

# RESPOSTAS DO CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.) IAPAR-59 À APLICAÇÃO SUPERFICIAL DE RESÍDUOS ORGÂNICOS EM UM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO TÍPICO

Jonez Fidalski<sup>1</sup>, Júlio César Dias Chaves<sup>2</sup>

(Recebido: 11 de maio de 2009; aceito: 11 de setembro de 2009)

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar a fertilidade do solo, a nutrição e a produção do cafeeiro Iapar-59 submetido a quatro aplicações superficiais (2002 - 2004) de 20 t ha<sup>-1</sup> dos seguintes resíduos orgânicos: matéria seca de mucuna cinza, leucena, guandu, amendoim forrageiro, braquiária, sorgo forrageiro, bagaço de cana-de-açúcar, torta de filtro de cana-de-açúcar, bagaço de laranja, lodo de esgoto bruto, lodo de esgoto bruto com cal virgem, palha de café, esterco de curral (bovino), cama de frango, esterco de galinha, bagaço de cana-de-açúcar com esterco de galinha e esterco de suínos; 200 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de chorume de suínos; 95 kg ha<sup>-1</sup> de N, tendo o sulfato de amônio como fonte. O experimento de campo foi implantado em junho de 2002 em um Latossolo Vermelho distrófico típico, em Paranavaí, noroeste do Paraná. No período de 2003 a 2005, foram feitas amostragens de solo a 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm, amostragens de folhas do cafeeiro, avaliando-se também o desenvolvimento das plantas e a produção. A mucuna cinza aumentou os teores de N nas folhas do cafeeiro; a leucena, os teores de K no solo de 5-40 cm, e a torta de filtro de cana-de-açúcar, os teores de Ca no solo de 10-40 cm. Essas alterações contribuíram para um maior desenvolvimento do cafeeiro e para a sua produção.

Palavras-chave: Adubação orgânica, resíduos agroindustriais, carbono orgânico, fertilidade do solo, nutrição de plantas, manejo do solo.

## RESPONSE OF IAPAR-59 COFFEE (*Coffea arabica* L.) TO SURFACE APPLIED ORGANIC RESIDUES IN A TYPIC HAPLORTHOX

**ABSTRACT:** The objective of this work was to assess the soil fertility, nutritional status, vegetative growth and yield of coffee cv. Iapar-59, subjected to four exogenous applications (2002-2004): 20 t ha<sup>-1</sup> dry matter (grey mucuna, leucaena, pigeon pea, perennial peanut, brizantha grass, forage sorghum, sugarcane bagasse, filter cake-sugarcane, citrus bagasse, sewage sludge, sewage sludge and lime, coffee straw, manure (bovine), chicken litter, chicken manure, sugarcane bagasse and chicken manure, swine manure; 200 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> liquid swine manure; N (95 kg ha<sup>-1</sup> ammonium sulphate). A field experiment was set up in 2002, in a Typic Haplorthox, in Paranavaí, northwestern region of Paraná state, Brazil. From 2003 to 2005 soil (0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm) and leaf samples were collected and coffee tree growth and yield were assessed. Grey mucuna increased leaf N, leucaena increased soil K (5-40 cm) and filter cake-sugarcane increased soil Ca (10-40 cm). These alterations were closely related to higher coffee growth rates and yield.

Key words: Organic manure, agroindustrial residues, organic carbon, soil fertility, plant nutrition, soil management.

### 1 INTRODUÇÃO

A ocupação dos solos desenvolvidos a partir do arenito da Formação Caiuá, no noroeste do Paraná, iniciou-se na década de 1960 com o desmatamento e implantação de lavouras cafeeiras, expandindo-se a área de plantio até a década de 1980 (KRONEN, 1990). O declínio da cafeicultura nessa região está associado à redução da fertilidade do solo, que tem apresentado baixos teores de matéria orgânica, exigindo uma reposição contínua de material orgânico para a manutenção da fertilidade e cobertura do solo como medida preventiva da erosão hídrica (CARDOSO et al., 1992; FIDALSKI, 1997a,b). A manutenção dos teores de matéria orgânica é

imprescindível para melhorar as propriedades físicas e a retenção de água desses solos (CARDOSO et al., 1992; MACHADO et al., 2008).

