

## FRAÇÕES LÁBEIS E ESTÁVEIS DA MATÉRIA ORGÂNICA EM SOLO COM CAFEIEIRO SOB PARCELAMENTOS DE FÓSFORO E REGIMES HÍDRICOS <sup>1(\*)</sup>

Omar Cruz Rocha<sup>2</sup>; Larissa Gomes Araújo<sup>3</sup>; Cícero Célio de Figueiredo<sup>4</sup>; Inácio Barbosa Borges<sup>5</sup>; Maria Lucrecia Gerosa Ramos<sup>6</sup>; Antonio Fernando Guerra<sup>7</sup>

(\*) Parte do trabalho publicado na R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.18, n.10, p.1017–1022, 2014.

<sup>1</sup> Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – Consórcio Pesquisa Café. Parte do trabalho publicado na Revista Agriambi, 18:1017-1022, 2014.

<sup>2</sup> Pesquisador, DSc, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, omar.rocha@embrapa.br

<sup>3</sup> Doutoranda, FAV/UnB, Brasília, DF, lga.agro@gmail.com

<sup>4</sup> Professor, DSc, FAV/UnB, Brasília, DF, cicerocef@unb.br

<sup>5</sup> Professor, MSc, IFNMG, Arinos, MG, inacioifnmg@hotmail.com

<sup>6</sup> Professora, PhD, FAV/UnB, Brasília, DF, lucrecia@unb.br

<sup>7</sup> Pesquisador, PhD, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, antonio.guerra@embrapa.br

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar frações lábeis e estáveis da matéria orgânica de Latossolo cultivado com cafeeiro sob parcelamentos de fósforo (P) e regimes hídricos. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em arranjo fatorial 3 x 2, com três parcelamentos de P (P1: 300 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, sendo 2/3 aplicados em setembro e 1/3 em dezembro; P2: 600 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, aplicada no plantio e a cada dois anos; e P3: 1.800 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicada somente no plantio, necessária para seis anos); dois regimes hídricos (com e sem irrigação) e três repetições. A amostragem de solo foi feita nas camadas de 0-5 e 5-10 cm. Foram determinados o carbono orgânico total (COT), carbono lábil (CL), carbono microbiano (Cmic), e o carbono das frações ácido fúlvico (AF), ácido húmico (AH) e humina (HU). O regime hídrico irrigado do cafeeiro aumentou os teores do COT, CL, Cmic e das frações humificadas da matéria orgânica do solo. De maneira geral, a forma de parcelamento do P exerceu pouca influência sobre as frações da matéria orgânica do solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** carbono lábil, adubação fosfatada, substâncias húmicas.

### LABILE AND STABLE FRACTIONS OF SOIL ORGANIC MATTER UNDER COFFEE WITH SPLIT APPLICATIONS OF PHOSPHORUS AND WATER REGIMES

**ABSTRACT:** The purpose of this study was to evaluate organic matter fractions of a clayey Oxisol under coffee with split applications of phosphorus (P) and water regimes. The experimental design was a randomized block with 3 x 2 factorial arrangement with three split applications of P (P1: 300 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> applied annually of which 2/3 applied in September and 1/3 in December; P2: 600 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> applied at planting and every two years, and P3: 1800 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> applied only at planting, corresponding to a 6-year requirement), two water regimes (with and without irrigation) and three replications. Soil from the 0-5 and 5-10 cm layers was sampled. The total organic carbon (TOC), labile carbon (LC), microbial carbon (Cmic), and carbon fractions of fulvic acid (FA), humic acid (HA) and humin (HU) were determined. The irrigation regime of coffee increased the TOC, LC and Cmic levels and the humified fractions of soil organic matter. In general, the form of P splitting had little influence on the fractions of soil organic matter.

