da parte aérea e das raízes das plantas. Os tratamentos aplicados influenciaram de maneira significativa todas as variáveis analisadas. A partir dos resultados obtidos, verificou-se que o parcelamento do fósforo não alterou significativamente o crescimento e nem a matéria seca das plantas de milho em comparação à aplicação tradicional em semeadura.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays* L, fertilidade do solo, adubação fosfatada

PHOSPHORUS SPLITTING IN CORN CROP: EFFECTS ON GROWTH AND DRY MATTER

ABSTRACT: Splitting phosphorus can increase the efficiency of phosphate fertilization in corn crops compared to a single application at sowing. Therefore, the objective of this study

¹ Tecnólogo em Irrigação e Drenagem, Fatec Cariri, CEP 63041-140, Juazeiro do Norte, CE. Fone (88) 3566 4051. e-mail: es6938464@gmail.com

² Prof. Doutor, Eixo de Recursos Naturais, Fatec Cariri, Juazeiro do Norte, CE.

³ Tecnóloga em Irrigação e Drenagem, Fatec Cariri, Juazeiro do Norte, CE

was to evaluate different phosphorus distributions in the growth and dry matter of corn plants. The experiment was conducted in a greenhouse at the Centec Cariri Technology College – FATEC Cariri, located in the municipality of Juazeiro do Norte - CE. The statistical design adopted was Completely Randomized (CRD). The treatments were composed from the combination of different phosphorus splits (T1 = no phosphorus application; T2 = application of 100% of phosphorus at sowing; T3 = application of 70% of phosphorus at sowing and 30% at 35 days after sowing and T4 = application of 30% of phosphorus at sowing and 70% at 35 days after sowing). The diameter of the stem, the number of leaves, the dry matter of the aerial part and the roots of the plants were evaluated. The treatments applied significantly influenced all variables analyzed. From the results obtained, it was found that the splitting of phosphorus did not significantly alter the growth or dry matter of corn plants compared to the traditional application during sowing.

KEYWORDS: *Zea mays* L, soil fertility, phosphate fertilization

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma importante cultura na economia do país, sendo o Brasil terceiro maior produtor mundial. Para a safra 2024/25, a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) prevê uma produção total de 128,3 milhões de toneladas de milho, o que representa um acréscimo de 11% em relação à safra anterior. A companhia também projeta um crescimento de 1,8% na área total cultivada e um acréscimo de 9% na produtividade do setor (CONAB, 2025).

A produtividade da cultura está mutuamente correlacionada à fertilidade do solo (Breda et al., 2016), sendo o fósforo um dos nutrientes mais importantes para o milho. Contudo, embora o teor natural de fósforo total nos solos possa atingir valores tão altos quanto 1800 mg kg⁻¹ em solos tropicais (Pavinato et al., 2021), apenas uma quantidade muito pequena desse P está prontamente disponível para as plantas devido à forte adsorção de fósforo de minerais de argila 1:1 (por exemplo, caulinita) e óxidos de ferro (Fe) e alumínio (Al) (Fink et al., 2016).

Uma forma de incrementar a eficiência do fósforo aplicado para as culturas é o parcelamento de sua dose (Aquino et al., 2014; Maroueli et al., 2015). Neste contexto, objetivou-se com este estudo avaliar diferentes parcelamentos do fósforo no crescimento e matéria seca de plantas de milho, visando uma maior eficiência da adubação fosfatada, em comparação com a aplicação tradicional, em semeadura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Faculdade de Tecnologia Centec Cariri – FATEC Cariri, pertencente ao Instituto Centro de Ensino Tecnológico – CENTEC, situada no município de Juazeiro do Norte - CE, com as coordenadas geográficas 07°12'47"S, 39°18'55"W. O município, localizado a 377 metros de altitude, apresenta um clima entre Tropical Semiárido à Tropical Semiárido Brando, com temperatura média de 24 a 26 °C, tendo o período chuvoso de janeiro a maio. A média pluviométrica é de 925 mm (Lima & Ribeiro, 2012).

O delineamento estatístico adotado foi o Inteiramente Casualizado (DIC). Os tratamentos foram compostos a partir da combinação de diferentes parcelamentos do fósforo (T1= sem aplicação de fósforo; T2= aplicação de 100% do fósforo na sementeira (maneira convencional); T3= aplicação de 70% do fósforo na sementeira e 30% aos 35 dias após a sementeira e T4= aplicação de 30% do fósforo na sementeira e 70% aos 35 dias após a sementeira).

