

## CULTIVO DO MILHO SOB DOSES DE FÓSFORO EM PLINTOSSOLOS PÉTRICOS CONCRECIONÁRIOS

Andre Luis Durante Silva<sup>1</sup>, Michele Ribeiro Ramos<sup>2</sup>, Danilo Marcelo Aires dos Santos<sup>3</sup>, Marcos Morais Soares<sup>4</sup>, Marcia Cristina da Silva Lopes<sup>5</sup>, Erick Costa Silva<sup>6</sup>

### RESUMO:

Os solos tropicais possuem grande capacidade de adsorver fósforo e por este motivo é necessário a realização de técnicas de manejo eficientes nas áreas dos sistemas de produção. Assim, o objetivo foi verificar a influência de teores de cascalho presentes em Plintossolos Pétricos concrecionários e doses de fósforo na produtividade e crescimento do milho. O delineamento foi inteiramente casualizado, no esquema fatorial 4x2, com três repetições. O primeiro fator foram doses de P (100, 150, 200 e 300 mg kg<sup>-1</sup> de solo) e porcentagem de cascalho (40 e 70%). Foram determinados altura de plantas, diâmetro do colmo, inserção da primeira espiga, comprimento da espiga, diâmetro da espiga, massa da espiga, número de fileira de grãos por espiga, número de grãos por fileira e massa de grãos. A petroplintita afetou o comprimento das espigas, massa de grãos por espiga e massa de espiga. As doses de P não influenciaram no desenvolvimento das plantas, apenas no comprimento da espiga. Pode-se concluir que doses superiores a 150 mg kg<sup>-1</sup> de solo de P proporcionam maior comprimento da espiga e os solos com 40% de cascalho obtiveram maiores desenvolvimento da espiga e maior massa de grãos.

**Palavras-chave:** Fertilidade do solo, Petroplintita, *Zea mays*

## CORN CULTIVATION UNDER PHOSPHORUS DOSES IN PETRIC CONCRETIONARY PLINTOSOLS

### ABSTRACT:

Phosphorus has a great capacity to be adsorbed in the soil and for this reason it is necessary to carry out efficient management techniques in the areas of production systems. Thus, this work aimed to verify the behavior of different doses of Phosphorus in Petric Concretionary Plyntosols with different amounts of petroplinthites and to correlate the agronomic characters of the corn crop. The design was completely randomized DIC, in a 4x2 factorial scheme, with three replications. As treatment, P doses (100, 150, 200 and 300 mg kg<sup>-1</sup> of soil) and percentage of gravel (40 and 70%) were evaluated. Plant height, stem diameter, first ear insertion, ear length, ear diameter, ear mass, number of rows of grains per ear, number of grains per row and mass of grains were determined. The amounts of petroplinthite affected ear length, grain mass per ear and ear mass. P doses did not influence plant development, only ear length. It can be concluded that doses higher than 200 mg kg<sup>-1</sup> of P soil provide greater ear length and soils with 40% gravel had greater ear development and greater grain mass.

**Keywords:** Soil fertility, Petroplinthite, *Zea may*

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo Consultor técnico de vendas. [durantesilva12@gmail.com](mailto:durantesilva12@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0002-9786-2533>

<sup>2</sup> Professora Doutora do curso de Agronomia Ulbra Palmas e da Unitins. [micheleribeiroramos2@gmail.com](mailto:micheleribeiroramos2@gmail.com). <https://orcid.org/0000-0002-4818-4713>

<sup>3</sup> Professor Doutor curso de Agronomia Ulbra Palmas e da Unitins. [dmaires@hotmail.com](mailto:dmaires@hotmail.com); <https://orcid.org/0000-0002-6804>

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo Doutor. [agromms4@gmail.com](mailto:agromms4@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0002-9413-6237>

<sup>5</sup> Pesquisadora da Unitins. [marcia.cs@unitins.br](mailto:marcia.cs@unitins.br); <https://orcid.org/0000-0003-2440-1442>

<sup>6</sup> Graduando do curso de Agronomia Ulbra Palmas. [erickcs96.costa@gmail.com](mailto:erickcs96.costa@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0003-4714-8865>

## INTRODUÇÃO

Os Plintossolos são solos minerais com horizonte plíntico ou litoplíntico (petroplíntico). São, portanto, solos formados sob condições de restrição à percolação da água, sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade (Santos et al., 2018). De forma geral, mal drenados caracterizando-se como solos que apresentam expressiva plintitização com ou sem petroplintita ou horizonte litoplíntico (Muniz, 2015).

