



ARTIGO ORIGINAL

Adriel Fernandes Correia¹
Leonarda Grillo Neves¹
Milson Evaldo Serafim²
Walmes Marques Zeviani³
Kelly Lana Araújo¹
Thalita Neves Marostega^{1*}

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Av. Santos Dumont, s/n, DNR, 78200-000, Cáceres, MT, Brasil

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – IFMT, Av. dos Ramires, s/n, Distrito Industrial, 78200-000, Cáceres, MT, Brasil

³ Universidade Federal do Paraná – UFPR, Jardins das Américas, 81530-900, Curitiba, PR, Brasil

*Autor Correspondente:
E-mail: tamarostega@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE

Ananas comosus L.
Fruticultura tropical
Produção de palhada

KEYWORDS

Ananas comosus L.
Tropical fruit growing
Production of straw

Atributos químicos do solo com o uso de gesso e milho de cobertura em cultivares de abacaxizeiro

Chemical attributes of soil with use of a cover crop and agricultural gypsum in pineapple

RESUMO: Com objetivo de avaliar os atributos químicos do solo em que se usou cultura de cobertura e gesso agrícola para o cultivo de abacaxizeiro, realizou-se um experimento em um Latossolo Vermelho-Amarelo no município de Cáceres, MT. Foram estudadas quatro cultivares de abacaxizeiro: Pérola, Havaí, IAC Fantástico e Imperial; dois níveis de correção do solo: com e sem gesso agrícola; e dois níveis de manejo: com e sem cultura de cobertura. Na presença de gesso agrícola houve redução significativa do pH (de 4,88 para 4,77) e aumento dos teores de fósforo (de 22,72 mg.dm⁻³ para 48,79 mg.dm⁻³) e da saturação de bases (de 62% para 67%) para a camada de 0-20 cm. Houve aumento significativo nos teores de matéria orgânica associado à presença de gesso apenas para a cultivar Havaí. Não foi constatado influência da aplicação de gesso nos teores de potássio, cálcio, magnésio e na capacidade de troca de cátions. A cultura de cobertura com milho aumentou significativamente o pH (de 4,72 para 4,92), os teores de fósforo (de 11,83 mg.dm⁻³ para 74,51 mg.dm⁻³), matéria orgânica (de 14,4 g.dm⁻¹ para 17,2 g.dm⁻¹), a capacidade de troca de cátions (de 3,04 cmolc/dm³ para 3,47 cmolc/dm³) e a saturação de bases (de 61,92% para 67,99%). Assim, observaram-se efeitos do manejo com cobertura do solo e correção com gesso nas características químicas do solo, mantendo níveis adequados de nutrientes no solo ao final do ciclo.

ABSTRACT: This study aimed to evaluate chemical properties of soil under pineapple cultivation. The experiment was conducted on a Red Yellow Latosol (Oxisol), medium texture, in the city of Cáceres, MT. Four pineapple cultivars were studied: Pearl, Smooth Cayenne, IAC Fantastic and Imperial; two levels of soil correction: with and without gypsum; and two levels of management: with and without millet cover crop. In the presence of gypsum the pH (de 4.88 to 4.77) decreased and phosphorus (22.72 mg.dm⁻³ to 48.79 mg.dm⁻³) and base saturation levels increase. A significant increase in the levels of matter organic associated with the presence of gypsum only to cultivate Smooth Cayenne. Gypsum did not influence the levels of potassium, calcium and CTC. In the presence of the millet as cover crop the pH (de 4.72 to 4.92), phosphorus (11.83 g.dm⁻³ to 74.51 g.dm⁻³), organic matter (14.4 g.dm⁻¹ to 17.2 g.dm⁻¹), CEC (3.04 cmolc/dm³ para 3.47 cmolc/dm³) and base saturation (de 61.92% to 67.99%) increased significantly. Soil management with millet coverage and gypsum application significantly influenced the soil chemical properties, maintaining adequate levels of nutrients in the soil at the end of the crop cycle.

1 Introdução

O abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill), pertencente ao gênero Ananás, da família Bromeliaceae, é um fruto tropical, amplamente comercializado e consumido em todo o mundo. Em 2013, a produção brasileira foi de aproximadamente 1,5 milhão de toneladas, colhidas em uma área de 58 mil hectares, resultando num rendimento médio de 26.838 kg ha⁻¹ (IBGE, 2014). Dentre as cultivares utilizadas para fins comerciais no Brasil, encontram-se algumas resistentes à fusariose, caso de IAC Fantástico, Imperial, Vitória e Ajubá, entretanto as mais plantadas são cultivares susceptíveis, como a Pérola e Havaí.

O abacaxizeiro responde positivamente às melhorias químicas e físicas do solo, com aumento de produtividade (Guaçoni & Ventura, 2011; Caetano et al., 2013). Além dos adubos, o uso de corretivos como gesso agrícola também traz benefícios à cultura, cabendo novos estudos. De acordo com Serafim et al. (2012), o gesso agrícola (CaSO₄·2H₂O) aplicado ao solo é fonte de cálcio e enxofre para as plantas e, também, alivia a toxidez do alumínio em profundidade.

