

---

**PRODUÇÃO DO MILHO SAFRINHA DE ACORDO COM DOSES E FORMAS DE APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES FOSFATADOS**

**OFF-SEASON CORN YIELD DUE TO DOSES AND PHOSPHATE FERTILIZERS PLACEMENTS**

André Guarçoni<sup>1</sup>

**RESUMO**

A maioria dos solos de regiões tropicais, devido ao processo natural de intemperismo, apresenta elevada acidez e baixos teores de nutrientes, especialmente o fósforo (P), que é adsorvido/precipitado em grandes quantidades nessa condição. A aplicação de P em menores volumes de solo pode reduzir este efeito para a cultura do milho, especialmente se aplicado na forma de fosfato solúvel. Este trabalho teve por objetivo determinar o efeito de doses e localizações do Superfosfato Triplo e do Fosfato de Araxá sobre a absorção de P e a produtividade do milho cultivado na safrinha. Para tanto, foi montado um experimento em campo com a cultura do milho safrinha, onde foram combinadas fontes de P, doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e formas de localização do adubo fosfatado no sulco de plantio, gerando 16 tratamentos. Foram determinados os teores (g/kg) e conteúdos (g/folha) foliares de P, bem como a massa média da espiga e a produtividade de grãos por hectare. Foi realizada análise de variância e as médias comparadas por meio de contrastes. O adubo fosfatado aumentou a absorção de P e a produtividade do milho, sobretudo se aplicado de forma localizada. Menores doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de fertilizante solúvel, são mais eficientes se aplicadas a menores frações do solo, enquanto as maiores doses se mostram mais efetivas se aplicadas a maiores volumes de solo; o Fosfato de Araxá é mais eficiente se aplicado a menores volumes de solo, mesmo em maior dose, visando reduzir a adsorção/precipitação da pequena quantidade P liberada pela solubilização.

73

**Palavras-chave:** *Zea mays*. Intemperismo. Adsorção. Fósforo. Localização.

**ABSTRACT**

Most soils in tropical regions, due to the natural process of weathering, have high acidity and low levels of nutrients, especially phosphorus (P), which is adsorbed/precipitated in large amounts in this condition. The application of P in smaller volumes of soil can reduce this effect for the corn crop, especially if applied in soluble phosphate form. The aim of this work was to determine the effect of doses and placements of Triple Superphosphate and Araxá Phosphate on P uptake and yield of off-season corn. For that, a field experiment was carried out with the crop of off-season corn, combining P sources, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> doses and ways of placement phosphate fertilizer in the planting furrow, generating 16 treatments. Leaf P concentration (g/kg) and contents (g/leaf) were determined, as well as the average ear mass and grain yield per hectare.

---

<sup>1</sup> Pesquisador do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper); Centro de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação-Serrano (CPDI-Serrano), [guarconi@incaper.es.gov.br](mailto:guarconi@incaper.es.gov.br).

Analysis of variance was performed and the means compared using contrasts. Phosphate fertilizer increased P absorption and corn productivity, especially if applied locally. Lower doses of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, in the form of soluble fertilizer, are more efficient if applied to smaller fractions of the soil, while higher doses are more effective if applied to larger volumes of soil. Araxá Phosphate is more efficient if applied to smaller volumes of soil, even at higher doses, aiming to reduce the adsorption/precipitation of the small amount of P released by solubilization.

**Keywords:** *Zea mays*. Weathering. Adsorption. Phosphorus. Placement.

## 1 INTRODUÇÃO

A grande maioria dos solos tropicais apresenta elevada capacidade de adsorção de fósforo (P) e baixos teores deste nutriente em solução. No Brasil, principalmente em solos muito intemperizados, oxídicos e de baixa fertilidade natural, esta característica tende a ser forte limitante à exploração tradicional da cultura do milho, diminuindo a produção ou aumentando os custos com a adubação. (MARTINS *et al.*, 2005; PREZOTTI; GUARÇONI, 2013).