Os baixos teores de matéria orgânica desses solos, ocupados com lavouras cafeeiras (FIDALSKI, 1997a), estimularam estudos nas entrelinhas do cafeeiro com adubação verde e cobertura morta, associadas à adubação mineral nas linhas da cultura (PAVAN & ANDROCIOLO FILHO, 1995), com benefícios à fertilidade de um Latossolo Vermelho distrófico (SANTOS et al., 2006) e à produtividade do cafeeiro. Nessa classe de solo, verificou-se aumento na produtividade de milho com a adubação verde (MARUN, 1995), e de braquiaria brizanta (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf.)

<sup>1</sup> Pesquisador do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR – Cx. P. 564 – 87701-970 – Paranavaí, PR – fidalski@iapar.br

<sup>2</sup> Pesquisador do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR e Bolsista do CBP&D-Café – Cx. P. 481 – 86001-970 – Londrina, PR – jchaves@iapar.br

com a aplicação de cama de frango sobre essa gramínea (LIMA et al., 2007).

O sistema de plantio adensado dos cafeeiros utilizado a partir da década de 1990, no Paraná, tem melhorado a fertilidade de solos argilosos (PAVAN et al., 1996).

A aplicação de esterco em cafezais, tanto na forma incorporada quanto na superfície, proporcionou respostas diferentes quanto às classes de solo (CERVELLINI et al., 1995); a aplicação de adubos verdes nas entrelinhas do cafeeiro com guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) e crotalária júncea (*Crotalaria juncea* L.) reduziu a produção de café (PAULO et al., 2001). A adubação química, orgânica ou verde em cafeeiros tem apresentado diferentes efeitos na fertilidade do solo, no estado nutricional das plantas e na produção de café (BERGO et al., 2006; CERVELLINI et al., 1995; MORAES et al., 1985; PAULO et al., 2001). O lodo de esgoto em cafeeiro não influenciou a qualidade da bebida (MARTINS et al., 2005). O bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), distribuído na superfície do solo, alterou as características químicas do solo na cultura de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) no noroeste do Paraná (TRINTINALIO et al., 2005).

Nos solos desenvolvidos a partir da Formação Caiuá, com textura arenosa na camada superficial, tem-se recomendado para as culturas perenes a manutenção da cobertura do solo nas entrelinhas das culturas (FIDALSKI et al., 2006). Nesse contexto, após o plantio do cafeeiro, juntamente com a adubação superficial de cobertura, Chaves (2002) sugere aplicar adubação orgânica sem incorporá-la.

Objetivou-se com este trabalho avaliar a fertilidade do solo, a nutrição e a produção do cafeeiro Iapar-59, após quatro aplicações superficiais de 18 tratamentos orgânicos de origem vegetal, animal, agroindustrial e de lodo de esgoto bruto, em um Latossolo Vermelho distrófico, textura arenosa/média.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento com cafeeiro Iapar-59 foi implantado em junho de 2002 no Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), em Paranaíba, no noroeste do Paraná (23°5'S, 52°26'W, 470 m). O clima na região é subtropical (Cfa) e não apresenta estação seca

definida (IAPAR, 2000) e o solo é um Latossolo Vermelho distrófico típico, textura arenosa (horizonte A com 120 g kg<sup>-1</sup> de argila na profundidade de 0-18 cm)/média (horizonte Bw com 190 g kg<sup>-1</sup> de argila na profundidade de 19-200 cm) (SANTOS et al., 2006), em relevo suave ondulado, desenvolvido a partir do arenito da Formação Caiuá.

As características químicas do solo na profundidade de 0-20 cm, por ocasião da instalação do experimento, apresentavam os seguintes valores: C orgânico (4,2 g dm<sup>-3</sup>), pH em CaCl<sub>2</sub> (5,8); Al<sup>3+</sup> (0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); H+Al (2,03 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); P (19,0 mg dm<sup>-3</sup>); Ca<sup>2+</sup> (0,16 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); Mg<sup>2+</sup> (0,96 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); K (0,15 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) e saturação por bases (57,2%).

Na área experimental, anteriormente, cultivava-se mangueira e utilizava-se calcário dolomítico. Essas frutíferas foram erradicadas e preparou-se o solo de forma convencional com aração e gradagem, para o cultivo de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), seguindo-se a implantação do experimento com cafeeiro, quando foi feita uma aração com arado de discos, seguido de grade niveladora.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas experimentais consistiram de uma linha com 12 cafeeiros espaçados de 3,00x0,70 m.

