

FERRO E MANGANÊS NO PERFIL DO SOLO EM *Saccharum officinalis* FERTILIZADA COM RESÍDUOS ORGÂNICOS

IRON AND MANGANESE IN SOIL PROFILE IN *Saccharum officinalis* WITH FERTILIZED ORGANIC MANURE

Regina Maria Quintão Lana¹; Rafael Vilela Rezende²; Angela Maria Quintão Lana³; Adriane de Andrade Silva⁴; Leticia Barbaresco Vitorino²; Juliana Nascimento Gomides⁵

1. Engenheira Agrônoma, Professora Titular do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Uberlândia, MG, Brasil. rmlana@iciag.ufu.br; 2. Engenheiro Agrônomo; 3. Engenheira Agrônoma, Professora Associada da escola de veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil; 4. Zootecnista, Professora Adjunta do Instituto de Ciências Agrárias – UFU; 5. Química, Professora do Instituto Luterano de ensino superior de Itumbiara, Itumbiara, GO, Brasil.

RESUMO: O presente trabalho objetivou avaliar a dinâmica dos micronutrientes ferro e manganês no solo, advindos de adubação com dejetos orgânicos e adubação mineral em cana-de-açúcar. O experimento foi conduzido no município de Uberlândia-MG, na área experimental da Cia. Mineira de Açúcar e Álcool do Triângulo Mineiro Ltda. O experimento foi montado em esquema de blocos casualizados, com fatorial de parcelas subdivididas no espaço em 5x2x6 (tipo de adubo, gesso agrícola e profundidade). A variedade de cana-de-açúcar plantada foi a RB 867515 de ciclo médio/tardia. Os tratamentos, aplicados no fundo do sulco de plantio, foram às fontes de adubos cama de frango, cama de peru, esterco bovino, adubo compostado e fertilizante mineral, todos combinados com e sem gesso agrícola. Realizaram-se a amostragem de solo para análise de ferro e manganês, retiradas na linha de plantio nas profundidades 0-15, 15-30, 30-45, 45-60, 60-75 e 75-90 cm. A interação esterco bovino sem aplicação de gesso agrícola resultou em maior teor de ferro disponível e manganês disponível, sendo os demais resíduos orgânicos os teores foram maiores com a interação de gesso. A aplicação de gesso agrícola provocou pouca alteração nos teores dos micronutrientes ao longo do perfil do solo. Os teores dos micronutrientes no solo estiveram abaixo do nível crítico conforme as classes de interpretação de disponibilidade de micronutrientes, portanto ao se aplicar os resíduos orgânicos, estes não causarão fitotoxicidade à cultura da cana-de-açúcar.

PALAVRAS CHAVE: *Saccharum officinalis*. Minerais traço. Dejetos de origem animal.

INTRODUÇÃO

As maiorias das áreas para expansão do cultivo com cana-de-açúcar, em solos de cerrado, caracterizam-se pela baixa fertilidade natural, uma vez que são áreas anteriormente ocupadas por pastagens degradadas, ou áreas sob cultivo de grãos sem utilização das melhores práticas de cultivo e baixa manutenção da fertilidade. Com o aumento da produtividade decorrente do avanço tecnológico, as plantas extraem mais nutrientes do solo, e deficiências podem se observar inclusive nos minerais traços (Fe, Mn, B, Cu, Zn).

Entre as formas de suprir as necessidades da cultura da cana-de-açúcar, está o uso de resíduos orgânicos, que pode ser uma boa alternativa para diminuir os custos de produção e contribuir para a sustentabilidade do setor sucroalcooleiro.

De acordo com Norvell (1972), além de ser fonte de micronutrientes, os adubos orgânicos podem aumentar a solubilidade dos nutrientes já existentes no solo através da sua decomposição por microrganismos, ou reduzir a concentração através da atividade iônica e da formação de complexos solúveis com ânions de ácidos orgânicos.

O ferro é necessário para a síntese de clorofilas, sendo constituinte fundamental dos citocromos, da ferridoxina e de algumas enzimas, como a catalase e as peroxidases. Atua como carreador de elétrons, no processo de oxidação e redução alternadas, passando pelas formas Fe⁺⁺ e Fe⁺⁺⁺ (MATTA; LOUREIRO, 2008). Segundo Gascho et al. (1993), a deficiência de ferro na cana-de-açúcar forma lâminas retorcidas e necróticas nas folhas que se estendem da ponta à base.