Em solos intemperizados, o P pode ser precipitado, quando em solução, por meio de reações com íons ferro, alumínio, ou outros que apresentem valência dois ou mais, formando compostos insolúveis. Além disso, o P pode ser adsorvido, com elevada energia, à superfície de partículas da fração argila, de forma covalente, por troca de ligantes. (RAIJ, 2011). Se o solo apresentar condições propícias à adsorção/precipitação, a quantidade de P disponível para as plantas na solução do solo fica menor, ainda que boa parte do P adicionado na forma de fertilizante permaneça na forma lábil por algum tempo, ou seja, em equilíbrio com a solução. O “envelhecimento” da reação pode levar à formação de P-não lábil, que não estaria mais disponível para as plantas. (NOVAIS; SMYTH, 1999).

A proporção de P adsorvido/precipitado pelo solo decresce quando se aumenta a quantidade aplicada de adubo fosfatado, e também quando se aplica esse tipo de fertilizante em menor volume de solo. Portanto, há duas opções para incrementar a concentração de P na solução do solo: aumentar a dose para um mesmo volume de solo fertilizado ou reduzir o volume de solo fertilizado para uma mesma dose adicionada. (CASTILHOS; ANGHINONI, 1983; MODEL; ANGHINONI, 1992; MARTINS *et al.*, 2005; PREZOTTI; GUARÇONI, 2013; ROS *et al.*, 2017).

A localização do fertilizante fosfatado, ou seja, sua aplicação em menor volume de solo, já é cogitada, desde o início da década de 50, como forma de minimizar o efeito da adsorção do fósforo, aumentando o aproveitamento deste insumo. Ao se aplicar o adubo fosfatado em menor volume de solo, cria-se uma região de elevada concentração de fósforo,

permitindo maior absorção do nutriente pelas raízes nesta região, sendo o fósforo praticamente imóvel no solo. (MODEL; ANGHINONI, 1992; DONAGEMMA *et al.*, 2008).

A controvérsia está na observação de que apenas parte das raízes, em contato com uma região de elevada concentração de P, não seja suficiente para suprir plantas de milho com este nutriente de forma satisfatória (ALVES *et al.*, 1999). Porém, a aplicação do P em frações decrescentes de solo, pode estimular o crescimento radicular das plantas de milho na parte fertilizada com esse nutriente, principalmente de raízes mais finas, provocando incremento da área radicular exposta ao P. (ANGHINONI; BARBER, 1980).

Alguns autores sustentam que as fontes de fósforo podem atuar de forma diferente quando localizadas. Os fosfatos solúveis, que tendem a ser rapidamente adsorvidos quando distribuídos em toda a superfície do solo, podem ter o seu uso amplamente beneficiado pela localização. (MARTINS *et al.*, 2005; RAIJ, 2011; PREZOTTI; GUARÇONI, 2013). No caso das fontes naturais, a localização pode diminuir a solubilização do adubo, prejudicando a sua utilização pelas plantas. (BARROS; NOVAIS; NEVES, 1990). Porém, existem evidências de que mesmo as fontes naturais, quando aplicadas de forma localizada, são mais eficientes. (NOVAIS; SMYTH, 1999).

75

Este trabalho teve por objetivo determinar o efeito de doses e localizações do Superfosfato Triplo e do Fosfato de Araxá sobre a absorção de P e a produtividade do milho cultivado na safrinha.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

Em um Argissolo Vermelho (12,5 mg/dm<sup>3</sup> de P e 29 mg/L de P-rem; teor de P classificado como médio, segundo proposta de Alvarez V. *et al.*, 1999, da região de Coimbra-MG, foi montado um experimento combinando doses e formas de aplicação de dois fertilizantes fosfatados, como adubação para o milho de segunda safra (safrinha).