Foram avaliados os seguintes tratamentos: 20 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca de mucuna cinza (*Stizolobium cinereum* Piper e Tracy), leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit), guandu (*C. cajan*), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov. & W.C. Gregory), braquiária (*B. brizantha*), sorgo forrageiro (*S. bicolor*), bagaço de cana-de-açúcar (BC) (*S. officinarum*), torta de filtro de cana-de-açúcar, bagaço de laranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), lodo de esgoto bruto (LB), LB com cal virgem (70:30) misturado no momento da distribuição desses insumos, palha de café (*Coffea arabica* L.), esterco de curral (bovino), cama de frango, esterco de galinha (EG), BC com EG (50:50), esterco de suínos (200 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de chorume de suínos à base de 1% de matéria seca), e N (95 kg ha<sup>-1</sup> à base de sulfato de amônio, sendo aplicados 100 g por planta, parcelados em três vezes, no período das chuvas entre outubro e março) e um tratamento testemunha (sem insumo). Os tratamentos foram distribuídos sobre a superfície

do solo, em faixas de 50 cm de largura, de cada lado das plantas, a 25 cm de cada lado do tronco, sendo aplicados quatro vezes, em junho de 2002, fevereiro de 2003, outubro de 2003 e setembro de 2004.

O controle da vegetação nas linhas de plantio foi realizado com enxada, de modo a não permitir a incorporação dos tratamentos no solo; nas entrelinhas, a vegetação espontânea foi mantida por meio de roçadas mecânicas feitas de acordo com a necessidade de controle da vegetação. Durante o período experimental, não foram realizados tratamentos fitossanitários, adubações foliares, calagens e adubações minerais nos cafeeiros.

Em julho de 2003, após duas aplicações dos tratamentos, coletaram-se amostras de tecido foliar correspondentes ao 3º par de folhas, a partir da extremidade dos ramos e de solo, nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm. As amostras de tecido foliar e de solo foram coletadas nas quatro plantas centrais de cada uma das parcelas experimentais. Em outubro de 2004, mediram-se a altura de plantas, a largura transversal da copa e o número de ramos do cafeeiro e, em abril de 2005, foi avaliada a produção em 10 plantas de cada parcela experimental.

As determinações dos nutrientes dos tratamentos e das folhas do cafeeiro foram realizadas por meio da digestão sulfúrica (N e P) e com o uso de solução HCl 1 mol L<sup>-1</sup> (Ca, Mg e K). Para o solo foram analisados: P e K (Mehlich-1), C orgânico (Walkley & Black), pH-CaCl<sub>2</sub> (0,01 mol L<sup>-1</sup>), Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Al<sup>3+</sup> (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>), H+Al (solução tampão SMP). A produção de café das parcelas experimentais foi seca e beneficiada.

O desenvolvimento do cafeeiro foi avaliado medindo-se com régua a altura das plantas e o diâmetro longitudinal e transversal da copa em relação ao sentido das linhas das plantas. O volume da copa foi calculado pela equação  $V = \frac{2}{3} \pi r^2 h$  (MENDEL, 1956), em que V é o volume da copa (m<sup>3</sup>); r é o raio da copa (m<sup>2</sup>); e h é a altura da planta (m).

Os valores dos teores dos nutrientes foliares e do solo foram previamente submetidos à homocedasticidade das variâncias pelo teste de Levene (VIEIRA, 1999). Os dados de produção, os

de P nas profundidades de solo de 0-5 e 5-10 cm e os de Ca<sup>2+</sup> na profundidade de 0-5 cm, foram transformados para logaritmo natural, acrescido de 10 unidades aos dados originais, os quais atenderam o pressuposto de homocedasticidade das variâncias pelo teste de Levene. Essas variáveis e as demais variáveis originais foram submetidas à análise de variância e ao teste de comparação de médias pelo teste Dunnett (BANZATTO & KRONKA, 1989).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos apresentaram ampla variabilidade na sua composição em N, P, K, Ca e Mg (Tabela 1). As leguminosas, os tratamentos de origem animal, a torta de filtro e os lodos de esgoto bruto apresentaram maiores teores de N, Ca e Mg; os tratamentos de origem animal apresentaram maiores teores de P; e os lodos de esgoto bruto e cana-de-açúcar (bagaço de cana-de-açúcar e torta de filtro de cana-de-açúcar) apresentaram menores teores de K.

Os teores de C orgânico do solo aumentaram na profundidade de 0-5 cm com o uso do bagaço de cana-de-açúcar, palha de café e esterco de suínos, sendo verificados efeitos no perfil do solo para os lodos de esgoto bruto e esterco de suínos (Tabela 2). A concentração de N nas folhas do cafeeiro foi maior com mucuna-cinza e sulfato de amônio (Tabela 2), os quais não apresentaram relação de dependência com os teores de C orgânico do solo.