**KEYWORDS:** labile carbon, phosphate fertilizer, humic substances.

### INTRODUÇÃO

O manejo da água para o cafeeiro é essencial para se obter elevada produtividade (Pedroso et al., 2009), além de viabilizar a sincronização do desenvolvimento dos botões florais a partir do estresse hídrico controlado, principalmente para as condições do bioma Cerrado (Guerra et al., 2007). Os latossolos que predominam no Cerrado, sob condições naturais, esses solos são extremamente pobres em fósforo disponível, tornando imprescindível a adubação fosfatada (Valladares et al., 2003). A matéria orgânica é um componente-chave para a melhoria de diversas propriedades de solos intemperizados, responsável pela maior parte da capacidade de troca de cátions desses solos. O manejo de fertilizantes e da irrigação exerce influência no acúmulo de matéria orgânica do solo, tanto em frações de maior labilidade quanto naquelas mais estáveis, como as substâncias húmicas (Carmo et al., 2012). Para o cultivo de culturas perenes, como o cafeeiro, o manejo do solo, da água e da adubação mineral são fatores determinantes para o aporte de resíduos orgânicos e sua humificação (Partelli et al., 2009; Costa et al., 2013). Há poucos trabalhos com a cultura do café que avaliam a influência do manejo da água e da adubação fosfatada nas frações da matéria orgânica do solo e diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência do manejo de água e adubação fosfatada nas frações da matéria orgânica do solo cultivado com cafeeiro no Cerrado.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no campo experimental da Embrapa Cerrados, em Planaltina, DF (latitude 15°35'30" S e longitude 47°42'30" W, com altitude de 1007 m). O clima segundo a classificação de Köppen é CWh1, com precipitação pluvial média anual de 1.460 mm e temperatura média anual de 21,3 °C. O solo é classificado como um Latossolo Vermelho distroférrico textura argilosa, com horizonte A moderado e 0,20 m de espessura. Antes da implantação do experimento, a área era ocupada por braquiária (*Brachiaria decumbens*) sem pastejo. Em dezembro de 2007, o experimento foi implantado com o plantio da cultura do café (*Coffea arabica* L., cultivar IAC144), com espaçamento de 3,50 m entre linhas e 0,70 m entre plantas. Na adubação de implantação foram adicionados 120 g de superfosfato triplo (SFT), 50 g de termofosfato magnesiano (Yoorin®) e 24,5 g de *fritted trace elements* (FTE) por cova. A calagem foi de 2 Mg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico, para elevar a saturação por bases para 50%, sendo metade aplicada antes da aração e o restante antes da gradagem. No ano posterior ao plantio, os cafeeiros receberam 61,25 g de N por cova, na forma de uréia, correspondendo a 136 g do fertilizante. De modo semelhante foram aplicados 61,25 g de K<sub>2</sub>O, na forma de cloreto de potássio (KCl), correspondendo a 102 g do fertilizante por cova. Em ambos os casos, as doses foram parceladas em quatro vezes no período de setembro a fevereiro. Nos outros anos, seguindo a mesma forma de parcelamento, foram aplicadas doses anuais de 272 g de uréia e no máximo 204 g de KCl por cova, sendo que a dose de KCl variou em função da reserva de K do solo, obtida a partir da análise química. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições, em arranjo fatorial 3 x 2, com três parcelamentos de P e dois regimes hídricos. Os parcelamentos de P foram: P1; P2 e P3, e os regimes hídricos foram: S: Sequeiro e I: Irrigado durante todo o ano. O ensaio foi idealizado visando o acompanhamento experimental por um período de seis anos, de forma que, ao final, todos os tratamentos tivessem recebido a mesma quantidade de fósforo. A adubação fosfatada foi realizada seguindo as definições de cada tratamento, tendo início no segundo ano após o plantio. Os tratamentos foram definidos partindo-se de um módulo básico anual de 300 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, correspondente ao tratamento P1, onde se aplicou anualmente 117 g de SFT por cova, sendo 78 g (2/3), no mês de setembro, e 39 g (1/3), no mês de dezembro. No