Os tratamentos se originaram do fatorial: 1 + ((2+1) 5), sendo: 1 testemunha (sem adição de P) + ((2 doses de Superfosfato Triplo (ST) (30 e 120 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) + 1 dose de Fosfato de Araxá (FA) (120 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; a dose para os tratamentos com FA foi composta de 90 % de FA e 10 % de ST)) x 5 formas de localização do fertilizante fosfatado no solo (D, L1, L2, L3 e CV)), gerando 16 tratamentos. As localizações seguiram as seguintes distribuições: D - fonte de fósforo aplicada em toda a superfície do sulco de plantio; L1 - fonte de fósforo aplicada em linha contínua apenas no fundo do sulco de plantio; L2 - fonte de fósforo aplicada

em linha contínua no fundo do sulco de plantio e de um sulco lateral distante 25 cm; L3 - fonte de fósforo aplicada em linha contínua no fundo do sulco de plantio e de dois sulcos laterais, feitos em ambos os lados e distantes 25 cm; CV - fonte de fósforo aplicada em cova, de forma pontual no fundo do sulco de plantio, abaixo de cada semente de milho. Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso com quatro repetições, perfazendo um total de 64 parcelas experimentais. Estas foram constituídas por cinco sulcos de 5,2 m, sendo consideradas úteis as 60 plantas centrais.

No mês de dezembro foi realizado o preparo da área com aração e gradagem, sendo o calcário dolomítico incorporado até 20 cm de profundidade. O milho, por ser de segunda safra, foi semeado em fevereiro, no espaçamento de 1,0 x 0,2 m (50.000 plantas/ha), concomitantemente à aplicação dos tratamentos. No plantio, aplicou-se, junto com os tratamentos, mas apenas no fundo do sulco de plantio, 40 kg/ha de N, na forma de sulfato de amônio (SA), e 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O, na forma de KCl. Além disso, foram aplicados, à lanço, 40 kg/ha de N (SA), quando as plantas de milho apresentavam 4 folhas completamente abertas e 20 kg/ha de N (SA), quando as plantas apresentavam 8 folhas completamente abertas.

Foram determinados os teores (TEORP) e os conteúdos (CONTP) de P nas folhas de milho (21 folhas/parcela; quarta do ápice para a base da planta, na época do aparecimento da inflorescência feminina), a massa média por espiga (MMESP) e a produtividade de grãos por hectare (PROD).

Foi realizada análise de variância, desdobrando-se os efeitos em graus de liberdade individuais, por meio de contrastes ortogonais. Para melhor visualização dos resultados, foram calculados, também, contrastes não ortogonais, comparando as localizações que proporcionaram a maior produtividade em cada fonte/dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, em relação à testemunha.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A adição de P, considerando a média entre os fertilizantes, doses e modos de aplicação, não proporcionou incremento no teor de P (TEORP) e no conteúdo de P nas folhas (CONTP), bem como na massa média de espigas (MMESP), em relação à testemunha (Tabelas 1 e 2). Isso ocorreu porque o teor de P no solo, na implantação do experimento, já era classificado como médio, impedindo um efeito positivo pronunciado da adubação fosfatada, ocorrência também observada no trabalho de Santos *et al.* (2008). A forma como os contrastes são elaborados também pode explicar o fato. Nos contrastes são comparadas médias de grupos de tratamentos,

e isso tende a anular o efeito positivo de um tratamento pelo efeito negativo de outro, ou seja, na média, os valores não são discrepantes. Entretanto, as diferenças são detectadas quando os tratamentos são avaliados isoladamente.