Os teores de P no solo aumentaram na profundidade de 0-40 cm após aplicação de esterco de galinha, esterco de galinha com bagaço de cana-de-açúcar e esterco de suínos, mas os teores foliares de P do cafeeiro não foram influenciados pelas aplicações dos tratamentos na superfície do solo (Tabela 3). Lima et al. (2007) também verificaram aumento nos teores de P na profundidade de 0-20 cm do solo, quando aplicaram 10, 15 e 20 t ha<sup>-1</sup> de cama de frango distribuída na superfície de um Latossolo Vermelho distrófico desenvolvido a partir do arenito da Formação Caiuá e sob o cultivo de *B. brizantha*.

Os teores de Ca<sup>2+</sup> no solo aumentaram na profundidade de 0-40 cm, com lodo de esgoto bruto com cal virgem e esterco de suínos; de 0-10 cm com esterco de galinha; de 0-5 cm com amendoim

forrageiro, bagaço de laranja, esterco de curral (bovino), cama de frango, bagaço de cana-de-açúcar com esterco de galinha; e reduziram na profundidade de 0-20 cm, com sulfato de amônio. Esses tratamentos não influenciaram os teores foliares de Ca (Tabela 4). A baixa mobilidade de  $\text{Ca}^{2+}$  nesses solos foi verificada após calagem superficial (FIDALSKI & TORMENA, 2005).

O lodo de esgoto bruto com cal virgem aumentou os teores de  $\text{Mg}^{2+}$  no solo na profundidade de 0-40 cm, em razão da maior concentração desse nutriente presente à cal virgem adicionada, refletindo no aumento da concentração foliar de Mg no cafeeiro (Tabelas 1 e 5). Fidalski et al. (2007) comprovaram a eficiência da calagem superficial com aplicação de calcário dolomítico em solo similar.

Os teores de K no solo aumentaram na profundidade de 5-40 cm para os tratamentos com leucena, amendoim forrageiro, sorgo, palha de café e esterco de curral (bovino); e na profundidade de 10-40 cm, com guandu, bagaço de laranja, cama de frango, esterco de galinha, esterco de galinha com bagaço de cana-de-açúcar e esterco de suínos (Tabela 6). A distribuição de K no perfil desses solos foi verificada também por Fidalski et al. (2007). A maior disponibilidade de K no solo não refletiu no tecido foliar do cafeeiro, sendo observada redução dos teores foliares com lodo de esgoto bruto e lodo de esgoto bruto com cal virgem, atribuído aos menores teores de K nesses tratamentos (Tabelas 1 e 6). A utilização de lodo de esgoto exigiria a reposição de K para atender às necessidades da cultura (OLIVEIRA et al., 1995).

**Tabela 1** – Teores médios de N, P, K, Ca e Mg na matéria seca dos tratamentos orgânicos.

| Tratamento                 | N     | P     | K                     | Ca     | Mg    |
|----------------------------|-------|-------|-----------------------|--------|-------|
|                            |       |       | (g kg <sup>-1</sup> ) |        |       |
| Mucuna-cinza               | 26,10 | 2,78  | 17,00                 | 8,35   | 2,80  |
| Leucena                    | 25,30 | 1,86  | 14,80                 | 5,90   | 2,37  |
| Guandu                     | 30,00 | 3,35  | 17,00                 | 8,99   | 2,15  |
| Amendoim forrageiro        | 21,30 | 2,70  | 30,10                 | 17,72  | 3,12  |
| Braquiária                 | 5,20  | 1,92  | 7,50                  | 4,37   | 3,06  |
| Sorgo forrageiro           | 9,20  | 1,82  | 14,80                 | 3,69   | 3,22  |
| Bagaço de cana (BC)        | 2,20  | 0,29  | 1,10                  | 0,68   | 0,37  |
| Torta de filtro de cana    | 23,80 | 2,90  | 1,90                  | 1,48   | 1,00  |
| Bagaço laranja             | 12,90 | 1,35  | 10,50                 | 9,72   | 1,51  |
| Lodo de esgoto bruto (LB)  | 35,10 | 7,97  | 0,42                  | 9,86   | 1,01  |
| LB com cal virgem (70:30)  | 24,40 | 5,56  | 0,35                  | 106,50 | 51,00 |
| Palha de café              | 12,80 | 1,72  | 22,10                 | 5,47   | 1,35  |
| Esterco de curral (bovino) | 13,20 | 7,32  | 18,10                 | 17,83  | 9,17  |
| Cama de frango             | 25,10 | 12,97 | 20,90                 | 22,09  | 4,69  |
| Esterco de galinha (EG)    | 39,40 | 21,70 | 24,50                 | 107,20 | 5,20  |
| BC com EG (50:50)          | 22,80 | 14,63 | 13,10                 | 48,06  | 2,79  |
| Esterco de suínos          | 27,20 | 20,55 | 6,50                  | 42,89  | 3,59  |
| Chorume de suínos          | 20,20 | 13,96 | 4,60                  | 28,04  | 2,48  |