A composição da plintita constitui-se de argila, baixos teores de C orgânico e rica em Fe, ou Fe e Al, com quartzo e outros minerais. A petroplintita é uma materialização proveniente do endurecimento irreversível da plintita. A variabilidade desses solos está relacionada a litologia, hidrologia, clima e aspectos geomórficos. A petroplintita é extremamente firme e dura. Em outras palavras, a petroplintita são nódulos e concreções ferruginosas provenientes da plintita (Miguel et al., 2013). Os Plintossolos Pétricos apresentam grande variabilidade espacial e temporal em razão de seus diferentes teores de cascalho (Castro e Ramos, 2020)

O fósforo (P) é encontrado em pequenas concentrações, sendo que a sua disponibilidade para as culturas irá depender da adsorção nos argilominerais, óxidos e precipitação com Al e o Fe, Ca. No Cerrado, o fósforo, por possuir uma forte interação com o solo, tem baixa disponibilidade natural, contudo são altamente exigidos pelas culturas (e.g.: soja, milho, algodão) (Bonfim-Silva et al., 2014), fator que é agravado pela presença de cascalho e consequente redução da terra fina (Ramos, 2022).

As análises dos solos do Cerrado apontam para uma predominância de 92% das amostras de solo apresentarem teores de P disponível inferior a 2 mg dm<sup>-3</sup> (Sousa e Lobato, 2004).

As plantas de desenvolvimento intenso e de ciclo curto, como o milho, requerem maior nível de fósforo em solução e reposição mais rápida do P-adsorvido que as plantas de culturas perenes (Bastos et al., 2010). A forma de contato do íon ortofosfato atingir a rizosfera é através do processo de difusão. Assim, a utilização de doses corretas de adubação é de fundamental importância para conseguir o máximo potencial produtivo. Contudo, a eficiência da adubação é afetada por diversos fatores pedológicos, e os estudos com Plintossolos são controversos ou quase inexistentes.

O objetivo foi verificar a influência de teores de cascalho presentes em Plintossolos Pétricos concrecionários e doses de fósforo na produtividade e crescimento do milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na casa de vegetação, em Palmas-TO, com coordenadas 10°16'33.2"S 48°20'07.6"W. A classificação climática é o tipo Aw segundo Köppen e Geiger (1928). Clima úmido/semiúmido, com moderada deficiência hídrica, com média anual de precipitação de 1500-1600 mm/ano, e temperatura média anual variando de 26 a 28 °C tropical, com predominância. Dados do INMET (2021) apontam que o clima da região é classificado como C2wA“a” (clima úmido, com moderada deficiência hídrica no inverno), apresentando duas estações bem definidas: um período chuvoso, que compreende entre os meses de outubro a abril; e outro período de seca, que compreende os meses de maio a setembro. O local de estudo pertence ao bioma Cerrado, com predomínio de vegetação semidecidual. O solo utilizado foi um Plintossolos Pétricos concrecionários distrófico (Santos et al., 2018). As análises químicas e granulométricas estão apresentadas na Tabela 1.

O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial (4x2), com três repetições. O primeiro fator foi doses de P (100, 150, 200 e 300 mg kg<sup>-1</sup> de solo) e percentagem de cascalho (40 e 70%) e a cultivar utilizada foi o de milho híbrido AS1868, totalizando 24 vasos. A adubação fosfatada foi com Fosfato Monoamônico (MAP).