tratamento P2, 600 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, aplicou-se dois módulos de adubação de uma só vez, equivalendo a 233 g de SFT por cova no mês de setembro, com repetição a cada dois anos. No tratamento P3, 1.800 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, aplicou-se de uma só vez a adubação completa para seis anos de avaliação, correspondendo a 700 g de SFT por cova. Dessa forma, no momento da amostragem de solo, os tratamentos P1 e P2 haviam recebido 66,6% da adubação fosfatada prevista para os seis anos e o tratamento P3 100% do previsto. No regime sob irrigação, esta foi realizada por aspersão mecanizada do tipo pivô central, com base no monitoramento do conteúdo de água no solo (sondas ML1 da Delta-T Devices). A irrigação foi realizada quando a umidade do solo a 0,10 m de profundidade correspondia ao consumo de 50% da água disponível do solo. As amostras de solo foram coletadas em abril de 2013, na projeção da copa do cafeeiro em seu período de frutificação, nas camadas de 0-5 e 5-10 cm, resultando em uma amostra composta de 5 subamostras por parcela, em cada camada de solo, para cada regime hídrico e parcelamento de P. Para as análises químicas, o solo foi seco ao ar e passado em peneira com malha de 2 mm. O carbono orgânico total do solo (COT) foi determinado por oxidação via úmida com dicromato de potássio, na presença de ácido sulfúrico, sem fonte externa de calor (Nelson & Sommers, 1982). O carbono da biomassa microbiana (CBM) foi determinado pelo método de extração-irradiação, segundo Islam & Weil (1998), com a utilização do fator KEC igual a 0,33. O carbono de frações húmicas da matéria orgânica (ácido fúlvico, ácido húmico e humina) foi determinado segundo a metodologia descrita por Medonça & Matos (2005). Colocou-se 1 g de TFSA em tubo de centrífuga de 50 mL com tampa e adicionaram-se 20 mL de NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> (relação 1:20), como extrator. A fração ácido fúlvico foi obtida da porção solúvel no extrato alcalino, a fração ácido húmico do precipitado em meio ácido e a fração humina no precipitado após centrifugação no extrator alcalino. Após a extração, o carbono das frações húmicas foi quantificado por meio da oxidação do C com dicromato de potássio (Nelson & Sommers, 1982). O teor de C lábil nas amostras foi determinado a partir da oxidação das amostras com permanganato de potássio 0,033 mol L<sup>-1</sup> e a leitura dos extratos foi feita em espectrofotômetro a 565 nm (Mendonça & Matos, 2005). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05), utilizando-se o programa estatístico ASSISTAT (Silva & Azevedo, 2002). Foi feita, ainda, a análise de correlação linear de Pearson, agrupando-se os dados individuais dos parcelamentos de P, profundidades e regimes hídricos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todas as frações da matéria orgânica do solo (MOS) o efeito do regime hídrico foi determinante, independente da forma de parcelamento de P avaliado. O sistema irrigado promoveu os maiores teores das frações lábeis e humificadas da matéria orgânica nas duas camadas de solo estudadas (Tabela 1). O aumento da biomassa vegetal produzida pela cultura do café é favorecido pelo manejo de irrigação (Perdoná et al., 2012; Evangelista et al., 2013), com consequente incremento de MOS favorecendo o acúmulo em suas diversas frações (Loss et al., 2013). Na camada de 0-5 cm observou-se o efeito da irrigação tanto para o Cmic quanto para frações humificadas da MOS (AF, AH e HU). O aumento da biomassa microbiana é determinado pela disponibilidade hídrica e de nutrientes no solo, principalmente pela presença de substrato orgânico (Diógenes et al., 2013) e possui importante função na mineralização e humificação da matéria orgânica (Figueiredo et al., 2012). Matei et al. (2012) verificaram que a disponibilidade de água no solo favorece o aumento e a diversidade da população microbiana e também a quantidade e a qualidade dos ácidos fúlvicos (AF) em horizontes superficiais do solo. Para os regimes sequeiro e irrigado, a fração AH representou 16,53 e 20,92%,

