



DETERMINAÇÃO DE Fe, Mn, Zn e Cu DISPONÍVEL EM AMOSTRAS DE TERRA PRETA NOVA DO MUNICÍPIO DE TAILÂNDIA (PA)

Paulo Alexandre Panarra Ferreira Gomes das Neves¹; Raimundo Junior da Rocha Batista²; Jorge Luiz Piccinin²; Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo²; Cristine Bastos do Amarante^{2*}

1. Graduando de Ciências Naturais, Bolsista PIBIC/CNPq. Universidade do Estado do Pará – UEPA, Tv. Djalma Dutra s/n – Telégrafo. CEP: 66050-420. Belém – PA Brasil.

2. Pesquisadores do Museu Paraense Emílio Goeldi. Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia. Av. Perimetral, 1901 - Terra Firme. CEP: 66077-830. Belém - PA. (e-mail: cbamarante@museu-goeldi.br)

Recebido em: 04/05/2012 – Aprovado em: 15/06/2012 – Publicado em: 30/06/2012

RESUMO

Os nutrientes Cu, Fe, Zn e Mn foram determinados a partir de amostras de solo do Experimento Terra Preta Nova (TPN) por Espectrometria de Absorção Atômica em Chama e comparados com dados de solos de Terra Preta de Arqueológica (TPA) disponíveis na literatura. O micronutriente mais abundante encontrado no experimento TPN foi o Fe, com uma concentração média de 27,63 mg kg⁻¹. Todas as parcelas apresentaram valores de Mn (média de 3,61 mg kg⁻¹), inferiores ao branco do experimento (5,39 mg kg⁻¹). Em relação ao elemento Zn, a maioria dos tratamentos mostrou uma concentração abaixo do branco (0,33 mg kg⁻¹). O elemento Cu foi o menos disponível no experimento TPN e apresentou uma concentração média de 0,03 mg kg⁻¹, em alguns tratamentos não foi sequer detectado. Dentre estes elementos, apenas o Fe foi o nutriente que apresentou teores (37,5; 34,7 e 34,5 mg kg⁻¹) próximos a alguns solos de TPA registrados na literatura (36,0 mg dm⁻³) nas parcelas que receberam aplicação de resíduo de pó de serra, resíduo de lâmina triturada e a combinação destes dois.

PALAVRAS-CHAVE: Terra Preta Nova; Micronutrientes; Absorção Atômica.

DETERMINATION OF FE, MN, ZN AND CU AVAILABLE IN SAMPLES OF BLACK EARTH NEW OF THE CITY OF TAILÂNDIA (PA).

ABSTRACT

The nutrients Cu, Fe, Zn and Mn were determined from soil samples from Experiment Terra Preta Nova (TPN) by Flame Atomic Absorption Spectrometry and compared with data from the Terra Preta Arqueológica (TPA), Archaeology Black Earth, available in the literature. The most abundant micronutrient found in the experiment was the Fe, with an average concentration of 27.63 mg kg⁻¹. All plots had values of Mn (mean 3.61 mg kg⁻¹), below the blank of the experiment (5.39 mg kg⁻¹). In relation to the element Zn, most treatments showed a concentration below the

blank (0.33 mg kg^{-1}). The element Cu was the least available in the experiment TPN and showed an average concentration of 0.03 mg kg^{-1} , in some treatments was not even detected. Among these elements, Fe was the only nutrient that showed levels (37.5 , 34.7 and 34.5 mg kg^{-1}) near some soils TPA reported in the literature (36.0 mg dm^{-3}) in the plots that received the waste sawdust, waste ground and blade combination of these two.