A preocupação com aspectos da conservação do solo vem levando produtores à adoção de práticas e sistemas de manejo que promovam a deposição de resíduos na superfície do solo que, dessa forma, contribuem para manutenção da matéria orgânica do solo (Oliveira et al., 2008). A importância da matéria orgânica no solo é abrangente, sua atuação se dá tanto na melhoria das condições físicas, quanto das propriedades químicas e físico-químicas, no fornecimento de nutrientes às plantas e na maior capacidade de troca catiônica do solo (Figueiredo et al., 2008).

De acordo com Boer et al. (2008) e Silva et al. (2010), o milheto (*Pennisetum glaucum* L.) é uma opção importante dentre as espécies vegetais utilizadas para cobertura de solo, pois possui capacidade de produção de matéria seca de 9,65 t ha⁻¹ no estágio de pleno florescimento e apresenta relação C/N de 30 ou maior nas fases de emborrachamento e florescimento. Segundo Leite et al. (2010), o milheto tem alta capacidade de extração de nutrientes do solo, com amplas vantagens de reciclagem, principalmente de N e K, reduzindo os riscos de lixiviação.

Diante do exposto verifica-se que pesquisas relacionadas ao manejo adequado do solo para preservação dos atributos químicos são incipientes para a cultura do abacaxizeiro, por se considerar que a cultura é tolerante a solos ácidos e distróficos e que, por isso, seria pouco responsiva a melhorias químicas do solo. Diante disso, este trabalho teve por objetivo avaliar os atributos químicos do solo sob cultivo de quatro cultivares de abacaxizeiro, adotando manejos com e sem cultura de cobertura (milheto) e com e sem correção do solo (uso de gesso agrícola no plantio).

2 Material e Métodos

O trabalho foi realizado na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso, Campus Cáceres, localizada no município de Cáceres, MT, coordenadas médias 16° 7' 50" S e 57° 41' 41" O, altitude de 120 metros. O município apresenta clima tropical de altitude, com inverno seco (maio-outubro) e chuvas no verão (novembro-abril), do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 26,24 °C; a precipitação total anual é de 1.335 mm, o período de maior concentração pluvial média ocorre de dezembro a março e o período de maior estiagem ocorre de junho a agosto; a evapotranspiração potencial média é de 1.650 mm (Neves et al., 2011). O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA), textura franco arenosa, apresentando topografia plana. As análises químicas e físicas de amostras do solo anteriores à implantação do experimento estão na Tabela 1.

Foram utilizadas quatro cultivares de abacaxizeiro: Pérola, Havaí, IAC Fantástico e Imperial. Os níveis de correção do solo foram: sem gesso e com aplicação de gesso agrícola na dose 4 t.ha⁻¹, conforme Ribeiro et al. (1999), para uma correção esperada até 0,6 m. Os níveis de manejo empregados foram: com e sem cultura de cobertura com milheto. Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 × 2 × 4, totalizando 16 tratamentos e 4 repetições, com 64 parcelas no total. Cada parcela foi composta de 20 plantas, dispostas em 2 linhas de plantio, total de 1.280 plantas. O comprimento médio das mudas usadas no plantio foi de 44,3 cm; 44,6 cm; 22,9 cm; 23,6 cm, para as variedades Pérola, Havaí, IAC Fantástico e Imperial, respectivamente. Como informação complementar da lavoura experimental foi determinada a produtividade de frutos frescos e a duração do ciclo até a colheita.

Para adubação foram usadas recomendações de Ribeiro et al. (1999), sendo aplicados 45 kg de N; 140 kg de P₂O₅; 90 kg de K₂O; 86 kg de Ca; 34 kg de Mg; 48 kg de Si; 2,0 kg de boro; e 2 kg de Zn por hectare. A adubação de cobertura foi realizada aos 2, 4, 6, 8, 10, 12, 18 e 20 meses após o plantio, com dose total de 950 kg.ha⁻¹ de N, com ureia, e 1.200 kg.ha⁻¹ de K₂O, com cloreto de potássio, no ciclo de 28 meses. Até os seis meses a adubação foi realizada em filete contínuo na linha, com abertura de sulco de 5 cm de profundidade para incorporação; após essa idade foram realizadas nas axilas das folhas basais.

O gesso foi distribuído em filete contínuo no sulco de plantio na profundidade de 15 cm, posteriormente coberto com uma fina camada de solo, seguindo-se a adubação e o próprio plantio. Antes da aplicação do gesso foi determinada sua umidade no laboratório, a fim de se corrigir a dose e se aplicar o gesso com umidade natural. A cultura de cobertura com milheto foi feita nas entrelinhas das fileiras duplas, com semeadura de 2 g.m⁻¹. O manejo do milheto foi realizado com

Tabela 1. Análises químicas e físicas de amostras de solo (Latosso Vermelho-Amarelo Distrófico) anterior à implantação do experimento.