Entre as funções do manganês na planta, estão à ativação de enzimas e a participação na reação de fotólise da água, na formação, multiplicação e funcionamento dos cloroplastos e na evolução do oxigênio no sistema fotossintético. Também atua no metabolismo do nitrogênio e nos compostos cíclicos, como precursor de aminoácidos, fenóis, ligninas e hormônios (MELARATO et al., 2002).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a dinâmica do micronutriente ferro e manganês no perfil do solo, advindos de adubação com dejetos orgânicos e, comparados com a adubação mineral em diferentes profundidades na cultura da cana-de-açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2007/2008, na área experimental da Cia. Mineira de Açúcar e Álcool do Triângulo Mineiro Ltda. (CMAA), localizada na rodovia BR 497, km 28, Fazenda Lago Azul, município de Uberlândia-MG (coordenadas geográficas: 19° 04' 06.39" latitude sul, 48° 33' 59.86" longitude oeste e altitude de 720 m).

O clima predominante de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Aw, caracterizado como tropical chuvoso, megatérmico, típico de savanas, com inverno seco. A precipitação pluviométrica mensal e a temperatura média para a região de Uberlândia para o período de janeiro de 2007 a agosto de 2008, segundo dados

meteorológicos coletados pelo Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos (LCRH) do Instituto da Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, estão apresentados nas Figuras 1 e 2. Observa-se que a temperatura média do mês mais frio foi superior a 15 °C e a precipitação do mês mais seco variou entre 37,5 a 0,0 mm de um ano para o outro.

O regime de umidade do solo de acordo com a Soil Taxonomy é "ustic", com número de dias secos acumulados superior a 90 e inferior a 180 dias. A temperatura média do solo a 50 cm de profundidade foi de 22 °C, com diferença entre as temperaturas médias do verão e do inverno inferior a 5 °C, sendo classificado pela Soil Taxonomy como "Isohyperthermic" (EMBRAPA, 1982).

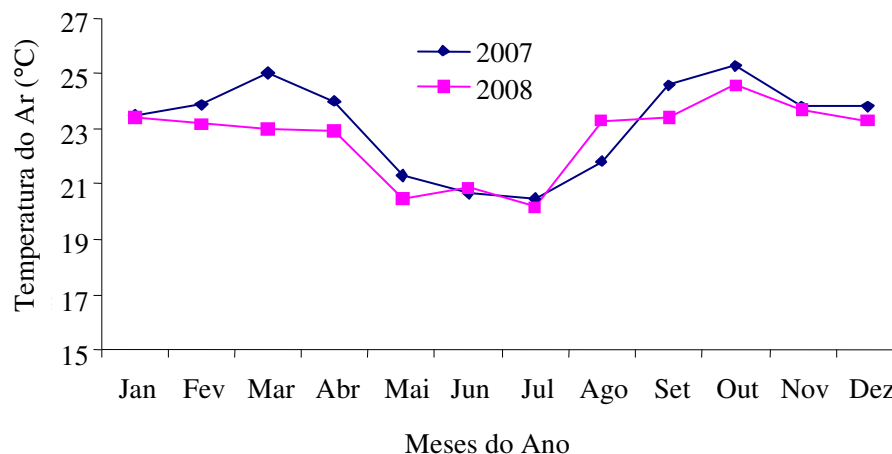


Figura 1. Temperatura média mensal no período de janeiro a dezembro nos anos de 2007 e 2008, para a região de Uberlândia, MG.