O solo foi peneirado separando o cascalho da terra fina, para em seguida ser pesado para obter a proporção de 40 e 70% de cascalho, caracterizando os Plintossolos Pétricos concrecionários. Cada vaso recebeu 10 Kg de solo (terra fina + cascalho). A calagem foi realizada conforme atributos da Tabela 1, com o método de saturação por base. A saturação por bases foi elevada para 50%, conforme Sousa e Lobato (2004). O calcário utilizado foi do tipo filler com PRNT de 97,21%, e o solo foi incubado por 15 dias.

**Tabela 1:** Análise Química solo, coletada na área de extração do solo para preenchimento dos vasos na camada de 0-20 cm.

<b>pH-H<sub>2</sub>O</b>	<b>P (meh)</b> -----mg dm <sup>-3</sup> -----	<b>S-SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	<b>K<sup>+</sup></b>	<b>Ca<sup>2+</sup></b>	<b>Mg<sup>2+</sup></b> -----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----	<b>Al<sup>3+</sup></b>	<b>H + Al</b>	<b>M.O</b> -----g dm <sup>-3</sup> -----	<b>C.O</b>
5,41	4,71	0,54	12,5	0,04	1,22	0,13	0,18	9,80	37,98
<b>SB</b> ---cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ---	<b>CTC</b>	<b>V</b>	<b>m</b>		<b>Areia</b>	<b>Argila</b>	<b>Silte</b>		
1,39	11,19	12,42	11,46		359	501	140		

A adubação de base foi composta por 100 mg kg<sup>-1</sup> de nitrogênio (N); 150 mg kg<sup>-1</sup> de potássio (K), utilizando sulfato de amônio como fonte de N e cloreto de potássio como fonte de K.

Os fertilizantes foram colocados e misturados nos solos acondicionados em sacos de plásticos em 30 de junho de 2021, e em seguida fez-se a semeadura. Primeiramente, realizou a distribuição dos solos nos vasos de 8 litros e posteriormente foi realizado a semeadura do milho (híbrido AS1868). Foram colocadas seis sementes por vaso, após a fase de emergência foi realizado o desbaste, deixando-se apenas a plantas mais vigorosa em cada vaso.

Quando as plantas estavam em V4, realizou-se a adubação de cobertura da seguinte forma: num recipiente foi diluído 85 g de ureia (45% de N) em 6,9 L de água e em outro recipiente diluiu-se 96 g de KCl (60% de K<sub>2</sub>O) em 6,9 L de água e em cada vaso foi aplicado 70 mL das respectivas soluções.

As avaliações ocorreram quando as plantas estavam em maturação fisiológica plena. Foram determinadas: a altura das plantas, medida ao nível do solo até o ápice da haste principal com o auxílio de uma trena; diâmetro do colmo com auxílio do paquímetro; inserção da espiga medida ao nível do solo até a primeira espiga.

Nesta fase, também se realizou a colheita das espigas e as determinações do tamanho da espiga, utilizou-se uma régua, diâmetro da espiga com auxílio do paquímetro; massa das espigas com auxílio de balança; número de fileiras de grãos; número de

grãos por fileiras. Posteriormente, as espigas foram debulhadas à mão para obtenção da massa de grãos.

Os dados foram submetidos à análise de variância para todas as características avaliadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. O programa utilizado foi o Sisvar (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para altura de plantas, diâmetro do colmo e altura da inserção da espiga, não se obteve diferenças significativas (Tabela 2). Veloso et al., (2016), desenvolveram um experimento em casa de vegetação, em solos sem cascalhos, ao qual utilizaram quatro híbridos de milho e doses de P (0, 100, 150, 200 e 250 mg kg<sup>-1</sup> de P). Os autores obtiveram resultados discordantes e detectaram que a adubação fosfatada proporcionou maiores valores de altura das plantas de milho. Grant et al. (2001) descrevem que vários estudos em muitas espécies de plantas têm mostrado que o suprimento de P na fase inicial da vida da planta é fundamental para o ótimo rendimento da cultura.