Table 1. Chemical and physical properties of soil samples (Latosso Red Yellow Dystrophic) prior to implementation of the experiment.

Amostras	pH H ₂ O	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	M.O	Areia	Silte	Argila
		mg dm ⁻³	mg dm ⁻³					g Kg ⁻¹			
0-20	5,9	2,9	0,12	3,1	0,7	0,0	2,1	15,6	75,7	9,0	15,3

cortes 10 cm acima do solo, sempre que as plantas atingiam 60 cm de altura.

Para as avaliações químicas do solo, após 20 meses de cultivo, fase reprodutiva final do ciclo, foram coletadas amostras compostas constituídas de duas amostras simples, na profundidade de 0-20 cm, nas entrelinhas, dentro de cada unidade experimental. Essas foram coletadas nas entrelinhas estreitas do abacaxizeiro utilizando trado tipo holandês e enviadas ao laboratório de solos do IFMT Campus Cáceres. Foi determinado: pH em H₂O, fósforo disponível (P) utilizando extrator Mehlich, cátions trocáveis (K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺), matéria orgânica (MO), capacidade de troca de cátions efetiva (CTC) e saturação de bases (V%).

A matéria orgânica foi determinada pela oxidação via úmida com dicromato de potássio em meio sulfúrico, seguida da titulação com sulfato ferroso amoniacal. Os teores de pH em água, K, Ca, Mg foram determinados conforme EMBRAPA (1997). O fósforo teve a extração da sua forma “disponível”, seguindo o procedimento descrito por Defelipo & Ribeiro (1981), utilizando-se fotolorímetro. A capacidade efetiva de troca de cátions foi determinada de acordo com o método descrito pela EMBRAPA (1997), através da expressão: $t = SB + Al^{3+}$, em que t = capacidade efetiva de troca de cátions, em $cmol\ dm^{-3}$. O índice de saturação por bases (V%) foi calculado com o uso da fórmula $V = 100 \cdot SB/T$.

Todos os dados foram submetidos à análise de variância a 1% e 5% de significância, e as médias, comparadas pelo teste t, através do *software* R versão 3.1.1 (R Core Team, 2014). As médias foram representadas em gráficos com intervalo de confiança (95%) associado para acessar a diferença entre tratamentos, bem como a precisão das estimativas (Cumming et al., 2007). As análises podem ser consultadas, ou reproduzidas, empregando-se o *script* (Zeviani & Serafim, 2015).

3 Resultado e Discussão

As produtividades médias obtidas no ensaio foram de 36,1 t; 40,7 t; 23,5 t; e 18,3 t.ha⁻¹, para as variedades Pérola, Havaí, IAC Fantástico e Imperial, respectivamente. A cultivar Pérola teve um ciclo de 22 meses, enquanto as demais tiveram

ciclo total de 28 meses, mediante condição inicial das mudas. Conforme a análise de variância (Tabela 2), foi possível observar efeito significativo ($p < 0,01$) da cultura de cobertura sobre quase todas as variáveis estudadas, exceto para K⁺. Já o gesso apresentou efeito sobre P, MO e V%. Não foi constatado efeito isolado significativo das cultivares sobre nenhuma variável estudada. Para a MO ocorreu interação para cultivar e gesso, ao passo que para Mg²⁺ a interação foi para cultivar versus cobertura. No caso do Ca²⁺ houve interação em relação a gesso e cobertura (Tabela 2).

No que se refere à adição de material vegetal no tratamento com cultura de cobertura de solo, houve introdução de aproximadamente 130 t e 18 t.ha⁻¹ de massa fresca e seca, respectivamente. O pH do solo foi influenciado pela cultura de cobertura do solo, sendo constatado um aumento de 4,73 para 4,92 em relação à ausência da cobertura (Figura 1). Trabalho conduzido por Correia & Durigan (2008) mostrou que espécies como sorgo granífero, milho comum e braquiária-brizanta utilizados como cobertura provocaram aumento de pH na camada superficial de 0-5 cm do solo.

Na presença de gesso houve redução do pH na solução do solo de 4,88 para 4,77 (Figura 1). Resultados semelhantes foram observados por Ramos et al. (2013), testando doses de gesso em Latossolo Vermelho Distrófico sob café, os quais observaram que houve redução do pH de 6,2 para 4,5, atribuída aos efeitos positivos de agregação, aumento da porosidade e, conseqüentemente, maior fluxo de água no perfil, causando lixiviação de ânions hidroxilas, carbonatos, bicarbonatos e cátions de reação básica K⁺ e Mg²⁺, principalmente. Ao contrário, Costa et al. (2007) constataram que o uso do gesso não causou efeito sobre os valores de pH quando usaram em sistema de plantio direto e plantio convencional da soja em Latossolo Vermelho Distrófico.

Constatou-se interação significativa ($p < 0,05$) entre cultivar e gesso apenas para MO, com a cultivar Havaí apresentando maior teor de MO na ausência de gesso (Figura 2).