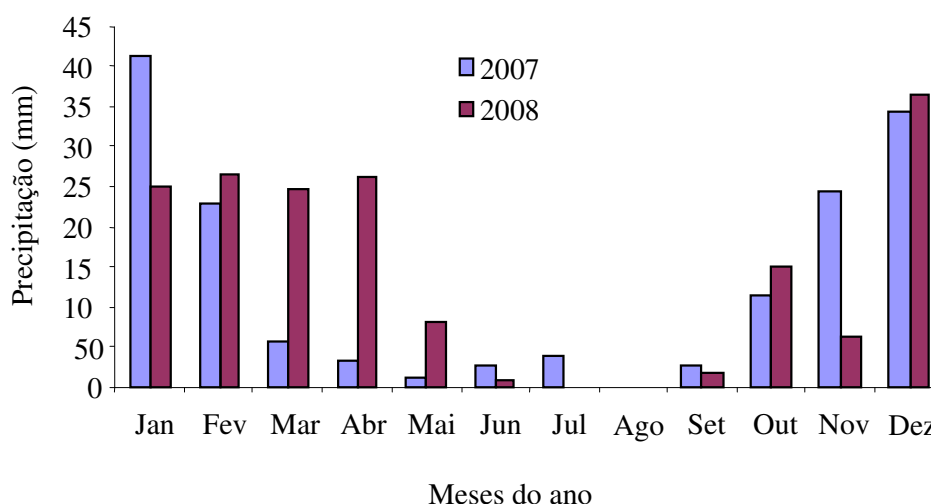


Figura 2. Distribuição da precipitação pluviométrica média mensal no período de janeiro a dezembro nos anos de 2007 e 2008, para a região de Uberlândia, MG.

O estudo foi conduzido em área recém implantada com a cultura da cana-de-açúcar, anteriormente sob pastagem degradada de braquiária (*Brachiaria decumbens*). A unidade de solo é o Latossolo Vermelho distrófico (LVd), textura média, fase cerradão tropical e relevo suave ondulado (EMBRAPA, 1999). Esta unidade de solo é formada na região pelo retrabalhamento de

sedimentos do arenito Bauru e representa cerca de 60% da região do Triângulo Mineiro.

Antes da implantação do experimento (abril de 2007), foram coletadas amostras de solo, na área experimental da fazenda, no município de Uberlândia-MG, para a caracterização físico-química (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Caracterização física do solo nas profundidades de 0-25 e 25-50 cm.

Prof.	AF	AG	Silte	Argila	ADA	Dp	Ds	DMG	Clas. Text. ¹
cm	..... g kg ⁻¹.....					.... kg dm ⁻³		mm	
0-25	351	344	67	238	200,4	2,78	1,62	0,65	F.A.A ²
25-50	373	372	46	209	197,2	2,74	1,64	0,42	F.A.A

Prof = Profundidade; AF = Areia Fina; AG = Areia Grossa; ADA = Argila Dispersa em Água; Dp = Densidade de Partícula pelo método do anel de Koppek; Ds = Densidade do Solo pelo método do anel volumétrico; DMG = Diâmetro Mediano Geométrico de agregado. Areia, Silte e Argila pelo método NaOH 0,1 mol l⁻¹, método da pipeta (EMBRAPA, 1997). ¹Classificação textural de acordo com Ferreira & Dias Júnior (2001). ²F.A.A = Franco-argilo-arenosa.

Tabela 2. Caracterização química do solo nas profundidades de 0-25 e 25-50 cm.

Prof.	pH H ₂ O	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	t	T	V	m	MO
cm		. mg dm ⁻³						cmol _c dm ⁻³.....			..... % .....		dag kg ⁻¹
0-25	5.7	6.9	18.0	0.0	1.1	0.2	1.8	1.4	1.4	3.2	43.0	0.0	2.1
25-50	5.2	0.7	15.0	0.2	0.5	0.1	2.0	0.6	0.8	2.6	24.0	24.0	0.8

Prof = profundidade; P, K = (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹); Ca, Mg, Al, (KCl 1 mol L⁻¹); H+Al = (Solução Tampão – SMP a pH 7,5); SB = Soma de Bases; t = CTC efetiva; T = CTC a pH 7,0; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio; Matéria orgânica (M.O.) = Método Colorimétrico Walkler Black (EMBRAPA, 1997).

Foram utilizados os resíduos orgânicos cama de frango e de peru, esterco bovino, adubo compostado proveniente da estabilização de material orgânico a base de camas de aves em material humificado e, ainda, um formulado mineral recomendado para a cultura da cana-de-açúcar. As camas de aves passaram por um período de estabilização, para posterior aplicação no solo. Foram coletadas amostras compostas dos resíduos orgânicos para posterior análise de caracterização, conforme resultados apresentados na Tabela 3.