Houve acidificação do solo ( $p < 0,10$ ), constatada pelos valores de pH-CaCl<sub>2</sub> no tratamento lodo de esgoto bruto, em relação ao tratamento testemunha, nas profundidades de 0-5 cm (4,45 e 5,18) e 5-10 cm (4,25 e 5,20), e no tratamento com sulfato de amônio, em relação ao tratamento testemunha, nas profundidades de 0-5 cm (4,20 e 5,18), 5-10 cm (3,83 e 5,20), 10-20 cm (3,85 e 5,28) e 20-40 cm (4,08 e 4,68). Contrariamente, o lodo de esgoto bruto com cal virgem promoveu alcalinização

do solo nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm, verificada pelos valores de pH-CaCl<sub>2</sub> (7,43 a 8,30) e saturação por bases (76 a 85%). O lodo de esgoto bruto e o sulfato de amônio aumentaram ( $p < 0,10$ ) os teores de Al<sup>3+</sup>, para 0,09 e 0,50 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente, elevando a saturação por Al<sup>3+</sup> para 6 e 43%, reduzindo os valores de saturação por bases para 26 e 36%.

Os tratamentos guandu, braquiária, sorgo, bagaço de cana-de-açúcar, lodo de esgoto bruto,

**Tabela 2** – Teores médios de C orgânico no solo em quatro profundidades e teores foliares de N do cafeeiro Iapar-59 em 2003, após duas aplicações superficiais dos tratamentos.

| Tratamento                   | Profundidade (cm)                |       |       |       | N foliar<br>(g kg <sup>-1</sup> ) |
|------------------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|-----------------------------------|
|                              | 0-5                              | 5-10  | 10-20 | 20-40 |                                   |
|                              | C orgânico (g kg <sup>-1</sup> ) |       |       |       |                                   |
| Testemunha                   | 5,22                             | 4,87  | 4,39  | 4,26  | 20,11                             |
| Mucuna cinza                 | 6,34                             | 5,97  | 5,12  | 4,62  | 24,54*                            |
| Leucena                      | 6,51                             | 6,55  | 5,81* | 4,92  | 21,68                             |
| Guandu                       | 5,28                             | 4,70  | 5,60  | 6,05  | 22,77                             |
| Amendoim forrageiro          | 6,19                             | 5,52  | 5,69  | 6,92* | 20,86                             |
| Braquiária                   | 5,53                             | 5,44  | 5,02  | 5,35  | 19,80                             |
| Sorgo forrageiro             | 6,35                             | 5,82  | 5,51  | 5,18  | 21,77                             |
| Bagaço de cana (BC)          | 9,08*                            | 6,45  | 5,58  | 5,34  | 19,64                             |
| Torta de filtro de cana      | 6,57                             | 5,79  | 4,80  | 5,06  | 21,95                             |
| Bagaço laranja               | 6,77                             | 5,80  | 5,69  | 6,42* | 22,29                             |
| Lodo de esgoto bruto (LB)    | 8,62*                            | 6,99* | 5,03  | 5,25  | 21,52                             |
| LB com cal virgem (70:30)    | 6,91                             | 6,90* | 6,08* | 5,40  | 22,20                             |
| Palha de café                | 8,44*                            | 5,93  | 4,99  | 5,24  | 21,47                             |
| Esterco de curral (bovino)   | 8,83*                            | 6,66  | 5,36  | 6,73* | 21,71                             |
| Cama de frango               | 6,65                             | 5,74  | 5,02  | 4,63  | 20,48                             |
| Esterco de galinha (EG)      | 6,84                             | 5,50  | 4,99  | 4,66  | 22,88                             |
| BC com EG (50:50)            | 6,33                             | 5,30  | 5,07  | 5,23  | 19,38                             |
| Esterco de suínos            | 8,56*                            | 6,69  | 5,88* | 6,05* | 20,97                             |
| Chorume de suínos            | 6,85                             | 5,54  | 5,36  | 4,66  | 19,85                             |
| Sulfato de amônio            | 4,96                             | 4,99  | 4,71  | 4,29  | 25,90*                            |
| Coefficiente de variação (%) | 19,92                            | 16,87 | 13,74 | 17,55 | 9,24                              |