KEYWORDS: Black Earth New; Micronutrients; Atomic Absorption

INTRODUÇÃO

O Experimento Terra Preta Nova (TPN) é uma tentativa de replicação das características físicas, químicas e microbiológicas de solos conhecidos como Terra Preta Arqueológica (TPA), que por sua vez apresentam alta fertilidade e estabilidade. Solos TPA apresentam grande concentração de matéria orgânica e são assim chamados pela hipótese de que sua origem esteja na pré-história, a partir do depósito não intencional de material de origem vegetal e animal consumido pelo homem que habitava a Amazônia pretérita (KERN & KÄMPF, 1989; KERN, 1996) e por isso são também denominadas Terra Preta de Índio, ou ainda Terra Preta Antropogênica.

Sabe-se que a matéria orgânica em solos TPA é na ordem de seis vezes mais estável que nos solos de floresta (MONTEIRO et al., 2009) e, por isso, áreas com ocorrência de TPA são aproveitadas pelas populações locais para cultivos de subsistência, principalmente a mandioca. A desvantagem desta prática é que o estudo referente aos costumes do homem amazônico pré – histórico é prejudicado, uma vez que a camada de ocupação humana é constantemente removida (KERN, 1996; COSTA et al., 2009).

Solos TPA ocorrem frequentemente na Região Amazônica, especialmente na parte Brasileira normalmente localizam-se em terra firme, próximas às margens de rios, e também ocorrem em partes da Amazônia colombiana (SOMBROEK et al., 2009). De modo geral as TPA's apresentam altos teores de Ca, Mg, P, bem como Cu, Zn, Mn, e C, sendo que os níveis desses elementos são variáveis entre os sítios arqueológicos. As folhas de palmeiras utilizadas na cobertura de habitações que são renovadas periodicamente podem ser um fator importante de Mn, Zn, K, Ca e Mg para o solo (COSTA et al., 2009).

O Experimento TPN consiste na adição ao solo de material orgânico encontrado em grande escala no local onde foi implantado (Município de Tailândia, nordeste do Pará), como resíduos de serraria, abatedouros e carvão (MONTEIRO et al., 2009), conseqüentemente estes resíduos têm um emprego mais eficaz, ao invés de serem descartados no ambiente e, ao mesmo tempo, um solo mais fértil, semelhante ao solo Terra Preta Arqueológica, pode ser produzido. A atividade biológica do solo é aumentada com a aplicação de resíduos orgânicos (WARDLE, 1993) contribuindo para a melhoria das propriedades físico-químicas do solo, principalmente no que diz respeito aos teores de macro e micronutrientes disponíveis para o metabolismo das plantas (VALARINI et al., 2002). O experimento foi iniciado no ano de 2003, em uma área de 4 hectares cedida pela Empresa Tailâminas Plac, na área de servidão da linha Tucuruí/Albras, coordenadas $02^{\circ} 57' 021''\text{S}$ e $048^{\circ} 57' 21''\text{WGr}$.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar os teores dos micronutrientes Fe, Cu, Zn e Mn nas amostras de TPN, entre o 6° e 7° ano após a implantação do

experimento, e fazer comparações com dados disponíveis na literatura referentes a estes micronutrientes em solos TPA.

METODOLOGIA

Instrumentos e acessórios

A determinação dos micronutrientes (Cu, Fe, Zn e Mn) foi realizada em Espectrômetro de Absorção Atômica com Chama (FAAS), marca Instrumentos Científicos C.G., modelo AA 904, equipado com corretor de fundo com lâmpada de deutério. Os parâmetros instrumentais para a determinação de Fe, Mn, Zn e Cu por Espectrometria de Absorção Atômica de Chama são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Parâmetros instrumentais usados na determinação de Cu, Fe, Mn e Zn em amostras de solo TPN por espectrometria de absorção atômica de chama.