A área experimental necessária para a implantação da pesquisa foi de 0,9 ha, dividida em quatro blocos com 10 parcelas cada de 10 m x 15 m, perfazendo um total de 40 parcelas, separadas entre si por 1,5 m. O espaçamento entre linhas foi de 1,5 m, perfazendo um total de 10 linhas de plantio por parcela, sendo a área-útil da parcela constituída de apenas 8 linhas, ficando 2 para a bordadura.

O delineamento da área experimental foi em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial de parcelas subdivididas no espaço em 5x2x6 (tipo de adubo, gesso agrícola e profundidade), em esquema de parcela subdivididas no espaço, tendo como fatores da parcela os tipos de adubos com e sem gesso agrícola e suas interações nas subparcelas que

foram avaliadas nas profundidades 0-15, 15-30, 30-45, 45-60, 60-75 e 75-90 cm.

O preparo do solo consistiu em operações sucessivas de subsolagem, duas gradagens utilizando uma grade pesada e uma niveladora e abertura de sulcos de 50 cm de profundidade com sulcador. Utilizou-se para a correção do solo, com base nos resultados da análise de solo a aplicação de 3,50 t ha⁻¹ de calcário e 1,50 t ha⁻¹ de gesso agrícola a lançar na área total, doses calculadas para atingir saturação por bases de 60%, recomendada pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CFSEMG, 1999) para a cultura da cana-de-açúcar.

O controle de plantas infestantes foi feito com a aplicação do herbicida Glifosato na quantidade de 3,50 L ha⁻¹, em jato dirigido.

A variedade de cana-de-açúcar plantada foi a RB 867515 de ciclo médio/tardia, denominada de “cana-de-ano e meio”, esta variedade foi escolhida de acordo com a época de plantio e as condições climáticas da região e também por possuir maiores produtividades.

Tabela 3. Caracterização química e físico-química da cama de frango, cama de peru, esterco bovino e adubo compostado, em base seca a 110°C (BS) e à umidade natural (UN).

Determinações	¹ Cama frango		¹ Cama peru		¹ Esterco bovino		² Composto
	BS	UN	BS	UN	BS	UN	UN
pH em CaCl ₂ 0,01mol L ⁻¹	....	6,7	....	8,2	....	8,3	7,8
Densidade (g cm ⁻³)	....	0.588	....	0.366	....	0,526	....
Umidade Total (%)	....	45,34	....	15,88	....	56,03	30
Materiais Inertes (%)	....	7,07	....	1,19	....	0,39	....
Matéria orgânica total (%)	39,5	18,8	58,1	48,19	39,1	17,04	38
Carbono Total (%)	21,94	9,7	32,28	26,45	21,72	9,43	....
Carbono orgânico (%)	17,5	7,74	29,53	24,2	19,32	8,39	....
Resíduo Mineral Total (%)	61,24	29,14	42,74	35,45	61,36	26,74	....
Resíduo Mineral Solúvel (%)	31,38	13,88	18,77	15,38	12,19	5,29	....
Resíduo Min. Insolúvel (%)	29,86	14,21	23,97	19,88	49,17	21,43	....
N total (%)	1,6	0,76	2,24	1,86	1,34	0,58	2,7
P total (%)	1,76	0,84	1,94	1,61	0,92	0,4	4,2
K total (%)	0,3	0,14	3,31	2,74	1,87	0,82	2
Ca total (%)	4,12	1,96	2,75	2,28	1,22	0,53	4,2
Mg total (%)	0,77	0,37	0,7	0,58	0,33	0,14	1,32
S total (%)	0,4	0,19	0,48	0,4	0,25	0,11	0,78
Cu total (mg kg ⁻¹)	500	238	303	251	39	17	81,5
Mn total (mg kg ⁻¹)	1009	480	637	528	197	86	445
Zn total (mg kg ⁻¹)	701	334	448	371	135	59	476,75
Fe total (mg kg ⁻¹)	12316	5861	6348	5265	11452	4990	11000
B total (mg kg ⁻¹)	20	10	50	41	50	22	182
Na total (mg kg ⁻¹)	4960	2360	55088	45689	16626	7245	4400
Relação C/N	14/1	13/1	14/1	14/1	16/1	16/1	12,75/1

¹Análises realizadas no LABAS-ICIAG-UFU; C total (oxidação da matéria orgânica com solução 0,17 mol L⁻¹ de dicromato de potássio e titulação do excesso de dicromato com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,5 mol L⁻¹); N (método micro-kjeldhal); P (método do vanadato-molibdato); K, Ca e Mg (espectrofotometria de chama); S (método gravimétrico); Cu, Mn, Zn e Fe (espectrofotometria de absorção atômica); ²Análise disponibilizada pela Valoriza Fertilizantes.