a fração HU 23,81 e 23,37% e o CL 8,37 e 7,91% do COT, respectivamente, na camada de 5-10 cm. A irrigação proporcionou o aumento da porcentagem da fração AH e diminuição da porcentagem da HU em relação ao COT. Campos et al. (2013) observaram maiores índices de humificação da matéria orgânica adicionada ao solo para o sistema de cultivo convencional de preparo do solo no período seco, quando comparado ao chuvoso, entretanto para o sistema de plantio direto, os menores índices de humificação foram obtidos no período seco. Os resultados obtidos pelos autores mostram que o manejo do solo e o regime hídrico são fatores importantes no processo de humificação da matéria orgânica no solo.

Tabela 1. Carbono orgânico total (COT), carbono microbiano (Cmic), carbono lábil (CL) e carbono nas frações ácido fúlvico (AF), ácido húmico (AH) e humina (HU) sob parcelamentos de fósforo e regimes hídricos, em duas profundidades de amostragem em solo cultivado com cafeeiro

	Sequeiro		Irrigado	
	(g kg <sup>-1</sup> )	% COT	(g kg <sup>-1</sup> )	% COT
0 – 5 cm				
COT	21,83 b	-	32,79 a	-
Cmic	0,18 b	0,82	0,28 a	0,87
AF	2,37 b	10,87	3,62 a	11,05
AH	3,89 b	17,86	6,84 a	20,81
HU	6,02 b	27,59	8,07 a	24,61
5 – 10cm				
COT	21,11 b	-	30,69 a	-
CL	1,76 b	8,37	2,43 a	7,91
AH	3,49 b	16,53	6,42 a	20,92
HU	5,02 b	23,81	7,17 a	23,37

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Na camada de 0-5 cm, a irrigação promoveu maior teor de carbono lábil (CL) no parcelamento P3 (Tabela 2), em relação ao P1. Nessa camada, a irrigação promoveu aumentos de 1,69, 1,32 e 1,2 vezes nos teores de CL nos parcelamentos P3, P2 e P1, respectivamente. O aumento dos níveis de fósforo no solo estimula o crescimento radicular da cultura do café (Matsumoto et al., 2008; Martis et al., 2013). Desta forma o incremento do sistema radicular favorece uma maior taxa de agregação do solo e, conseqüentemente, proteção da matéria orgânica e contribui para o aumento do CL no solo (Müller et al., 2012). A irrigação promoveu maiores teores de CL em todos os parcelamentos de fósforo quando comparado ao sequeiro, o mesmo foi verificado para a fração AF na camada de 5-10. Sistemas agrícolas sob irrigação e que favorecem adições frequentes de material orgânico ao solo, tendem a apresentar maior proporção de carbono na fração lábil, em detrimento das frações mais resistentes à oxidação (Rangel et al., 2008). Os teores de Cmic na camada de 5-10 cm foram superiores sob irrigação em relação ao sequeiro, independente do parcelamento de P. Ainda nessa camada, não ocorreu diferença no Cmic entre os parcelamentos de P no regime irrigado, já para o sequeiro o teor de Cmic foi maior sob a dose de 300 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, aplicados anualmente (P1). Ocorre elevada capacidade de adsorção dos íons fosfatos aos coloides de solos eletropositivos e sob processo de latolização (Valladares et al., 2003), tornando-se tal nutriente indisponível para as culturas e microrganismos do solo (Gatiboni et al., 2008). Dessa forma o fornecimento de elevada concentração de P para a cultura do café, em uma única aplicação, pode afetar os teores de Cmic, decorrente da indisponibilidade desse nutriente à microbiota do solo nos anos subseqüentes à adubação.