A presença da cultura de cobertura aumentou significativamente o teor de matéria orgânica do solo de 14,4 g.dm⁻³ para 17,2 g.dm⁻³, quando comparada com o tratamento que não recebeu a cobertura (Figura 3). O aumento da matéria orgânica do solo, entre

Tabela 2. Resumo da análise de variância para as variáveis: Fonte de variação (FV), graus de liberdade (GL), pH, fósforo (P), potássio (K⁺), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), matéria orgânica (MO), capacidade de troca catiônica (CTC), e saturação de bases (V%), em Cáceres, MT.

Table 2. Summary of the analysis of variance for the variables: Variation Supply (PV), degrees of freedom (GL), pH, phosphorus (P), potassium (K⁺), calcium (Ca²⁺), magnesium (Mg²⁺), organic matter (MO), cation exchange capacity (CEC), base saturation (V%). Cáceres, MT.

FV	GL	Quadrado médio								
		pH	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	MO	CTC	V%	
Bloco	3	0,013 ^{ns}	1,00 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,05 ^{ns}	14,10*	0,56 ^{ns}	39*	
Cultivar	3	0,15 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,04 ^{ns}	2,20 ^{ns}	0,06 ^{ns}	22 ^{ns}	
Gesso	1	0,21 ^{ns}	10,80**	0,05 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,32 ^{ns}	18,90*	0,14 ^{ns}	406**	
Cobertura	1	0,54**	59,60**	0,02 ^{ns}	0,95**	1,37**	125,20**	2,95**	589**	
Cultivar: Gesso	3	0,10 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,10 ^{ns}	14,40*	0,06 ^{ns}	14 ^{ns}	
Cultivar: Cobertura	3	0,05 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,30*	0,20 ^{ns}	0,21 ^{ns}	8 ^{ns}	
Gesso: Cobertura	1	0,05 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,03*	0,11 ^{ns}	10,40 ^{ns}	0,33 ^{ns}	6 ^{ns}	
Cultivar: Gesso: Cobertura	3	0,137 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,22 ^{ns}	6,80 ^{ns}	0,13 ^{ns}	8 ^{ns}	
Resíduos	40	3,10	0,50	0,02	0,00	0,10	4,20	0,20	12	

^{ns}não significativo; ** e * significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

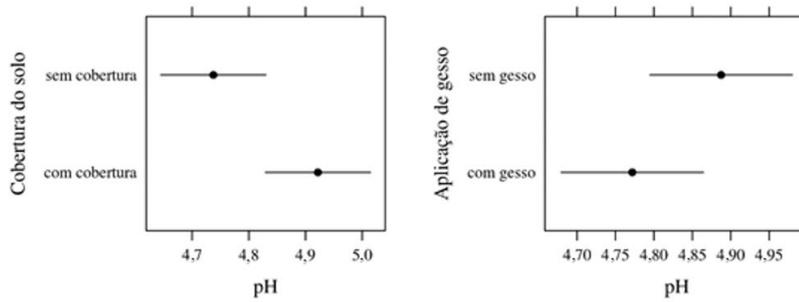


Figura 1. Estimativa intervalar para o pH médio em função da cobertura do solo com milho e da aplicação de gesso; os segmentos representam o intervalo de confiança (95%) para o valor médio.

Figure 1. Interval estimation for the average pH in soil cover function with millet and application of plaster. The segments represent confidence intervals (95%) to the average value.

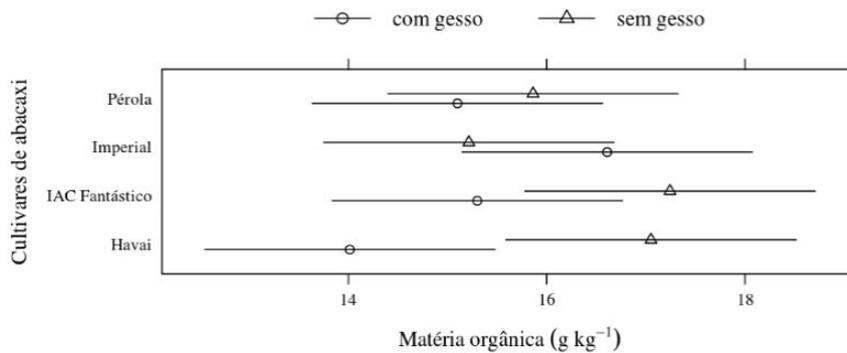


Figura 2. Estimativa intervalar para matéria orgânica (g.kg⁻¹) em função da aplicação de gesso e das cultivares de abacaxi IAC Fantástico, Imperial, Pérola e Havai; os segmentos representam o intervalo de confiança (95%) para o valor médio.

Figure 2. Estimation interval for organic matter (g kg⁻¹) by applying plaster and pineapple ‘IAC – Fantastic’, ‘Imperial’, ‘Pearl’ and ‘Hawaii’. The segments represent confidence intervals (95%) to the average value.