A aplicação dos fertilizantes ocorreu no mesmo dia do plantio, manualmente, no fundo do sulco de plantio e incorporadas com o auxílio de um rastelo, esta operação foi realizada em maio de 2007. A quantidade de adubo orgânico e adubo mineral, aplicado no sulco de plantio (Tabela 4) basearam-se na quantidade de P₂O₅ presente no adubo, e na necessidade da cultura da cana-de-açúcar, segundo a CFSMG (1999) que é de 140 kg ha⁻¹. As mudas foram cobertas com até 14 cm de solo. Na testemunha aplicou-se a fonte de fertilizante mineral MAP (fosfato monoamônico com 44% de P₂O₅ solúvel em H₂O), em todos os

tratamentos houve a parcela com a presença (com G) e a ausência de gesso agrícola (sem G) previamente misturado ao adubo.

As amostras de solo foram coletadas na linha de plantio, nas profundidades de 0-15; 15-30; 30-45; 45-60; 60-75 e 75-90 cm, em julho de 2008. As determinações de campo e as amostras para esta pesquisa foram realizadas ao acaso em cada parcela que compõem os diferentes tratamentos. A coleta do solo foi feita com trado do tipo holandês, no qual era feito toaleta a cada profundidade, para evitar possíveis contaminações. O solo foi colocado em

saco plástico, devidamente identificado e enviado ao laboratório.

Tabela 4. Quantidade de fertilizante orgânico e mineral utilizada em cada tratamento.

Fertilizantes	Espaçamento entre sulco (m)	Parcela (m ²)	Quant./ 10m sulco (kg)	Total ha ⁻¹ (kg)
Adubação mineral (AM)	1,5	150	0.31	208
Cama de Frango (CF)	1,5	150	6.0	4800
Cama de Peru (CP)	1,5	150	4.3	3425
Esterco Bovino (EB)	1,5	150	16.7	13333
Compostado (AC)	1,5	150	3.6	2858
Gesso Agrícola (G)	1,5	150	1.50	1650

As amostras de solo foram secas ao ar (TFSA), peneiradas (malha de 2 mm) e submetidas à extração com solução de DTPA (EMBRAPA, 1997). As determinações analíticas dos micronutrientes nos extratos de solo foram feitas por espectrofotometria de absorção atômica com chama ar/acetileno.

As análises químicas para diagnosticar no solo os micronutrientes ferro e manganês foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos (LABAS) do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) (EMBRAPA, 1997).

As análises estatísticas foram realizadas com o programa SISVAR (FERREIRA, 2008). Os resultados constaram de análise de variância, sendo utilizado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os teores de ferro no solo apenas a interação tratamento-gesso foi significativa (Tabela 5), portanto a variável profundidade foi analisada separadamente. O coeficiente de variação foi classificado como alto (acima de 20).

Tabela 5. Análise de variância do ferro no solo submetido a diferentes resíduos orgânicos e adubação mineral.

FV	GL	S	QM	F	Probabilidade ¹
ADUBOS	4	70,608333	17,652083	4,332	0,0023
GEDSO	1	18,704167	18,704167	4,590	0,0335
PROF	5	6523,020833	1304,604167	320,135	0,0000
BLOCO	3	73,445833	24,481944	6,008	0,0006
ADUBOS*GEDSO	4	72,358333	18,089583	4,439	0,0019
ADUBOS*PROF	20	77,291667	3,864583	0,948	0,5272
GEDSO*PROF	5	33,820833	6,764167	1,660	0,1467
ADUBOS*GEDSO*PROF	20	63,741667	3,187083	0,782	0,7328
Erro	177	721,304167	4,075165		
Total corrigido	239	7654,295833			
CV (%) =	24.19				
Média geral:	8.3458333				
Número de observações:	240				

¹ Significativo para probabilidade < 0.05.