Tabela 2. Interação entre regime hídrico e adubação fosfatada para os atributos carbono lábil (CL), carbono microbiano (Cmic) e carbono na fração ácido fúlvico (AF) em duas profundidades de amostragem em solo cultivado com a cultura do café

	P3		P2		P1	
	(g kg <sup>-1</sup> )		(g kg <sup>-1</sup> )		(g kg <sup>-1</sup> )	
CL 0 – 5 cm						
Sequeiro	1,77	bA	2,23	bA	2,09	bA
Irrigado	3,00	aA	2,94	aAB	2,49	aB
Cmic 5 – 10 cm						
Sequeiro	0,15	bAB	0,13	bB	0,19	bA
Irrigado	0,25	aA	0,27	aA	0,25	aA
AF 5 – 10c m						
Sequeiro	2,19	bAB	2,38	bA	1,84	bB
Irrigado	2,94	aA	3,09	aA	3,36	aA

P1: 300 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kg ha<sup>-1</sup>, aplicados anualmente, sendo 2/3 da dose aplicados em setembro e 1/3 em dezembro. P2: 600 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, reaplicados a cada dois anos. P3: 1.800 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, aplicados apenas no plantio da cultura. Médias seguidas de letras minúsculas na coluna e letras maiúsculas na linha, para cada atributo, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