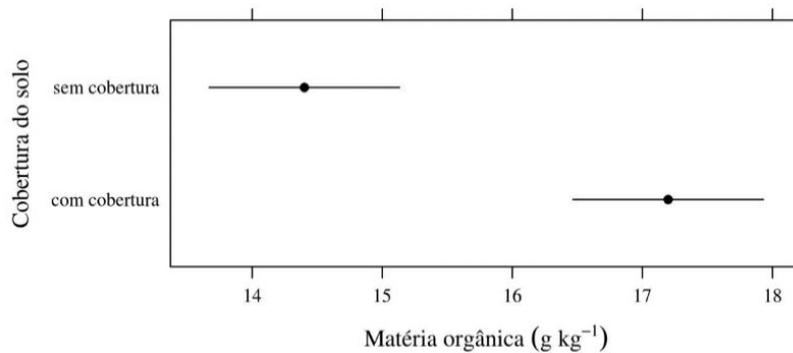


Figura 3. Estimativa intervalar para matéria orgânica (g.kg⁻¹) em função da cobertura do solo com milho; os segmentos representam o intervalo de confiança (95%) para o valor médio.

Figure 3. Estimated interval for organic matter (g kg⁻¹) in land cover function with millet. The segments represent confidence intervals (95%) to the average value.

outros fatores, está associado aos níveis de resíduos vegetais depositados ao solo (Correia & Durigan, 2008). Leite et al. (2010) também observaram acréscimo de carbono no solo em área de Latossolo Vermelho-Amarelo sob cultivo em sistema de plantio direto com a presença de milho, tendo atribuído o acréscimo aos depósitos oriundos de parte aérea e raiz.

O aumento dos teores de carbônico orgânico do solo não depende unicamente dos níveis de palha a ele adicionados mas, também, da qualidade desses resíduos, principalmente

no que refere à relação C/N e de constituintes mais resistentes à decomposição microbiana, como ligninas e celulose, como descrito por Boer et al. (2008). Para a cultivar Havai, houve efeito significativo do gesso, reduzindo o valor da variável MO (Figura 2). No tratamento sem gesso, o teor de matéria orgânica é mais elevado. Esse resultado pode ser relacionado à arquitetura mais aberta da planta, o que resulta em maior evaporação, reduzindo a umidade e, por consequência, a decomposição da MO aportada.

Na Figura 4 observa-se aumento significativo na CTC do solo com a presença da cultura de cobertura. O material orgânico da palhada, quando decomposto, forma colóides, os quais possuem cargas elétricas negativas, que podem atrair e reter outros colóides de cargas positivas, contribuindo para o aumento da CTC. Resultados semelhantes foram obtidos por Portugal et al. (2010), que observaram correlação significativa ($R^2 = 77$) entre a CTC e o teor de matéria orgânica, mostrando que parte da variação da CTC deve-se à variação no teor de matéria orgânica.

Foi observado aumento dos teores de P na presença do gesso de $22,72 \text{ mg.dm}^{-3}$ para $48,79 \text{ mg.dm}^{-3}$. O gesso agrícola aplicado ao solo libera íon sulfato (SO_4^{2-}) capaz de imobilizar o alumínio livre (Al^{3+}), um íon que também tem afinidade com o fosfato, de forma direta ou indireta, pelo enriquecimento da palhada (Soratto & Crusciol, 2008), e, em adição, o gesso contém resíduo de fósforo, esses efeitos combinados podem contribuir para o aumento do teor de P disponível encontrado neste estudo. O mesmo aumento ocorreu na comparação entre sem cobertura de milho e com cobertura, na qual se obtiveram valores $11,83 \text{ mg.dm}^{-3}$ e $74,41 \text{ mg.dm}^{-3}$ (Figura 5). A degradação da matéria orgânica em regiões tropicais é intensa, contribuindo para aumento da disponibilidade de nutrientes, principalmente N e P. Ácidos orgânicos resultantes da decomposição de palhadas como a do milho podem complexar íons de Fe e Al do solo, resultando em aumento na disponibilidade do P (Pavinato & Rosolem, 2008).

Correia & Durigan (2008), testando diferentes culturas de cobertura no plantio direto, afirmam que o seu uso contribui para aumento de P no solo. Comparado esses solos com solo mantido sob vegetação espontânea, observaram aumento médio de 68% e 75%, usando milho comum e braquiária-brizanta, respectivamente. Em pesquisa com diferentes coberturas, Cazetta et al. (2005) perceberam que o milho se destacou nos teores de P contido na parte aérea da planta. Esses mesmos autores afirmam que o milho recicla quantidades apreciáveis de nutrientes através da mineralização da matéria seca produzida.

Houve interação significativa ($p < 0,05$) entre cobertura versus gesso para cálcio, com aumento dos teores de Ca^{2+} . Na comparação com e sem cobertura na presença de gesso, os valores de Ca foram $2,18 \text{ mg}$ e $1,02 \text{ mg.dm}^{-3}$. Já na mesma comparação com sem gesso os valores de Ca foram $1,88 \text{ mg}$ e $1,12 \text{ mg.dm}^{-3}$, respectivamente (Figura 6). Esses resultados corroboram os encontrados por Zambrosi et al. (2007), que observaram que o Ca^{2+} não foi influenciado significativamente pelo uso do gesso agrícola, porém diferem num resultado: de que o Ca não variou por efeito dos sistemas de manejo direto e convencional. Observou-se que o teor de Ca^{2+} foi maior com a cultivar Havaí, demandando maiores estudos para elucidar esse efeito de variedade.