Para as médias dos teores de ferro no solo (Tabela 6), avaliando-se as diferenças entre aplicação ou não de gesso, observou-se que a aplicação de gesso foi superior para os tratamentos adubação mineral, cama de peru e adubo compostado. Já para o tratamento esterco bovino a condição sem aplicação de gesso agrícola foi superior a com aplicação de gesso agrícola, esperava-se que o comportamento das fontes orgânicas fosse equivalentes, uma vez que ambas

são ricas em materiais fibrosos, oriundos ou da alimentação dos ruminantes, ou do substrato de formação das camas de aviários. Para o fertilizante cama de frango não houve diferença entre a aplicação com e sem gesso agrícola.

Avaliando-se as diferenças entre os tratamentos observou-se que sem a aplicação de gesso agrícola houve diferença, sobressaindo o esterco bovino com teor de 9,9 mg dm⁻³, porém não diferiu do tratamento com o uso da cama de frango.

Com 6,9 mg dm⁻³ o tratamento adubo compostado obteve o menor teor de cobre, porém não diferiu dos tratamentos com uso de adubo mineral, cama de

peru e cama de frango. Com a aplicação de gesso agrícola não houve diferença entre os tratamentos.

Tabela 6. Teores de ferro (mg dm⁻³) no solo submetido a diferentes fertilizantes com e sem aplicação de gesso agrícola.

Gesso Agrícola	Fertilizantes				
	Adubo Mineral	Cama de Frango	Cama de Peru	Esterco Bovino	Adubo Compostado
Com gesso	8,4 Aa	8,3 Aa	9,1 Aa	8,7 Ba	8,7 Aa
Sem gesso	7,2 Bb	8,5 Aab	7,9 Bb	9,9 Aa	6,9 Bb

CV (%): 24,19; DMS Fertilizantes: 1,607 e DMS Gesso: 1,150

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, e minúscula na linha, não diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey.

A Tabela 7 apresenta os teores médios de ferro no solo para a variável profundidade, em que ocorreu diferença, sobressaindo à profundidade de 30 a 45 cm com 14,6 mg dm⁻³ de ferro, porém esta

não diferiu da profundidade de 0 a 15 cm. Inferior a estas com 12,5 mg dm⁻³, a profundidade de 45 a 60 cm ainda foi superior as profundidades de 15 a 30, 60 a 75 e 75 a 90 cm.

Tabela 7. Teores de ferro (mg dm⁻³) no solo avaliado em diferentes profundidades.

Profundidades (cm)					
0 - 15	15 - 30	30 - 45	45 - 60	60 - 75	75 - 90
13,4 ab	2,8 c	14,6 a	12,5 b	3,7 c	3,0 c

CV (%): 24,19 ; DMS: 1,301

Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey.

Os baixos teores de ferro verificados na profundidade de 15 a 30 cm podem ser explicados pela maior concentração de raízes absorventes de nutrientes nesta profundidade. Outro fator que pode estar relacionado com os baixos teores encontrados de Fe, apesar de ser o metal em grande concentração nos resíduos (Tabelas 3), pode estar relacionado com o relato de Nascimento et al. (2004) que observaram aumento relativamente pequeno de disponibilidade no solo de Fe com aplicação de Lodo de esgoto, indicando encontrar-se no resíduo em formas de baixa disponibilidade, como, por exemplo, óxidos de ferro.

Demattê et al. (2003) observaram que a dinâmica dos elementos do solo, entre eles a matéria orgânica e a presença do ferro nos solos tropicais, ainda não está totalmente compreendida, o que dificulta a utilização prática deste elemento em estudos. O mesmo pensamento pode ser aplicado em estudos com utilização de resíduos orgânicos uma vez que um grande volume de inter-relações ocorre.

Os teores de Fe observados neste experimento encontram-se dentro da faixa de

ocorrência nos solos brasileiros, que segundo Silva et al. (1998) é de até 35 mg dm⁻³.