A falta de P no início do desenvolvimento restringe o crescimento, condição da qual a planta não mais se recupera. Isto limita seriamente a produção. A falta de P no período mais tardio do ciclo tem menor impacto na produção da cultura do que no início. Lopes (1989) ressalta que o P promove a formação e o crescimento prematuro de raízes, também melhora a eficiência no uso da água, fatores que interferem no crescimento da planta

**Tabela 2** - Valores médios dos caracteres agrônômicos do milho cultivado em vaso com doses de fósforo em  $\text{mg kg}^{-1}$  de solo e porcentagem de cascalho (% de cascalho) no solo, Palmas – TO, 2021.

Tratamentos	Altura de planta	Diâmetro do colmo	Altura de inserção da espiga	
	-----cm-----			
p > F	Doses de P (DP)	0,036	0,87 ns	0,056 ns
	% de cascalho (C)	0,96 ns	0,11 ns	0,88 ns
	DP*C	0,88 ns	0,74 ns	0,78 ns
	CV (%)	6,46	16,65	10,95
Doses de P	100	205,50	1,71	77,83
	150	211,82	1,83	84,16
	200	227,50	1,73	90,50
	300	227,30	1,81	93,33
	DMS	23,64	0,49	15,88
% de cascalho	40	218,16	1,67	86,75
	70	217,91	1,87	86,16
	DMS	12,32	0,25	8,28

ns – não significativo; \* - significativo a 5% pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. DMS – diferença mínima significativa

O comprimento da espiga e a massa da espiga, foram influenciados pelas doses de P e pela porcentagem de cascalho no solo (Tabela 3). Observa-se que doses superiores a  $150 \text{ mg kg}^{-1}$  de P apresentaram os maiores comprimentos de espiga, esse resultado vai contra os de Gonçalves et al. (2019), no qual testando doses de N e P não obtiveram valores significativos para comprimento da espiga.

Por outro, Silva et al. (2014), estudando doses de N e P, em plantas de milhos, constataram a influência do P no comprimento da espiga de milho. Silva et al. (2014) afirmam que é importante realizar a adubação com fósforo, uma vez que, com esse nutriente, consegue-se incremento nos valores de comprimento das espigas.

**Tabela 3** - Comprimento da espiga (cm), diâmetro da espiga (cm) e massa da espiga (g) do milho cultivado em vaso com doses de fósforo em  $\text{mg kg}^{-1}$  de solo e porcentagem de cascalho (% de cascalho), Palmas – TO, 2021.

Tratamentos	Comprimento da espiga	Diâmetro da espiga	Massa da espiga	
	-----cm-----		-----g-----	
p > F	Doses de P (DP)	0,017*	0,17 ns	0,08 ns
	% de cascalho (C)	0,006*	0,39 ns	0,001*
	DP*C	0,60 ns	0,071 ns	0,29 ns
	CV (%)	14,14	58	24,52
Doses de P	100	14,16 b	4,00	101,00
	150	15,83 ab	3,80	146,00
	200	18,16 a	4,06	111,66
	300	18,70 a	4,21	133,16
	DMS	3,96	0,51	50,63
% de cascalho	40	18,26 a	4,07	146,75 a
	70	15,16 b	3,96	99,16 b
	DMS	2,06	0,26	26,40

ns – não significativo; \* - significativo a 5% pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. DMS – diferença mínima significativa

Outro fator que influenciou o comprimento de espiga foi a porcentagem de cascalho presente no solo. As concentrações de cascalho também interferiram nos valores da massa da espiga, em ambas as variáveis o solo com 40% de cascalho apresentou valores 17% maiores. Morais et al. (1996), estudando os Plintossolos não concrecionários da ilha de Marajó, constaram que a disponibilidade do P está relacionada a energia de adsorção e afirmaram que os Plintossolos daquela região possuem médio/alto poder de fixação de P. Este dado pode explicar os menores valores de crescimento da espiga nos Plintossolos Pétricos com maior porcentagem de

cascalho. Os cascalhos de petroplintita apresentam altos teores de óxido de ferro e alumínio, e esses compostos podem interferir na dinâmica do P (Morais et al., 1996).