Parâmetros	Fe	Mn	Zn	Cu
Comprimento de onda (nm)	248,3	279,5	213,9	324,7
Corrente da lâmpada (mA)	5	5	5	4
Resolução espectral (nm)	0,2	0,2	1,0	0,5

Reagentes e soluções

A metodologia utilizada para a digestão das amostras foi proposta pelo Manual de Análise de Solos (SILVA, 2003), utilizando a solução extratora Mehlich (HCl 0,05N + H₂SO₄ 0,025N). As curvas analíticas foram construídas utilizando soluções de referência obtidas através da diluição sucessiva de soluções estoque 1000 mg L⁻¹ Titrisol (Merck, Darmstadt, Germany) nas seguintes faixas lineares: Fe (10 – 80 mg L⁻¹), Mn (1,5 – 3,5 mg L⁻¹), Zn (0,5 – 1,5 mg L⁻¹) e Cu (1 – 5 mg L⁻¹).

Área de estudo e amostragem

O Experimento TPN foi composto por 17 tratamentos com quatro repetições cada, totalizando 68 parcelas, medindo 3m x 3m, onde foram adicionados os resíduos e associações destes, conforme Quadro 1.

As amostras dos solos foram coletadas na profundidade de 0 a 20 cm e submetidas à secagem (ao ar livre até atingir peso constante) e peneiramento em malha de 2 mm. Para a determinação de Fe, Mn, Zn e Cu foi utilizada uma massa de 5,00 ± 0,5 g de solo. Os elementos foram extraídos das amostras por meio de 50 mL de Solução Extratora Mehlich (HCl 0,05N + H₂SO₄ 0,025N). Após a adição da solução extratora, as amostras foram agitadas por um período de 30 minutos, e ficaram em repouso durante 24 horas e em seguida foram filtradas. A leitura em espectrômetro foi realizada em triplicata.

Análise estatística

Para a distribuição das parcelas utilizou-se delineamento experimental em bloco inteiramente casualizado, apresentando combinações de resíduos de carvoeira, de serraria e de açougue. Os dados foram obtidos da média de três determinações para cada elemento analisado e calculados os respectivos desvios-padrão.

QUADRO 1. Parcelas do Experimento Terra Preta Nova (TPN)

Parcelas	Tratamentos	Parcelas	Tratamentos
1	C	10	RLT+RA
2	RPS	11	C+RPS+RLT
3	RLT	12	C+RLT+RA
4	RA	13	RPS+RLT+RA
5	C+RPS	14	C+RPS+RLT+RA
6	C+RLT	15	C+RPS+RLT+RA+S
7	C+RA	16	C+RPS+RA
8	RPS+RLT	17	Branco
9	RPS+RA		

C: carvão; RPS: resíduos de pó de serra; RLT: resíduos de lâmina triturada; RA: resíduos de ossos; S: sangue + gordura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As curvas analíticas apresentaram os seguintes valores de R^2 (Cu 0,999; Fe 0,998; Mn 0,997 e Zn 0,991), demonstrando boa linearidade dentro das faixas de concentrações avaliadas. Os resultados das análises de Fe, Mn, Zn e Cu estão expressos em mg kg^{-1} (Tabela 2). Em geral, o micronutriente mais abundante foi o elemento Fe, apresentando em média uma concentração de $27,63 \text{ mg kg}^{-1}$. Verificou-se que nos tratamentos RPS, RLT e RLT+RPS foram encontrados os valores mais altos ($37,5$; $34,7$ e $34,5 \text{ mg kg}^{-1}$, respectivamente), sugerindo que a adição de resíduos de pó de serra e resíduos de lâmina triturada favoreceram o aumento do elemento Fe quando comparado com o valor do branco ($22,4 \text{ mg kg}^{-1}$). Além disso, estes valores foram semelhantes aos encontrados no sítio de TPA C. Laranjal-AM com $36,00 \text{ mg dm}^{-3}$.