(\*) Médias diferem do tratamento testemunha pelo teste Dunnett ( $p < 0,10$ ).

lodo de esgoto bruto com cal virgem, esterco de suínos e chorume de suínos alteraram a fertilidade do solo, mas não alteraram o desenvolvimento e a produção do cafeeiro (Tabelas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7). Pelos resultados, infere-se que os tratamentos orgânicos exigiriam a complementação de fertilizantes químicos em Latossolo Vermelho distrófico típico, para viabilizar a sua utilização em lavoura cafeeira (Iapar-59).

A altura, diâmetro da copa, volume da copa e/ou em número de ramos do cafeeiro foram maiores

após aplicações dos tratamentos com amendoim forrageiro, bagaço de laranja, palha de café, esterco de curral (bovino), cama de frango, esterco de galinha e esterco de galinha com bagaço de cana-de-açúcar, além de sulfato de amônio, mas não aumentou a produção de café beneficiado (Tabela 7).

A produção de café beneficiado foi baixa (Tabela 7), considerando-se a média nacional e paranaense de lavouras cafeeiras em plena produção,

**Tabela 3** – Teores médios de P no solo em quatro profundidades e teores foliares de P em cafeeiro Iapar-59 em 2003, após duas aplicações superficiais dos tratamentos.

| Tratamento                  | Profundidade (cm)        |         |        |        | P foliar<br>(g kg <sup>-1</sup> ) |
|-----------------------------|--------------------------|---------|--------|--------|-----------------------------------|
|                             | 0-5                      | 5-10    | 10-20  | 20-40  |                                   |
|                             | P (mg kg <sup>-1</sup> ) |         |        |        |                                   |
| Testemunha                  | 21,03                    | 16,48   | 15,85  | 14,20  | 2,54                              |
| Mucuna cinza                | 27,00                    | 24,45   | 17,33  | 13,18  | 1,93                              |
| Leucena                     | 26,13                    | 24,93   | 16,60  | 14,43  | 2,08                              |
| Guandu                      | 15,48                    | 17,88   | 23,90  | 23,08  | 2,41                              |
| Amendoim forrageiro         | 23,18                    | 22,43   | 23,33  | 19,45  | 2,30                              |
| Braquiária                  | 19,80                    | 19,68   | 23,53  | 26,38  | 2,26                              |
| Sorgo forrageiro            | 24,93                    | 23,23   | 15,35  | 12,53  | 2,78                              |
| Bagaço de cana (BC)         | 14,75                    | 13,78   | 13,45  | 9,50   | 2,29                              |
| Torta de filtro de cana     | 17,15                    | 17,93   | 12,43  | 8,85   | 2,02                              |
| Bagaço de laranja           | 31,83                    | 24,95   | 29,55  | 29,80  | 2,76                              |
| Lodo de esgoto bruto (LB)   | 42,80*                   | 30,15   | 19,95  | 11,80  | 1,77                              |
| LB com cal virgem (70:30)   | 38,43                    | 39,00*  | 26,63  | 13,80  | 1,75                              |
| Palha de café               | 18,63                    | 18,95   | 11,78  | 6,88   | 2,60                              |
| Esterco de curral (bovino)  | 42,18                    | 32,53   | 26,35  | 17,03  | 2,62                              |
| Cama de frango              | 139,50*                  | 76,73*  | 31,45  | 39,40  | 2,25                              |
| Esterco de galinha (EG)     | 196,38*                  | 134,28* | 52,58* | 46,93* | 2,59                              |
| BC com EG (50:50)           | 82,65*                   | 65,63*  | 45,65* | 32,58  | 2,28                              |
| Esterco de suínos           | 254,68*                  | 123,53* | 56,58* | 59,68* | 2,14                              |
| Chorume de suínos           | 72,28*                   | 46,58*  | 27,35  | 15,20  | 2,33                              |
| Sulfato de amônio           | 17,30                    | 19,18   | 16,85  | 12,48  | 1,70                              |
| Coeficiente de variação (%) | 6,48                     | 7,74    | 55,32  | 69,03  | 22,65                             |

(\*) Médias diferem do tratamento testemunha pelo teste Dunnett ( $p < 0,10$ ).

respectivamente, 1065 e 1294 kg ha<sup>-1</sup>, na safra correspondente de 2004/05 (ABIC, 2009). Essas diferenças são atribuídas à primeira safra agrícola, à baixa fertilidade do solo, à ausência de adição de fertilizantes químicos (solo e foliar) e aos tratamentos orgânicos, os quais apresentaram produção similar ao manejo de adubos verdes na superfície do solo (BERGO et al., 2006).