**Tabela 1** – Teor de P e produção do milho na safrinha submetido a diferentes formas de localização de adubos fosfatados

Tratamento <sup>1/</sup>	Característica Avaliada			
	TEORP <sup>2/</sup>	CONTP <sup>3/</sup>	MMESP <sup>4/</sup>	Prod <sup>5/</sup>
	dag/kg	g/folha	g	kg/ha
Testemunha	0,20	5,61	131,4	4.521
ST-30-D	0,22	6,50	135,4	5.000
ST-30-L1	0,22	6,67	144,6	5.104
ST-30-L2	0,19	5,52	129,1	4.708
ST-30-L3	0,20	5,84	125,7	4.688
ST-30-CV	0,19	4,82	120,6	4.146
ST-120-D	0,21	6,75	148,4	5.417
ST-120-L1	0,20	6,29	135,9	5.104
ST-120-L2	0,20	6,71	138,1	5.125
ST-120-L3	0,19	5,67	130,8	4.896
ST-120-CV	0,22	7,60	139,3	5.396
FA-120-D	0,21	5,90	132,1	4.771
FA-120-L1	0,21	6,35	137,1	5.313
FA-120-L2	0,20	5,71	139,8	5.125
FA-120-L3	0,21	6,10	136,5	4.896
FA-120-CV	0,22	6,50	132,2	4.854

<sup>1/</sup> ST e FA: Superfosfato triplo e Fosfato de Araxá; 30 e 120: kg/ha de P; D: fonte de fósforo aplicada em toda a superfície do sulco de plantio, L1: fonte de fósforo aplicada em linha contínua apenas no fundo do sulco de plantio, L2: fonte de fósforo aplicada em linha contínua no fundo do sulco de plantio e de um sulco lateral distante 25 cm, L3: fonte de fósforo aplicada em linha contínua no fundo do sulco de plantio e de dois sulcos laterais, feitos em ambos os lados e distantes 25 cm e CV: fonte de fósforo aplicada na cova, de forma pontual no fundo do sulco de plantio, abaixo de cada semente de milho. <sup>2/</sup> Teor de P nas folhas do milho. <sup>3/</sup> Conteúdo de P por folha. <sup>4/</sup> Massa média de espiga. <sup>5/</sup> Produtividade de grãos por ha.

A adição de P ao solo, por outro lado, foi responsável por aumentar, de forma significativa, a produtividade de grãos em relação à testemunha, gerando um incremento médio de 10 % (Tabelas 1 e 2). Mesmo que o incremento produtivo em média não tenha sido pequeno, quando os adubos fosfatados foram aplicados utilizando dose e forma de aplicação mais adequadas, proporcionaram acréscimos ainda mais relevantes, na absorção de P e na produtividade de grãos de milho (Tabelas 1 e 2).

**Tabela 2** – Valores de contrastes médios que confrontam formas de localização de fertilizantes fosfatados quanto ao teor de P, ao conteúdo de P e à produção do milho safrinha.

Contrastes <sup>1/</sup>	Característica Avaliada			
	TEORP <sup>2/</sup>	CONTP <sup>3/</sup>	MMESP <sup>4/</sup>	Prod <sup>5/</sup>
	dag/kg	g/folha	g	kg/ha
T vs P	-0,003	-0,586	-3,65	-448 <sup>o</sup>
ST vs FA d/120	-0,006	0,493	2,98	196
30 vs 120 d/ST	0,001	-0,737**	-7,41*	-458***
D vs Loc d/ST d/30	0,014	0,789	5,37	338

CV vs L d/ST d/30	-0,012	-1,186**	-12,50*	-687**
L1 vs L2 e L3 d/ST d/30	0,025*	0,988 <sup>o</sup>	17,18**	406
L2 vs L3 d/ST d/30	-0,011	-0,323	3,40	21
D vs Loc d/ST d/120	0,003	0,180	12,33*	286
CV vs L d/ST d/120	0,023*	1,375**	4,41	354
L1 vs L2 e L3 d/ST d/120	0,005	0,098	1,47	94
L2 vs L3 d/ST d/120	0,011	1,038	7,30	229
D vs Loc d/FA d/120	-0,004	-0,266	-4,29	-276
CV vs L d/FA d/120	0,014	0,452	-5,63	-257
L1 vs L2 e L3 d/FA d/120	0,005	0,442	-0,98	302
L2 vs L3 d/FA d/120	-0,006	-0,386	3,30	229
<b>Não Ortogonais</b>				
T vs ST d/30 d/D	-0,013	-0,890	-4,00	-479
T vs ST d/30 d/L	-0,019	-1,056 <sup>o</sup>	-13,200 <sup>o</sup>	-583 <sup>o</sup>
T vs ST d/120 d/D	-0,003	-1,140 <sup>o</sup>	-16,98*	-896**
T vs ST d/120 d/L	-0,018	-1,991***	-7,95	-875**
T vs FA d/D	-0,004	-0,290	-0,70	-250
T vs FA d/L	-0,007	-0,737	-5,75	-792**