A unidade experimental foi representada por um vaso plástico de 8 L contendo uma planta, tendo quatro repetições, totalizando 16 tratamentos. A dose de fósforo recomendada para a cultura correspondeu a 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Fernandes, 1993). A fonte de P utilizada na sementeira e em cobertura foi o superfosfato simples granulado, com 20% de P₂O₅, contendo 16% de (Ca) e de 10% a 12% de enxofre (S).

O solo utilizado na pesquisa foi coletado em área experimental da Fatec Cariri na profundidade de 0 a 20 cm, sendo peneirado e após isso, foi realizado o preenchimento dos vasos. Na extremidade inferior de cada vaso foi colocado uma camada de 2 cm de brita. A caracterização química e física do utilizado encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química e física do solo utilizado no experimento

Características químicas												
CEes	pH	C	MO	P	V	Ca	Mg	K	Na	SB	T	H+Al
dS m ⁻¹	-	---g/kg---	mg/dm ³	%	-----cmol _c /dm ³ -----							
0,16	7,2	2,3	3,9	4,0	80	2,48	0,49	0,2	0,02	3,17	3,97	0,80
Características físicas												
Ds	Dp	PT	Areia total	Areia grossa		Areia fina		Silte	Argila	Classe Textural		
---kg/dm ⁻³ ---	%	-----g/kg-----										
1,4	2,8	48	850,60	499,20		351,40		8,65	140,7	Areia Franca		

CEes - condutividade elétrica do extrato de saturação; pH - potencial hidrogeniônico; C - carbono; MO - matéria orgânica; P - fósforo; V - saturação por bases; Ca - cálcio; Mg - magnésio; K - potássio; Na - sódio; SB -soma de bases trocáveis; T - capacidade de troca catiônica; Ds - densidade do solo; Dp - densidade das partículas; PT - porosidade total

A cultura utilizada foi o milho cultivar RB 9060. A semeadura foi realizada colocando-se quatro sementes por vaso, a 2 cm de profundidade. Aos 13 dias após a semeadura (DAS) realizou-se o desbaste, deixando-se uma planta por vaso. A adubação nitrogenada (210 kg ha⁻¹ de N) e potássica (80 kg ha⁻¹ de K₂O) foram parceladas, sendo 15% aplicado no desbaste e o restante aplicado em duas parcelas iguais aos 15 e 30 dias após o desbaste. A adubação fosfatada foi feita de acordo com os tratamentos estabelecidos. As fontes de nitrogênio e potássio utilizadas foram ureia e cloreto de potássio, respectivamente.

A irrigação foi feita diariamente de forma manual utilizando uma proveta, sendo realizada de maneira lenta até se observar a drenagem da água no vaso, atingindo assim a capacidade de campo em todos os vasos.

Aos 62 dias após a semeadura (DAS) as plantas foram coletadas. Foram realizadas medidas do diâmetro do colmo das plantas (DC), número de folhas (NF). As diferentes partes das plantas (raízes, colmo, folhas e espigas) foram separadas, acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar, mantendo-se a temperatura na faixa de 65 a 70°C. Após a secagem, cada amostra foi pesada em balança analítica, permitindo a obtenção da matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca da raiz (MSR).

Os dados obtidos foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e quando significativas pelo teste F, os tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software estatístico SISVAR®, versão 5.3 (Ferreira, 2019) e a geração dos gráficos através do Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos aplicados influenciaram de maneira significativa o diâmetro do colmo ($p < 0,01$), o número de folhas ($p < 0,01$), a matéria seca da parte aérea ($p < 0,01$) e matéria seca da raiz ($p < 0,01$) das plantas de milho (Tabela 1).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para o diâmetro do colmo (DC), número de folhas (NF), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca da raiz (MSR) do milho em resposta a diferentes parcelamentos do fósforo.

FV	GL	Quadrado médio			
		DC	NF	MSPA	MSR
Tratamentos	3	53,41**	18,25**	8109,56**	1312,56**
Resíduo	12	1,29	0,75	310,72	63,64
Total	15	-	-	-	-
CV (%)		7,91	6,60	22,99	28,81

FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; **, * – significativo a 1% e 5%, respectivamente.

As plantas cultivadas no solo sem adubação fosfatada (T1) apresentaram valores médios de diâmetro do colmo, número de folhas, matéria seca da parte aérea e matéria seca da raiz iguais a 9,0 mm, 10,0, 10,50 g e 2,50 g respectivamente. Estes valores foram 47,0; 25,92; 87,93 e 93,97% inferiores aos obtidos quando aplicou-se o fósforo de modo convencional, ou seja, todo de uma vez no momento da semeadura (T2), mostrando que o solo utilizado no presente estudo apresentava baixo teor de fósforo, o que comprometeu diretamente o desenvolvimento e matéria seca das plantas de milho (Tabela 2).