Ainda em comparação com solos de TPA na literatura, apesar do elemento Fe em TPN superar valores deste elemento em dois sítios de TPA no estado do Amazonas (Jiquitaia e Açutuba com $21,0$ e $18,5 \text{ mg dm}^{-3}$, respectivamente) (MOREIRA et al., 2009) e um sítio no Pará (Juruti: $15,08 \text{ mg kg}^{-1}$) (MESCOUTO et al., 2011), vale ressaltar que a parcela branco do experimento TPN já continha teor de Fe ($22,4 \text{ mg kg}^{-1}$) superior a estes dois sítios (ver Tabela 2). Em experimentos com fertilidade de Terra Preta de índio da Amazônia Central, FALCÃO & BORGES (2006), observaram que o Fe apresentou valor médio de $57,72 \text{ mg kg}^{-1}$ no tratamento com Terra Mulata não adubada. Entretanto, nos sítios Serra Baixa e Caburi no Amazonas e Cajutuba no Pará foram encontrados teores de Fe acima de 200 mg dm^{-3} (MOREIRA, et al., 2009) (Tabela 2).

O elemento Cu foi o elemento menos disponível no experimento TPN, com média de $0,03 \text{ mg kg}^{-1}$, praticamente o mesmo valor do branco do experimento ($0,02 \text{ mg kg}^{-1}$), levando à conclusão de que nenhum dos tratamentos favoreceu a disponibilidade deste elemento no solo. Embora não tenha se diferenciado tanto do valor encontrado em um solo TPA de Juruti-PA com $0,07 \text{ mg kg}^{-1}$ (MESCOUTO et al., 2011). Outros sítios apresentaram teor de Cu entre $2,34$ a $0,50 \text{ mg dm}^{-3}$ (MOREIRA, et al., 2009) (Tabela 2).

Em relação ao Zn, somente no tratamento RPS houve uma concentração ($0,37 \text{ mg kg}^{-1}$) pouco superior ao branco do experimento ($0,33 \text{ mg kg}^{-1}$), porém, valores praticamente iguais. Os demais tratamentos apresentaram valores inferiores ao branco do experimento. Quando comparado aos teores de Zn em solos TPA, a parcela RPS do experimento TPN se aproximou do valor encontrado no sítio de TPA Juruti ($0,48 \text{ mg kg}^{-1}$) (MESCOUTO et al., 2011). Entretanto, valor de quase 70 mg kg^{-1} de Zn foi encontrado no sítio Hatahara no estado do Amazonas (MOREIRA, et al., 2009).

Em relação ao elemento Mn no experimento TPN, a média foi de $3,61 \text{ mg kg}^{-1}$ e embora este valor seja superior a alguns encontrados em sítios TPA mostrados na Tabela 2 (Rio Urubu, C. Laranjal e Juruti: $2,70$; $0,31$ e $1,33 \text{ mg kg}^{-1}$) não se pode atribuir ao experimento uma vez que em todas as parcelas foram encontrados valores inferiores ao branco ($5,39 \text{ mg kg}^{-1}$).

CONCLUSÕES

De maneira geral, constatou-se que dentre os quatro elementos estudados, apenas o Fe apresentou o maior teor quando comparado ao branco e a adição de substratos no solo favoreceu um aumento de Fe em 14 das 16 parcelas do experimento. Nenhum dos substratos ou combinações destes favoreceu o aumento no teor de Mn, Zn e Cu no solo. Assim, concluiu-se que ao longo de seis anos, em termos de concentração de micronutrientes, apenas o elemento Fe no experimento TPN atingiu teores próximos aos encontrados em poucos sítios de TPA, mesmo assim, entre aqueles com baixa concentração deste elemento. Todavia, pode-se concluir que das 16 parcelas testadas neste trabalho, apenas três contendo resíduo de pós de serra (RPS), resíduo de lâmina triturada (RLT) e a combinação dos dois (RLT+RPS) foram os substratos responsáveis pelo aumento do teor de Fe no solo TPN em níveis praticamente iguais a de alguns exemplos de solo TPA.