<sup>1/</sup> T: testemunha; P: aplicação de fósforo; ST e FA: Superfosfato triplo e Fosfato de Araxá; 30 e 120: kg/ha de P; D: fonte de fósforo aplicada em toda a superfície do sulco de plantio, L1: fonte de fósforo aplicada em linha contínua apenas no fundo do sulco de plantio, L2: fonte de fósforo aplicada em linha contínua no fundo do sulco de plantio e de um sulco lateral distante 25 cm, L3: fonte de fósforo aplicada em linha contínua no fundo do sulco de plantio e de dois sulcos laterais, feitos em ambos os lados e distantes 25 cm e CV: fonte de fósforo aplicada na cova, de forma pontual no fundo do sulco de plantio, abaixo de cada semente de milho. <sup>2/</sup> Teor de P nas folhas do milho. <sup>3/</sup> Conteúdo de P por folha. <sup>4/</sup> Massa média de espiga. <sup>5/</sup> Produtividade de grãos por ha. \*\*\*, \*\*, \*, <sup>o</sup> Significativo aos níveis de 1, 5, 10 e 15 % de probabilidade, respectivamente.

O superfosfato triplo, quando adicionado ao solo na dose de 120 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, proporcionou, na média de todas as formas de aplicação, maior conteúdo de P, maior massa média de espiga e maior produtividade do que na dose de 30 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Tabelas 1 e 2), como esperado. Entretanto, comparando as formas de aplicação do superfosfato triplo entre si, só foi observado algum efeito positivo quando este foi adicionado na dose de 30 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Tabelas 1 e 2). Martins *et al.* (2005) também observaram maiores efeitos do adubo fosfatado solúvel quando este foi aplicado de forma localizada em doses menores.

Fertilizantes fosfatados solúveis, altamente reativos, aplicados de forma muito localizada, tendem a aumentar rápida e excessivamente a concentração de P na solução do solo da região fertilizada, quando fornecidos em doses elevadas. Assim, pode ocorrer inibição competitiva com micronutrientes como Fe, Cu e especialmente o Zn, impedindo que as plantas expressem seu real potencial produtivo em relação à maior concentração de P na solução do solo, proporcionada por sua localização. (MISSIO; NICOLOSO, 2005; MUNER *et al.*, 2011). Nesse sentido, Sá, Briedis e Ferreira (2013) relatam que a resposta à adubação fosfatada no sulco de plantio do milho é maior quando os teores no solo são considerados baixos. Para estes autores, à medida que se elevam os teores de P no solo, a resposta à localização dos adubos fosfatados vai sendo reduzida, até o ponto onde sua distribuição em maior volume de solo tende a ser mais eficiente. Essa relação não ocorreu de forma tão direta no presente trabalho, uma vez

que o teor de P no solo foi classificado como médio, e o adubo fosfatado foi distribuído no solo do sulco de plantio e não sobre todo o terreno.

Ao se utilizar o FA, as formas de aplicação também não proporcionaram diferenças consistentes quando foram comparadas entre si, mas isso na média das localizações (Tabelas 1 e 2).

Comparando a testemunha absoluta (sem P) com os maiores valores obtidos ao se utilizar o ST nas duas doses e o FA na dose de 120 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, foi observado efeito altamente positivo da adubação fosfatada (Tabelas 1 e 2).