Para o Mg^{2+} houve interação significativa entre cultivar versus cobertura: as cultivares Havaí e IAC Fantástico apresentaram maior valor de Mg^{2+} na ausência da cobertura de solo (Figura 7). Supõe-se que, devido ao menor desenvolvimento dessas duas

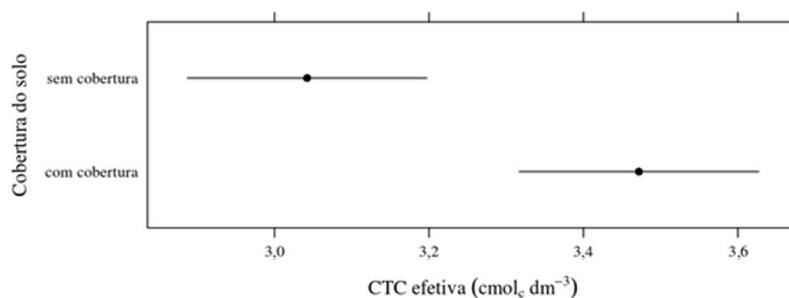


Figura 4. Estimativa intervalar para teores médios de capacidade de troca catiônica efetiva (CTC) média em função da cobertura do solo com milho; os segmentos representam o intervalo de confiança (95%) para o valor médio.

Figure 4. Estimated interval to average levels of effective cation exchange capacity (CEC) average due to the soil cover with millet. The segments represent confidence intervals (95%) to the average value.

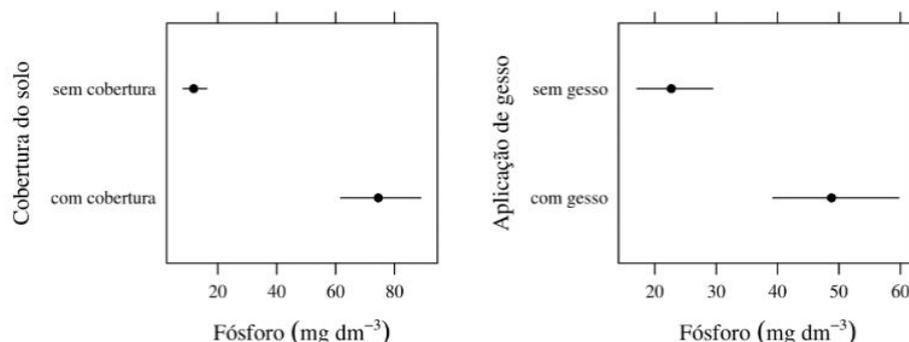


Figura 5. Estimativa intervalar para teores médios de fósforo (mg.dm^{-3}) em função da cobertura do solo com milho e da aplicação de gesso; os segmentos representam o intervalo de confiança (95%) para o valor médio.

Figure 5. Estimated interval for average contents of phosphorus (mg dm^{-3}) ground cover function with millet and application of plaster. The segments represent confidence intervals (95%) to the average value.

cultivares na ausência de cobertura com milheto, a extração de Mg^{2+} também tenha sido menor, o que resultou em maiores teores no solo.

Os teores de K^+ não foram influenciados significativamente pelos fatores de estudo gesso, cobertura e cultivares (Figura 8). Ramos et al. (2013), trabalhando com gesso em cafeeiro, perceberam que o gesso não influenciou nos teores de K^+ no solo. Serafim et al. (2012) verificaram que houve redução do teor de K^+ no solo ao final de um ciclo de soja com a aplicação de gesso. Segundo esses autores, o gesso, um composto que contém Ca^{2+} , pode deslocar o K^+ de seus sítios de troca na argila

do solo e que esse pode ser lixiviado pela água de irrigação ou de precipitação pluvial.

Os valores de saturação por bases (V%) seguem a tendência dos valores descritos para Ca^{2+} e Mg^{2+} : o uso da cobertura os elevou de 62% para 68% e o uso do gesso os elevou de 62% para 67%. O aumento da saturação de bases pode estar associado ao aumento da matéria orgânica e da presença de Ca^{2+} liberado através da aplicação do gesso. Resultados similares foram observados por Freitas et al. (2013) ao avaliarem diferentes classes texturais de solos sob de cana-de-açúcar, nos quais verificaram que a acentuada redução em bases trocáveis e V%

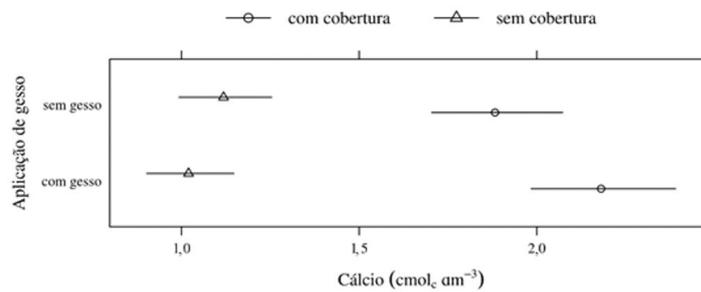


Figura 6. Estimativa intervalar para teores médios de cálcio ($cmol_c dm^{-3}$) em função da cobertura do solo com milheto e da aplicação de gesso; os segmentos representam o intervalo de confiança (95%) para o valor médio.