De acordo com a CFSEMG (1999), os teores de ferro se enquadram em níveis baixo (9-18 mg dm⁻³) de disponibilidade no solo nas profundidades de 0 a 15, 30 a 45 e 45 a 60 cm. Já nas profundidades de 15 a 30, 60 a 75 e 75 a 90 os níveis de ferro do solo estiveram em muito baixo (≤ 8 mg dm⁻³).

Para os teores de manganês no solo apenas a interação tratamento-gesso foi significativa (Tabela 8), portanto a variável profundidade foi analisada separadamente. O coeficiente de variação foi classificado como alto.

Para os teores de manganês no solo (Tabela 9), avaliando as diferenças entre aplicação com e sem gesso, observou-se diferenças para os tratamentos com uso de cama de frango e esterco bovino, em que o tratamento sem aplicação de gesso agrícola foi superior para ambos. Nos demais tratamentos e profundidades não ocorreram diferenças entre a aplicação com e sem gesso agrícola.

Tabela 8. Análise de variância do manganês no solo submetido a diferentes resíduos orgânicos e adubação minera

FV	GL	S	QM	F	Probabilidade ¹
ADUBOS	4	46,084333	11.521083	4.253	0.0026
GESSO	1	27,405042	27.405042	10.117	0.0017
PROF	5	132,144708	26.428942	9.756	0.0000
BLOCO	3	268,695792	89.565264	33.063	0.0000
ADUBO*GESSO	4	34,597667	8.649417	3.193	0.0146
ADUBO*PROF	20	31,362167	1.568108	0.579	0.9236
GESSO*PROF	5	17,814708	3.562942	1.315	0.2596
ADUBO*GESSO*PROF	20	21,363833	1.068192	0.394	0.9912
Erro	177	479,481708	2.708936		
Total corrigido	239	1058.949958			
CV (%) =	48,88				
Média geral:	3.3670833				
Número de observações:	240				

¹ Significativo para probabilidade < 0.05.

Tabela 9. Teores de manganês (mg dm⁻³) no solo submetido a diferentes fertilizantes com e sem aplicação de gesso agrícola.

Gesso Agrícola	Fertilizantes				
	Adubo Mineral	Cama de Frango	Cama de Peru	Esterco Bovino	Adubo Compostado
Com gesso	2,7 Aa	3,2 Ba	3,3 Aa	3,1 Ba	2,9 Aa
Sem gesso	3,6 Aabc	4,5 Aab	3,3 Abc	4,6 Aa	2,5 Ac
CV (%): 48,88; DMS Fertilizantes: 1,310 e DMS Gesso: 0,938					

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, e minúscula na linha, não diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey.

Avaliando-se as diferenças entre os tratamentos, observou-se que sem a aplicação de gesso agrícola houve diferença entre os tratamentos. O maior teor de manganês (4,64 mg dm⁻³) foi obtido no tratamento com aplicação de esterco bovino, porém este tratamento diferiu do tratamento com aplicação do adubo compostado e cama de peru. Já com a aplicação de gesso agrícola não houve diferença entre os fertilizantes.

Avaliando os teores médios de manganês nas profundidades amostradas do solo (Tabela 10), ocorreram diferenças, sobressaindo à profundidade de 0 a 15 cm com 4,7 mg dm⁻³ de manganês, porém esta não diferiu da profundidade de 15 a 30 cm que por sua vez não diferiu das profundidades de 30 a 45 e de 60 a 75cm. Com apenas 2,7 mg dm⁻³ a profundidade 45 a 60 cm obteve a menor média.

Tabela 10. Teores de manganês (mg dm⁻³) no solo avaliado em diferentes profundidades.

Profundidades (cm)					
0 - 15	15 - 30	30 - 45	45 - 60	60 - 75	75 - 90
4,7 a	4,0 ab	3,2 bc	2,7 c	3,0 bc	2,7 c
CV (%): 48,88 ; DMS: 1,061					

Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey.

Os teores de manganês no perfil do solo tenderam a diminuir com o aumento da profundidade, com exceção da profundidade de 45 a 60 cm que obteve o menor teor de manganês, fato que pode ser explicado pelo possível aumento do pH do solo, provocado pela adição desse resíduo (pH =

7,8) naquela profundidade, o mesmo foi observado por Silva et al. (2001) ao utilizar lodo de esgoto. Os teores médios de manganês observados estão dentro da faixa de interpretação de disponibilidade de micronutrientes da CFSEMG (1999) como baixo (3-5 mg dm⁻³) e muito baixo (até 2 mg dm⁻³).