O superfosfato triplo, na dose de 30 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, proporcionou incremento na produtividade de 13 % em relação à testemunha. Já o superfosfato triplo na dose de 120 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> proporcionou incrementos de 20 e 19 % quando aplicado de forma distribuída (D) e aplicado em “cova”, respectivamente. Assim, fica evidente que a mistura do ST em frações intermediárias de solo (D), promoveu aumento na eficiência da adubação fosfatada quando aplicado na maior dose, como observado por Anghinoni (1992), Martins *et al.* (2005) e Sá, Briedis e Ferreira (2013).

O fosfato de Araxá proporcionou incremento produtivo próximo ao do superfosfato triplo na dose de 120 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (18%), em relação à testemunha sem P (Tabelas 1 e 2). Entretanto, o efeito positivo do fosfato de Araxá ocorreu apenas quando este foi aplicado no fundo do sulco (L1) e não de forma distribuída em maior volume de solo, como preconizam.

Sendo pouco reativo, o fosfato de Araxá, mesmo em dose elevada, deve ser aplicado de forma mais localizada, como sugerido por Novais e Smyth (1999), visando aumentar, a partir de moderada solubilização, a concentração de P na solução do solo da região fertilizada, pois, nesse caso, haveria reduzida adsorção de P.

A aplicação de 12 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de superfosfato triplo, juntamente com o fosfato de Araxá, no sulco de plantio, contribuiu para o incremento observado. Contudo, este não foi o fator determinante, uma vez que a aplicação isolada de superfosfato triplo no sulco de plantio, na dose de 30 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> proporcionou um incremento produtivo de 13 % em relação à testemunha, enquanto o Fosfato de Araxá proporcionou em incremento de 18 %. Outro fator que pode ter contribuído para a solubilização do Fosfato de Araxá, aplicado no fundo do sulco, foi a adubação realizada no fundo do sulco com o Sulfato de Amônio, fertilizante nitrogenado responsável por acidificar o solo em demasia, a partir da reação de nitrificação. (ROSADO *et al.*, 2014). Por outro lado, se os teores de P no solo fossem menores do que o observado, a resposta produtiva seria ainda maior, visto que a solubilização do fosfato natural se deve

também às baixas concentrações do elemento no solo, e não apenas à acidez, como reportado por Novais e Smyth (1999).

#### 4 CONCLUSÕES

Na forma de fosfato solúvel, menores doses de  $P_2O_5$  devem ser aplicadas a reduzidas frações do solo, proporcionando incremento na absorção de P e na produtividade do milho de segunda safra.

Doses mais elevadas de  $P_2O_5$ , na forma de fosfato solúvel, devem ser adicionadas a maiores volumes de solo, o que diminui o efeito da concentração excessiva causada pela localização, proporcionando o maior incremento produtivo do milho de segunda safra.

O Fosfato de Araxá, em dosagens mais elevadas de  $P_2O_5$ , deve ser aplicado no fundo do sulco de plantio, para que a concentração de P, mesmo com moderada solubilização, aumente na solução do solo da fração fertilizada.

#### REFERÊNCIAS

- ALVAREZ V., V. H. *et al.* Interpretação dos resultados das análises de solos. *In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V. H. (ed.). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.* Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. p. 25-32.
- ALVES, V. M. C. *et al.* Acúmulo de nitrogênio e de fósforo em plantas de milho afetadas pelo suprimento parcial de fósforo às raízes. **R. Bras. Ci. Solo**, [S. l.], v. 23, p. 299-305, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06831999000200014>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/wvhDwhHTsq5xYP75XjppMTw/?lang=pt>. Acesso em: 07 out. 2022.
- ANGHINONI, I. Uso de fósforo pelo milho afetado pela fração de solo fertilizada com fosfato solúvel. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v.16, p. 349-353, 1992.
- ANGHINONI, I.; BARBER, S.A. Phosphorus application rate and distribution in the soil and phosphorus uptake by corn. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, Madison, v. 44, n. 5, p. 1041-1044, set./out. 1980. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj1980.03615995004400050034x>. Disponível em: <https://acess.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2136/sssaj1980.03615995004400050034x>. Acesso em: 07 out. 2022.
- BARROS, N. F. de; NOVAIS, R. F. de; NEVES, J. C. L. Fertilização e correção do solo para o plantio de eucalipto. *In: BARROS, N. F. de; NOVAIS, R. F. de. (ed.). Relação solo – eucalipto.* Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 1990. p. 127-186.