Os componentes das características dos parâmetros de produção da espiga de milho estão apresentados nas Tabelas 3 e 4. As doses de P não proporcionaram efeito significativo para essas variáveis. Apesar das doses de P não diferirem significativamente com relação a massa de grão, percebe-se que a menor dose de P aplicada (100 mg) proporcionou menor valor da massa de grãos por espiga.

**Tabela 4** - Número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira da espiga, massa de grãos por espiga (g) do milho cultivado em vaso com doses de fósforo em mg kg<sup>-1</sup> de solo e porcentagem de cascalho (% de cascalho), Palmas – TO, 2021.

Tratamentos		Número de Fileiras de Grãos por Espiga	Número de Grãos por Fileira da Espiga	Massa de Grãos por Espiga (g)
p > F	Doses de P (DP)	0,63 ns	0,93 ns	0,14 ns
	% de cascalho (C)	0,48 ns	0,46 ns	0,005*
	DP*C	0,82 ns	0,65 ns	0,37 ns
	CV (%)	28,73	41,83	36,30
Doses de P	100	13,50	16,16	67,32
	150	11,16	17,66	111,85
	200	11,30	18,33	82,12
	300	11,66	18,66	99,54
	DMS	5,74	12,43	54,97
% de cascalho	40	12,41	18,82	112,37 a
	70	11,41	16,58	68,05 b
	DMS	2,99	6,48	28,67

ns – não significativo; \* - significativo a 5% pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. DMS – diferença mínima significativa

Conforme relatam Vance et al. (2003), o P está presente em diversos processos metabólicos, incluindo geração de energia, síntese de ácidos nucleicos, fotossíntese, glicólise, respiração, síntese e estabilidade de membranas, ativação/inativação de enzimas, reações redox, metabolismo de carboidratos e fixação de nitrogênio, funções essas que refletem no crescimento e produtividade das plantas. Grant et al. (2001), explicam que o fósforo é fundamental na fase inicial para obter boas produtividades, contudo, é preciso garantir também suprimento contínuo de P até a fase de maturação para permitir o funcionamento do mecanismo de translocação de carboidrato para que não haja redução na produção de grãos.

O cascalho alterou de forma significativa a massa de grãos da espiga, espigas e comprimento de espiga, no qual observa-se maiores valores em solo com menor porcentagem de cascalho (40%). Os Plintossolos perdem muito volume de terra fina devido a presença dos cascalhos (Ramos, 2022). Desta forma, a maior produtividade obtida nos tratamentos com menor quantidade de cascalho pode ser explicada pelo maior volume de solo em detrimento do cascalho, visto que a planta terá mais terra fina provedora de carga.

Há ainda muito que se investigar acerca desses solos pedregosos, principalmente no que se refere a disponibilidade de nutrientes, considerando que os produtores utilizam a mesma recomendação de

adubação e calagem adotada em solos sem cascalhos, a exemplo dos Latossolos, que ocorrem simultaneamente na paisagem (Dantas et al., 2019)

## CONCLUSÃO

Doses maiores que 150 mg kg<sup>-1</sup> de P proporcionou maior comprimento da espiga. Os demais parâmetros do crescimento da planta não foram afetados pelas doses de P.