CONCLUSÕES

Houve aumento dos teores de ferro com aplicação do gesso nos tratamentos com adubação mineral, cama de peru e adubo compostado. O gesso não elevou os teores de manganês no solo.

Houve incremento do manganês com o uso de cama de frango e esterco bovino na ausência do gesso agrícola.

Não houve mobilização ao longo do perfil do ferro e manganês com aplicação do gesso agrícola.

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the dynamics of the micronutrients iron and manganese in the soil, resulting from fertilization with organic manure and mineral fertilization on cane sugar. The experiment was conducted in Uberlândia-MG, in the experimental area of the Mining Company of Sugar and Alcohol of Minas Gerais Ltda. The experiment was arranged in a complete randomized blocks with factorial split-plot in space 5x2x6 (type of fertilizer, gypsum and depth). The variety of sugar cane was planted 867,515 RB medium cycle / late. The treatments, applied at the bottom of the furrow, were the sources of fertilizers poultry litter, bedding turkey, cattle manure, compost and mineral fertilizer, all combined with and without agricultural gypsum. There were soil samples for analysis of iron and manganese, taken along the lines of planting depths 0-15, 15-30, 30-45, 45-60, 60-75, 75-90 cm. The interaction manure without application of agricultural gypsum had the highest content of iron and manganese. There was an increase in the levels of iron in the agricultural gypsum treatments with mineral fertilizer, turkey litter and composted manure. The agricultural gypsum didn't increase the levels of manganese in the soil. There was an increase of manganese with the use of poultry litter and cattle manure in the absence of gypsum. There was no mobilization along the profile of the iron manganese applications of agricultural gypsum.

KEYWORDS: *Saccharum officinalis*. Micronutrients. Organic waste.

REFERÊNCIAS

- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa, 1999. 359 p.
- DEMATTÊ, J.A.M.; EIPHANIO, J.C.N.; FORMAGGIO, A.R. Influência da matéria orgânica e de formas de ferro na reflectância de solos tropicais. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 451-464, set/dez. 2003.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212 p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Serviço de Produção de Informação, 1999. 412 p.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação de aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro**. Rio de Janeiro: Embrapa/SNLCS, 1982, 526 p.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.
- FERREIRA, M. M.; DIAS JÚNIOR, M. de S. **Física do Solo**. 2001. 252 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Meio Ambiente), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
- GASCHO, G. J.; ANDERSON, D. L.; BOWEN, J. E. Sugarcane. In: BENNETT, W. F. (Ed.) **Nutrient deficiencies and toxicities in crop plants**. Saint Paul: APS Press, 1993. p. 37-42.
- MATTA, F. M. Da.; LOUREIRO, M. E. **Nutrição mineral de plantas**. Faculdade da Amazônia. 2008. Disponível em: (<http://www.scribd.com/doc/2434865/Nutricao-mineral-de-plantas>) Acesso em: 21 jul. 2010.

MELARATO, M.; PANOBIANCO, M.; VITTI, G. C.; VIEIRA, R. D. Manganês e potencial fisiológico de sementes de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 1069-1071, 2002.

NASCIMENTO, C. W. A.; BARROS, D. A. S.; MELO, E. E. C. OLIVEIRA, A. B. Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após aplicação de lodo de esgoto. **Revista brasileira de ciências do solo**, Viçosa, v. 28. p. 385-392, 2004.

SILVA, F. C.; BOARETTO, A. E.; BERTON, R. S. ZOTELLI, H. B.; PEXE, C. A.; BERNADES, E. M. Cana-de-açúcar cultivada em solo adubado com lodo de esgoto: nutrientes, metais pesados e produtividade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, p. 1 – 8, 1998.

SILVA, F. C.; BOARETTO, A. E.; BERTON, R. S.; ZOTELLI, H. B.; PEXE, C. A.; BERNADES, E. M. Efeito de lodo de esgoto na fertilidade de um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 5, p. 831 – 840, maio 2001.