CASTILHOS, D. D.; ANGHINONI, I. Eficiência na absorção e disponibilidade fósforo pelo milho em relação ao método de aplicação do fertilizante ao solo. **Agron. Sulgr.**, Porto Alegre, v. 19, p. 43-55, 1983.

DONAGEMMA, G. K. *et al.* Distribuição do amônio, nitrato, potássio e fósforo em colunas de latossolos fertirrigadas. **R. Bras. Ci. Solo**, [Viçosa, MG], v. 32, n. 6, p. 2493-2504, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000600026>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/Y9FtbjmjHjMGJmYSZ3vH5Hg/?lang=pt>. Acesso em: 07 out. 2022.

MARTINS, A. G. *et al.* Efeito da localização de adubos fosfatados sobre o crescimento de plantas de milho. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 52, n. 304, p. 939-961, 2005. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3052/305242984009.pdf>. Acesso em: 07 out. 2022.

MISSIO, E. L.; NICOLOSO, F. T. Distúrbios nutricionais induzidos pela adubação de fósforo e ferro em plantas jovens de grápia (*Apuleia leiocarpa*). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 4, p. 377-389, 2005. DOI: <https://doi.org/10.5902/198050981875>. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/1875>. Acesso em: 07 out. 2022.

MODEL, N. S.; ANGHINONI, I. Resposta do milho a modos de aplicação de adubos e técnicas de preparo do solo. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v. 16, p. 55-59, 1992.

MUNER, L.H. de. *et al.* Disponibilidade de zinco para milho em resposta à localização de fósforo no solo. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 1, p. 29-36, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000100005>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/pTdytxxYSprzggVKtyNsrx/?lang=pt>. Acesso em: 07 out. 2022.

81

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa, MG: UFV: DPS, 1999. 399 p.

PREZOTTI, L.C.; GUARÇONI, A. **Guia de interpretação de análise de solo e foliar**. Vitória: Incaper, 2013. 104 p.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: IPNI, 2011. 420p.

ROS, C.O. da. *et al.* Interference from the vertical variation of soil phosphorus and from water stress on growth in maize, the soybean and sunflower. **Rev. Ciênc. Agron.**, Fortaleza, v. 48, n. 3, p. 419-427, jul./set. 2017. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170049>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/yp8HJC9VkKVZVctbk8w6FRb/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 07 out. 2022.

ROSADO, T. L. *et al.* Fontes e doses de nitrogênio e alterações nos atributos químicos de um latossolo cultivado com capim-mombaça. **R. Bras. Ci. Solo**, [Viçosa, MG], v. 38, n. 3, p. 840-849, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832014000300015>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/VCPDGjs6BnJLwHprXwcf4cf/?lang=pt>. Acesso em: 07 out. 2022.

SÁ, J. C. M.; BRIEDIS, C.; FERREIRA, A. O. No-till corn performance in response to P and fertilization modes. **Rev. Ceres**, Viçosa, MG, v. 60, n. 1, p. 96-101, jan./fev. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2013000100014>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcceres/a/DpTwwrP5Qrvcsws7p4X9Q8w/?lang=en>. Acesso em: 07 out. 2022.

SANTOS, J. Z. L. *et al.* Frações de fósforo em solo adubado com fosfatos em diferentes modos de aplicação e cultivado com milho. **R. Bras. Ci. Solo**, [Viçosa, MG], v. 32, n. 2, p. 705-714, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000200025>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/bnJY9fBQKXsS3hwNpZKtcCC/?lang=pt>. Acesso em: 07 out. 2022.