AGRADECIMENTOS

À Dr^a. Dirse Clara Kern da Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia do Museu Paraense Emílio Goeldi (CCTE-MPEG), Coordenadora do Projeto Terra Preta Nova (TPN), por ter cedido amostras do Experimento TPN e ao CNPQ pelo auxílio financeiro e pelas bolsas concedidas de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

COSTA, J. A.; KERN, D. C.; COSTA, M. L.; RODRIGUES, T. E.; KÄMPF, N.; LEHMANN, J.; FRAZÃO, F. J. L.; **Geoquímica das Terras Pretas Amazônicas**. 38th ed., Manaus, 2009.

FALCÃO, N. P. de S. & BORGES, L. F.; Efeito da fertilidade de terra preta de índio da Amazônia Central no estado nutricional e na produtividade do mamão hawái (*Carica papaya* L.). **Acta Amazonica**, v. 36, n. 4, p. 401-406, 2006.

KERN, D. C.; KÄMPF, N. Efeitos de Antigos Assentamentos Indígenas na Formação de Solos com Terra Preta Arqueológica na região de Oriximiná-PA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 13, p. 219-225, 1989.

KERN, D. C. **Geoquímica e pedogeoquímica de sítios arqueológicos com Terra Preta na Floresta Nacional de Caxiuanã (Portel-Pará)**, 1996. 124 p. Tese (Doutorado em Geologia e Geoquímica) – Universidade Federal do Pará, Belém, Pará.

MESCOUTO, C. S. T.; LEMOS, V. P.; DANTAS FILHO, H. A.; COSTA, M. L.; KERN, D. C.; FERNANDES, K. G. Distribution and availability of copper, iron, manganese and zinc in the Archaeological Black Earth Profile from the Amazon Region. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 22, n.8, p. 1484-1492, 2011.

MONTEIRO, K. F. G.; KERN, D. C.; RUIVO, M. L. P.; RODRIGUES, T. E.; FARIAS, P. R. S.; COSTA, M. L.; FRAZÃO, F. J. L.; ROCHA, J. B.; SILVEIRA, I. M.; QUARESMA, H. D. A. B.; COMETTI, J. L. S. Uso de Resíduos Vegetais no Solo: Subsídios para a Formação de Terra Preta Nova em Tailândia (PA). In: Wencelau Gerales Teixeira; Dirse Clara Kern; Beata Madari; Hedinaldo Lima; William Woods. (Org.). **As Terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso deste**

Conhecimento na Criação de Novas Áreas. 1 ed. EDUA: EMBRAPA AMAZONA OCIDENTAL, v. 1, p. 314-327.2009.

MOREIRA, A.; TEIXEIRA, W. G.; MARTINS, G. C. Extratores e disponibilidade de micronutrientes em Terra Preta de Índio da Amazônia Central. **Ciencia del Suelo**, v. 27, n. 1, p. 127-134, 2009.

SILVA, S. B. **Análise de Solos.** Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2003, 152 p.

SOMBROEK, W.; KERN, D.; RODRIGUES, T.; CRAVO, M. S.; CUNHA T. J. F.; WOODS, W.; GLASER, B. Terra Preta e Terra Mulata: Suas Potencialidades Agrícolas, suas Sustentabilidades e suas Reproduções. In: Wencelau Geraldes Teixeira; Dirse Clara Kern; Beata Madari; Hedinaldo Lima; William Woods. (Org.). **As Terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso deste Conhecimento na Criação de Novas Áreas.** Manaus. 1 ed. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, v. 1, p. 251-257. 2009.

VALARINI, P. J.; DIAZ ALVAREZ, M. C.; GASCÓ, J. M.; GUERRERO, F.; TOKESHI, H. Integrated evaluation of soil quality after the incorporation of organic matter and microorganisms. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.33, p. 53-58, 2002.

WARDLE, D. A. Changes in the microbial biomass and metabolic quotient during leaf litter succession in some New Zealand Forest and scrubland ecosystem. **Functional Ecology**, v. 7, p. 346-355, 1993.