## CONCLUSÕES

1. A irrigação do cafeeiro produzido no Cerrado promoveu aumento dos teores do carbono orgânico total, carbono microbiano, carbono lábil e das frações humificadas da matéria orgânica do solo.
2. De maneira geral, a forma de parcelamento do P exerceu pouca influência sobre as frações da matéria orgânica do solo. Apenas o parcelamento P3, sob irrigação, aumentou os teores de carbono lábil.
3. Independente da camada de solo, do regime hídrico e do parcelamento de fósforo, o Cmic apresentou forte interação com os teores de carbono orgânico total, carbono lábil e nas frações ácido húmico e ácido fúlvico da matéria orgânica do solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS, L. P.; LEITE, L. F. C.; MACIEL, G. A.; BRASIL, E. L.; IWATA, B. F. Estoques e frações de carbono orgânico em Latossolo Amarelo submetido a diferentes sistemas de manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.48, p.304-312, 2013.
- CARMO, F. F.; FIGUEIREDO, C. C.; RAMOS, M. L. G.; VIVALDI, L. J.; ARAÚJO, L. G. Frações granulométricas da matéria orgânica em Latossolo sob plantio direto com gramíneas. *Bioscience Journal*, v.28, p.420-431, 2012.
- COSTA, A. R.; SATO, J. H.; RAMOS, M. L. G.; FIGUEIREDO, C. C. SOUZA, J. P. ROCHA, O. C.; GUERRA, A. F. Microbiological properties and oxidizable organic carbon fractions of an Oxisol under coffee with split phosphorus applications and irrigation regimes. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.37, p.55-65, 2013.
- DIÓGENES, L. C.; NÓBREGA, J. C. A.; NÓBREGA, R. S. A.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; PRAGANA, R. B.; MATIAS, S. S. R. Microbial attributes and carbon and nitrogen stocks in Latosol under irrigated monocropping and intercropping. *Revista de Ciências Agrárias*, v.56, p.106-111, 2013.
- EBELING, A. G.; ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; VALLADARES, G. S. PÉREZ, D. V. Substâncias húmicas e suas relações com o grau de subsidência em Organossolos de diferentes ambientes de formação no Brasil. *Revista Ciência Agronômica*, v.44, p.225-233, 2013.
- EVANGELISTA, A. W. P.; ALVES JÚNIOR, J.; MELO, P. C. Resposta do cafeeiro à aplicação de níveis de irrigação e adubação com Alfertil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, p.392-396, 2013.
- FIGUEIREDO, C. C.; RAMOS M. L. G.; MCMANUS, C. M.; MENEZES, A. M. Mineralização de esterco de ovinos e sua influência na produção de alface. *Horticultura Brasileira*, v.30, p.175-179, 2012.
- GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D. S.; BRUNETTO, G. Fósforo da biomassa microbiana e atividade de fosfatases ácidas durante a diminuição do fósforo disponível no solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, p.1085-1091, 2008.
- GUERRA, A. F.; ROCHA, O. C.; RODRIGUES, G. C.; SANZONOWICS, C.; RIBEIRO FILHO, G. C.; TOLEDO, P. M. R.; RIBEIRO, L. F. Sistema de produção de café irrigado: Um novo enfoque. *Irrigação & Tecnologia Moderna*, v.73, p.52-61, 2007.
- ISLAM, K. R.; WEIL, R. R. Microwave irradiation of soil for routine measurement of microbial biomass carbon. *Biology and Fertility of Soils*, v.27, p.408-416, 1998.
- LOSS, A.; COUTINHO, F. S.; PEREIRA, M. G.; SILVA, R. A. C.; TORRES, J. L. R.; RAVELLI NETO, A. Fertilidade e carbono total e oxidável de Latossolo de Cerrado sob pastagem irrigada e de sequeiro. *Ciência Rural*, v.43, p.426-432, 2013.
- MATSUMOTO, S. N.; CARVALHO, F. M.; VIANA, E. S. V.; MALTA, M. R.; CASTRO, L. G. Initial growth of coffee plants (*coffea arabica* L.) submitted to different phosphate doses in nutritive solution. *Coffee Science*, v.3, p.58-67, 2008.
- MATEI, G.; MATEI, S.; MOCANU, V.; SECELEANU, I.; COTEȚ, V.; DUMITRU, S. Study on microbial communities and soil organic matter in irrigated and non-irrigated vertisol from Boianu. *Soil Forming Factors and Processes from the Temperate Zone*, v.11, p.1-8, 2012.
- MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. S. Matéria orgânica do solo: Métodos de análises. Viçosa: UFV, 2005. 107p.
- MÜLLER, C. B.; WEBER, O. L. S.; SCARAMUZZA, J. F. Oxidizable fraction of organic carbon in an Argisol under different land use systems. *Cerne*, v.18, p.215-222, 2012.
- NELSON, D. W.; SOMMERS, L. E. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Page, A. L.; MILLER, R. H.; KEENEY, D. R. (ed.). *Methods of soil analysis chemical and microbiological properties. Part 2.* 2.ed. Madison: American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, 1982. p.539-577.
- PARTELLI, F. L.; BUSATO, J. G. VIEIRA, H. D.; VIANA, A. P.; CANELLAS, L. P. Qualidade da matéria orgânica e distribuição do fósforo no solo de lavouras orgânicas de café Conilon. *Ciência Rural*, v.39, p.2065-2072, 2009.
- PEDROSO, T. Q.; SCALCO, M. S.; CARVALHO, M. L. M.; RESENDE, C. A.; OTONI, R. R. Qualidade de sementes de cafeeiro produzidas em diferentes densidades de plantio e regimes hídricos. *Coffee Science*, v.4, p.155-164, 2009.
- PERDONÁ, M. J.; SORATTO, R. P.; MARTINS, A. N.; SUGUINO, E.; MANCUSO, M. A. C. Irrigação e certificação da cafeicultura na Região Centro-Oeste de São Paulo. *Bragantia*, v.71, p.377-384, 2012.

RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. B.; GUIMARÃES, P. T.; GUILHERME, L. R. G. Frações oxidáveis do carbono orgânico de Latossolo cultivado com cafeeiro em diferentes espaçamentos de plantio. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, p.429-437, 2008.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v.4, p.71-78, 2002.

VALLADARES, G. S.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C. Adsorção de fósforo em solos de argila de atividade baixa, *Bragantia*, v.62, p.111-118, 2003.