**Tabela 4** – Teores médios de Ca<sup>2+</sup> no solo em quatro profundidades e teores foliares de Ca em cafeeiro Iapar-59 em 2003, após duas aplicações superficiais dos tratamentos.

| Tratamento                  | Profundidade(cm)                                       |       |       |       | Ca foliar<br>(g kg <sup>-1</sup> ) |
|-----------------------------|--|-------|-------|-------|------------------------------------|
|                             | 0-5  | 5-10  | 10-20 | 20-40 |                                    |
|                             | Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) |       |       |       |                                    |
| Testemunha                  | 0,96   | 1,01  | 1,01  | 0,79  | 10,36                              |
| Mucuna-cinza                | 1,05   | 0,93  | 1,17  | 1,16  | 9,40                               |
| Leucena                     | 1,09   | 0,99  | 1,18  | 1,14  | 9,82                               |
| Guandu                      | 1,02   | 1,06  | 1,05  | 1,01  | 9,72                               |
| Amendoim forrageiro         | 1,46*  | 1,32  | 1,26  | 1,50* | 9,84                               |
| Braquiária                  | 1,14   | 1,10  | 1,18  | 1,37* | 11,09                              |
| Sorgo forrageiro            | 0,85   | 0,86  | 0,94  | 0,94  | 9,25                               |
| Bagaço de cana (BC)         | 1,18   | 1,28  | 1,35  | 1,22  | 12,22                              |
| Torta de filtro de cana     | 1,10   | 1,15  | 1,53* | 1,34* | 10,49                              |
| Bagaço de laranja           | 1,43*  | 1,28  | 1,41  | 1,38* | 10,09                              |
| Lodo de esgoto bruto (LB)   | 1,09   | 0,86  | 1,18  | 1,12  | 11,25                              |
| LB com cal virgem (70:30)   | 1,81*  | 2,05* | 1,76* | 2,29* | 11,11                              |
| Palha de café               | 1,20   | 1,14  | 1,26  | 1,15  | 9,43                               |
| Esterco de curral (bovino)  | 1,64*  | 1,36  | 1,40  | 1,56* | 7,85                               |
| Cama de frango              | 1,60*  | 1,32  | 1,26  | 1,38* | 9,58                               |
| Esterco de galinha (EG)     | 2,18*  | 1,77* | 1,36  | 1,37* | 9,30                               |
| BC com EG (50:50)           | 1,58*  | 1,41  | 1,12  | 1,20  | 10,41                              |
| Esterco de suínos           | 2,12*  | 1,62* | 1,53* | 1,61* | 11,42                              |
| Chorume de suínos           | 1,38   | 1,32  | 1,51* | 1,40* | 10,27                              |
| Sulfato de amônio           | 0,43*  | 0,32* | 0,44* | 0,67  | 8,99                               |
| Coeficiente de variação (%) | 10,12  | 21,57 | 18,73 | 21,77 | 15,97                              |

(\*) Médias diferem do tratamento testemunha pelo teste Dunnett (p<0,10).

**Tabela 5** – Teores médios de  $Mg^{2+}$  no solo em quatro profundidades e teores foliares de Mg em cafeeiro Iapar-59 em 2003, após duas aplicações superficiais dos tratamentos.