Figure 6. Estimated interval to average levels of calcium ($cmol_c dm^{-3}$) ground cover function with millet and application of plaster. The segments represent confidence intervals (95%) to the average value.

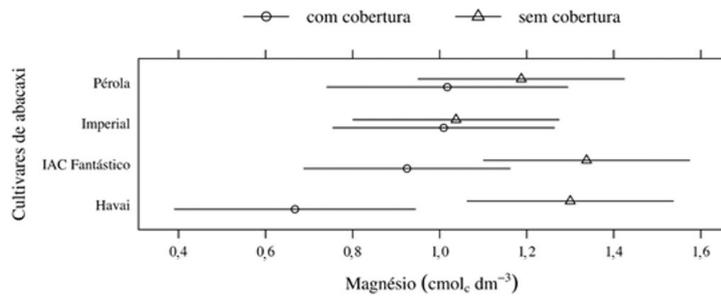


Figura 7. Estimativa intervalar para teores médios de magnésio ($cmol_c dm^{-3}$) em função da cobertura do solo com milheto e das cultivares de abacaxizeiro IAC Fantástico, Imperial, Pérola e Havai; os segmentos representam o intervalo de confiança (95%) para o valor médio.

Figure 7. Estimated interval for Magnesium average levels ($cmol_c dm^{-3}$) according to soil cover with millet and pineapple cultivars ‘IAC- Fantastic’, ‘Imperial’, ‘Pearl’ and ‘Hawaii’. The segments represent confidence intervals (95%) to the average value.

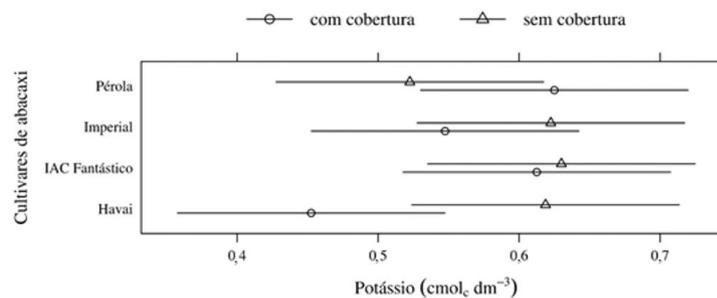


Figura 8. Estimativa intervalar para teores médios de Potássio ($cmol_c dm^{-3}$) em função da cobertura do solo com milheto e das cultivares de abacaxizeiro IAC Fantástico, Imperial, Pérola e Havai; os segmentos representam o intervalo de confiança (95%) para o valor médio.

Figure 8. Estimate interval for average contents of potassium ($cmol_c dm^{-3}$) m soil cover function with millet and pineapple cultivars ‘IAC- Fantastic’, ‘Imperial’, ‘Pearl’ and ‘Hawaii’. The segments represent confidence intervals (95%) to the average value.

estão associadas à redução da matéria orgânica e à remoção de cátions, principalmente Ca^{2+} e Mg^{2+} .

4 Conclusões

A cultura de cobertura com milho aumenta significativamente o pH, os teores de fósforo, cálcio, matéria orgânica, a capacidade de troca de cátions e a saturação de bases.

Ocorre aumento significativo nos teores de matéria orgânica associada à presença de gesso apenas para a cultivar Havaí.

Assim, observa-se efeitos do manejo com cobertura e correção com gesso nas características químicas do solo, mantendo níveis adequados de nutrientes no solo ao final do ciclo.