Tabela 3. Diâmetro do colmo (DC), número de folhas (NF), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca da raiz (MSR) do milho cultivado sob diferentes parcelamentos do fósforo.

Tratamentos	DC (mm)	NF	MSPA (g)	MSR (g)
T ₁	9,0b	10,0b	10,50b	2,50b
T ₂	17,0a	13,50a	87,00a	41,50a
T ₃	16,25a	14,50a	108,75a	40,25a
T ₄	15,25a	14,50a	100,50a	26,50a
Média	14,37	13,12	76,68	27,68
DMS _{5%}	2,38	1,81	37,01	16,75

T1= sem aplicação de fósforo; T2= aplicação de 100% do fósforo na semeadura (maneira convencional); T3= aplicação de 70% do fósforo na semeadura e 30% aos 35 dias após a semeadura e T4= aplicação de 30% do fósforo na semeadura e 70% aos 35 dias após a semeadura.

Dados seguidos por letras iguais nas colunas não diferem entre si segundo teste de Tukey, com 5% de significância

Além disso, os valores de diâmetro do colmo, o número de folhas, a matéria seca da parte aérea e a matéria seca da raiz obtidos nos diferentes parcelamentos do fósforo testados (T3 e T4) não diferiram estatisticamente dos valores médios encontrados quando aplicou-se o fósforo de maneira única na semeadura (T2) (Tabela 2). Enquanto isso, em experimento conduzido por Mukhtar et al. (2011) em condições de campo no Paquistão, observou-se que a adubação fosfatada aplicada de maneira única na semeadura melhorou o crescimento do milho. Kang et al. (2021) em experimentos conduzidos com a mesma cultura em condições de campo e vasos na China observaram melhor desempenho agrônômico do milho quando a adubação fosfatada foi aplicada de maneira parcelada.

O parcelamento das doses de fósforo pode resultar em respostas diferentes nas plantas de milho, conforme as condições do solo, de clima, da fonte de fósforo utilizada e se a planta é cultivada em vaso ou em condições de campo.

CONCLUSÕES

O parcelamento do fósforo não alterou significativamente o crescimento e nem a matéria seca das plantas de milho em comparação à aplicação tradicional em semeadura.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento e Tecnológico (FUNCAP) pela concessão da bolsa de iniciação científica ao primeiro autor do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUINO, L.A.; BERGER, P.G.; NEVES, J.C.L.; AQUINO, R. F. B. A. Acúmulo e exportação de nutrientes pelo algodoeiro com a aplicação parcelada de fósforo. **Bioscience Journal**, v. 30, p. 12–21, 2014.
- BREDA, F. A. F; ALVES, G. C; REIS, V. M. Produtividade de milho na presença de doses de N e de inoculação de *Herbaspirillum seropedicae*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.1,p.45-52, 2016.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, Brasília, DF, v. 12, safra 2024/25, n. 9, nono levantamento, junho 2025.
- FERNANDES, V. L. B. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará**. Fortaleza: UFC, Imprensa Universitária, 1993. 247p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, p.529-535, 2019.
- FINK, J. R.; INDA, A.V.; TIECHER, T.; BARRÓN, V. Iron oxides and organic matter on soil phosphorus availability, **Ciência e Agrotecnologia**, v.40, n.4, p.369-379. 2016.
- KANG, L; ZHANG, G; CHU, G. Split delivering phosphorus via fertigation to a calcareous soil increased P availability and maize yield (*Zea mays* L.) by reducing P fixation, **Journal of Soils and Sediments**, v.21, p. 2287-2300, 2021.

LIMA, G. G.; RIBEIRO, S. C. Geomorfologia e paisagem do município de Juazeiro do Norte/CE: relações entre a natureza semiárida e os impactos antrópicos. **Revista Geonorte**, v.2, n.4, p.520 - 530, 2012

MAROUELLI, W. A.; GUIMARAES, T. G.; BRAGA, M. B.; SILVA, W. L. C. Frações ótimas da adubação com fósforo no pré plantio e na fertirrigação por gotejamento de tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.10, p.949-957, 2015.

MUKHTAR, T.; ARIF, M.; HUSSAIN, S.; TARIQ, M.; MEHMOOD, K. Effect of different rates of nitrogen and phosphorus fertilizers on growth and yield of maize. **Journal of Agricultural Research**, v. 49, n.3, 2011.

PAVINATO, P. S.; ROCHA, G. C.; CHERUBIN, M. R.; HARRIS, I.; JONES, D. L.; WITHERS, P. J. A.. Map of total phosphorus content in native soils of Brazil. **Scientia Agricola**, v.78, n.6, 2021.