A porcentagem de cascalho presente no solo afetou o desenvolvimento da espiga e a produção de grãos, obtendo os maiores valores no solo com 40% de cascalho.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bastos, A. L.; Costa, J.P.V.; Silva, I.F.; Raposo, R.W.C.; Oliveira, F.A. & Albuquerque, A.W. (2010). Resposta do milho a doses de fósforo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** [online].14(5):485-491. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000500005>.
- Bonfim-Silva, E.M.; Guimarães, S. L.; Farias, L.N.; Oliveira, J.R.; Bosa, C.K & Fontinelli, J.V. (2014). Adubação fosfatada no desenvolvimento e produção de feijão gandu em Latossolo Vermelho do Cerrado em primeiro cultivo. **Bioscience Journal**, 30: 1380-1388.
- Castro, G. & Ramos, M.R. (2020). **Caracterização de diferentes Plintossolos no Estado do Tocantins**. XXVII Jorn. Iniciação Científica e IV Most. ciência e Tecnol. da Univ. Estadual do Tocantins–Unitins’, Palmas/TO. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/xxviiijc/299908-caracterizacao-de-diferentes-plintossolos-no-estado-do-tocantins>.
- Dantas, M.E.; Shinzato, E.; Carvalho-Filho, A.; Lumberras, J.F.; Teixeira, W.G.; Rocha, M.G. & Machado, M.F. (2019). **Origem das paisagens do estado de Tocantins**. In: Rocha, M.G. (Org.). Geodiversidade do Estado do Tocantins. Goiânia: CPRM, 2019. cap. 4, p. 47-84.
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** [online]. 35(6): 1039-1042. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- Gonçalves, R.R.; Pinheiro, J.C.; Pinheiro, C.C.; Araújo, C.A.F. & Câmara, F.T. (2019). **Influência de doses de nitrogênio e fósforo sob a produção de milho verde**. In: IV Congresso Internacional de Ciências Agrárias. Anais. <https://doi.org/10.31692/2526-7701.IVCOINTERPDVAgro.2019.0098>
- Grant, C.A.; Flaten, D.N.; Tomasiewicz, D.J. & Sheppard, S.C. (2001). **A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta**. *Informações Agronômicas, Potafós*, 95: 16.
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil. (2021). **Normais Climatológicas** (1991/2020). Brasília – DF. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>
- Köppen, W. & Geiger, R. (1928). **Klimate der Erde**. **Gotha: Verlag Justus Perthes**. Wall-Map 150 cm x 200 cm.
- Lopes, A.S. (1989). **Manual de fertilidade do solo**. Piracicaba: Fundação Cargill. 177p.
- Miguel, P.; Dalmolin, R.S.D.; Pedron, F.A.; Fink, J. R. & Moura-Bueno, J.M. (2013). Caracterização de plintitas e petroplintitas em solos da depressão central do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, 43(6): 999-1005. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013005000065>
- Morais, F. I. O.; Martins Junior, H.B.; Teixeira Neto, J.F. & Couto, W.S. (1996). **Fixação de fósforo em Plintossolo da Ilha de Marajó (PA)**. In: Boletim da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. B. FCAP. Belém. 26: 67-76. Disponível em: <http://repositorio.ufra.edu.br:8080/jspui/bitstream/123456789/462/1/BOLETIM%20N%C2%BA%2026.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2022.
- Muniz, E.A. (2015). **Efeitos de gesso agrícola e corretivos de acidez do abacaxizeiro cultivado em Latossolo e Plintossolo**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiania\_GO, p.78.
- Ramos M.R. (2022). A Review of Soybean Cultivation on Stony Soils in Tocantins, Brazil. **International Journal of Science and Research (IJSR)** 11: 367–371.

Santos, H.G.; Jacomine, P. K.T.; Anjos, L. H. C.; Oliveira, V. Á.; Lumbreras, J. F.; Coelho, M.R.; Almeida, J.A.; Cunha, T.J.F. & Oliveira, J.B. (2018). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. (Embrapa: Brasília). 5 ed. Brasília, DF. 356p.

Silva, G.F.; Oliveira, F.H.T.; Pereira, R.G.; Silva, P.S.L.; Diógenes, T.B.A. & Silva, A.E.C. (2014). Doses de nitrogênio e fósforo para produção econômica de milho na Chapada do Apodi, RN. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** [online]. 18(12): 1247-1254. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18n12p1247-1254>

Sousa, D. M. G.; Lobato, E. (2004). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 416 p.

Vance, C.P.; Uhde-stone, C. & Allan, D.L. (2003). Phosphorus acquisition and use: Critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. **New Phytol.** 157: 423-447. <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2003.00695.x>

Veloso, C.A.C; Silva, A.R.; Carvalho, E.J.M.; Silveira Filho, A. & Souza, F.R.S. (2016). **Adubação fosfatada em cultivares de milho sob Latossolo Vermelho Distrófico da mesorregião sudeste paraense**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 26p.