Referências

- BOER, C. A.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F. R. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região centro-oeste do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, n. 2, p. 843-851, 2008.
- CAETANO, L. C. S.; VENTURA, J. A.; COSTA, A. F. S.; GUARÇONI, R. C. Efeito da adubação com nitrogênio, fósforo e potássio no desenvolvimento, na produção e na qualidade de frutos do abacaxi 'Vitória'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 35, n. 3, p. 883-890, 2013.
- CAZETTA, D. A.; FORNASIERI FILHO, D.; GIROTTO, F. Composição, produção de matéria seca e cobertura do solo em cultivo exclusivo e consorciado de milho e crotalária. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 27, n. 4, p. 575-580, 2005.
- CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Culturas de cobertura e sua influência na fertilidade do solo sob sistema de plantio direto. *Bioscience Journal*, v. 24, n. 4, p. 20-31, 2008.
- COSTA, M. J.; ROSA JUNIOR, E. J.; ROSA, Y. B. C. J.; SOUZA, L. C. F.; ROSA, C. B. J. Atributos químicos e físicos de um Latossolo sendo influenciados pelo manejo do solo e efeito da gessagem. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 29, p. 701-708, 2007.
- CUMMING, G.; FIDLER, F.; VAUX, D. L. Error bars in experimental biology. *The Journal of Cell Biology*, v. 177, p. 7-11, 2007.
- DEFELIPO, B. V.; RIBEIRO, A. C. *Análise química do solo*. Viçosa: UFV, 1981. 29 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 1997.
- FIGUEIREDO, C. C.; RAMOS, M. L. G.; TOSTES, R. Propriedades físicas e matéria orgânica de um latossolo vermelho sob sistemas de manejo e cerrado nativo. *Bioscience Journal*, v. 24, n. 3, p. 24-30, 2008.
- FREITAS, L.; CASAGRANDE, J. C.; OLIVEIRA, I. A. O.; MORETI, T. C. F. M.; CARMO, D. A. B. Avaliação de atributos químicos e físicos de solos com diferentes texturas cultivados com cana-de-açúcar. *Enciclopédia Biosfera*, v. 9, n. 17, p. 362, 2013.
- GUARÇONI, M. A.; VENTURA, J. A. Adubação N-P-K e o desenvolvimento, produtividade e qualidade dos frutos do abacaxi 'Gold' (MD-2). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35, n. 4, p. 1367-1376, 2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Levantamento sistemático da produção agrícola*. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/>>. Acesso em: 10 jun. 2015.
- LEITE, L. F. C.; FREITAS, R. C. A.; SAGRILLO, E.; GALVÃO, S. R. S. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais depositados sobre Latossolo Amarelo no Cerrado Maranhense. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 1, p. 29-35, 2010.
- NEVES, S. M. A. S.; NUNES, M. C. M.; NEVES, R. J. Caracterização das condições climáticas de Cáceres/MT Brasil, no período de 1971 a 2009: subsídio às atividades agropecuárias e turísticas municipais. *Boletim Goiano de Geografia*, v. 31, n. 2, p. 55-68, 2011.
- OLIVEIRA, F. F.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D.; ESPINDOLA, J. A. A.; RICCI, M. S. F.; CEDDIA, M. B. Avaliação de coberturas mortas em cultura de alface sob manejo orgânico. *Horticultura Brasileira*, v. 26, n. 2, p. 216-220, 2008.
- PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo: decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, p. 911-920, 2008.
- PORTUGAL, A. F.; COSTA, O.; DEL'ARCO VINHAS COSTA, O.; COSTA, L. M. C. Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da Zona da Mata mineira. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 34, n. 2, p. 575-585, 2010.
- R CORE TEAM. *R: a language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2014. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 8 jul. 2014.
- RAMOS, B. Z.; TOLEDO, J. P. V. F.; LIMA, J. M.; SERAFIM, M. E.; BASTOS, A. R. R.; GUIMARÃES, P. T. G.; COSCIONE, A. R. Doses de gesso em cafeeiro: influência nos teores de cálcio, magnésio, potássio e pH na solução de um Latossolo Vermelho Distrófico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 37, p. 1018-1026, 2013.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação*. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359 p.
- SERAFIM, M. E.; LIMA, J. M.; LIMA, V. M. P.; ZEVIANI, W. M.; PESSONI, P. T. Alterações físico-químicas e movimentação de íons em Latossolo gibbsítico sob doses de gesso. *Bragantia*, v. 71, n. 1, p. 75-81, 2012.
- SILVA, A. G.; CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; COSTA, C. H. M.; FERRARI NETO, J. Produção de fitomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura e cultivo da mamona em sucessão no sistema plantio direto. *Ciência Rural*, v. 40, n. 10, p. 2092-2098, 2010.
- SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Atributos químicos do solo decorrentes da aplicação em superfície de calcário e gesso em sistema plantio direto recém-implantado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, p. 675-688, 2008.
- ZAMBROSI, F. C. B.; ALLEONI, L. R. F.; CAÍRES, E. F. Aplicação de gesso agrícola e especiação iônica da solução de um Latossolo sob sistema plantio direto. *Ciência Rural*, v. 37, p. 110-117, 2007.
- ZEVIANI, W.; SERAFIM, M. E. *Atributos químicos do solo sob cultivo de abacaxi em função da aplicação de gesso e cobertura do solo*. Curitiba: UFPR, 2015. Disponível em: <<http://www.leg.ufpr.br/~walmes/analises/MESerafim/abacaxi/abacaxisolo.html>>. Acesso em: 27 abr. 2015.

Contribuição dos autores: Os autores Adriel Fernandes Correia e Thalita Neves Marostega participaram da elaboração do projeto e coleta de dados; os autores Walmes Zaviani e Kelly Lana Araújo auxiliaram na análise dos dados e redação do artigo; todas as etapas do trabalho incluindo revisão da redação do projeto e artigo foram orientadas pelos autores Leonarda Grillo Neves e Milson Evaldo Serafim.

Fonte de financiamento: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso (IFMT) e a Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT).

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.