| Tratamento                  | Profundidade |  |       |       | Mg foliar<br>(g kg <sup>-1</sup> ) |
|-----------------------------|--------------|--|-------|-------|------------------------------------|
|                             | 0-5          | 5-10<br>(Mg <sup>2+</sup> , cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | 10-20 | 20-40 |                                    |
| Testemunha                  | 0,69         | 0,64   | 0,73  | 0,70  | 4,02                               |
| Mucuna-cinza                | 0,71         | 0,65   | 0,77  | 0,81  | 3,83                               |
| Leucena                     | 0,84         | 0,71   | 0,78  | 0,79  | 3,54                               |
| Guandu                      | 0,69         | 0,63   | 0,59  | 0,60  | 3,29                               |
| Amendoim forrageiro         | 0,86         | 0,72   | 0,81  | 1,04  | 3,32                               |
| Braquiária                  | 0,92         | 0,77   | 0,68  | 0,78  | 4,44                               |
| Sorgo forrageiro            | 1,08         | 0,93   | 0,69  | 0,69  | 4,27                               |
| Bagaço de cana (BC)         | 0,83         | 0,80   | 0,83  | 0,80  | 4,72                               |
| Torta de filtro de cana     | 0,89         | 0,78   | 1,01  | 0,97  | 4,77                               |
| Bagaço de laranja           | 0,71         | 0,61   | 0,66  | 0,72  | 3,69                               |
| Lodo de esgoto bruto (LB)   | 0,47         | 0,31   | 0,45  | 0,60  | 4,92                               |
| LB com cal virgem (70:30)   | 3,34*        | 3,27*  | 2,15* | 2,19* | 7,32*                              |
| Palha de café               | 1,02         | 0,82   | 0,87  | 0,87  | 3,23                               |
| Esterco de curral (bovino)  | 1,62*        | 1,19*  | 0,92  | 1,07  | 3,70                               |
| Cama de frango              | 1,09         | 0,85   | 0,81  | 0,93  | 3,76                               |
| Esterco de galinha (EG)     | 0,78         | 0,66   | 0,68  | 0,64  | 2,75                               |
| BC com EG (50:50)           | 0,67         | 0,60   | 0,59  | 0,72  | 2,88                               |
| Esterco de suínos           | 0,71         | 0,59   | 0,61  | 0,77  | 3,12                               |
| Chorume de suínos           | 0,59         | 0,50   | 0,68  | 0,85  | 4,10                               |
| Sulfato de amônio           | 0,39         | 0,23   | 0,20* | 0,36  | 4,62                               |
| Coeficiente de variação (%) | 24,11        | 27,44  | 27,29 | 27,93 | 1,92                               |

(\*) Médias diferem do tratamento testemunha pelo teste Dunnett ( $p < 0,10$ ).



**Tabela 6** – Teores médios de K no solo em quatro profundidades e teores foliares de K em cafeeiro Iapar-59 em 2003, após duas aplicações superficiais dos tratamentos.

| Tratamento                  | Profundidade (cm)                        |       |       |       | K foliar<br>(g kg <sup>-1</sup> ) |
|-----------------------------|--|-------|-------|-------|-----------------------------------|
|                             | 0-5                                      | 5-10  | 10-20 | 20-40 |                                   |
|                             | (K, cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) |       |       |       |                                   |
| Testemunha                  | 0,15                                     | 0,10  | 0,06  | 0,07  | 21,78                             |
| Mucuna-cinza                | 0,17                                     | 0,15  | 0,13  | 0,14* | 20,43                             |
| Leucena                     | 0,20                                     | 0,19* | 0,17* | 0,15* | 22,70                             |
| Guandu                      | 0,17                                     | 0,16  | 0,15* | 0,14* | 22,73                             |
| Amendoim forrageiro         | 0,21                                     | 0,22* | 0,18* | 0,16* | 22,75                             |
| Braquiária                  | 0,14                                     | 0,15  | 0,12  | 0,11  | 22,15                             |
| Sorgo forrageiro            | 0,21                                     | 0,20* | 0,18* | 0,17* | 22,53                             |
| Bagaço de cana (BC)         | 0,15                                     | 0,11  | 0,08  | 0,07  | 18,95                             |
| Torta de filtro de cana     | 0,18                                     | 0,16  | 0,13  | 0,12  | 17,00                             |
| Bagaço de laranja           | 0,15                                     | 0,16  | 0,14* | 0,15* | 23,60                             |
| Lodo de esgoto bruto (LB)   | 0,12                                     | 0,09  | 0,05  | 0,05  | 14,28*                            |
| LB com cal virgem (70:30)   | 0,09                                     | 0,09  | 0,07  | 0,06  | 12,40*                            |
| Palha de café               | 0,21                                     | 0,23* | 0,27* | 0,25* | 26,93                             |
| Esterco de curral (bovino)  | 0,20                                     | 0,21* | 0,26* | 0,23* | 23,10                             |
| Cama de frango              | 0,15                                     | 0,18  | 0,18* | 0,19* | 23,90                             |
| Esterco de galinha (EG)     | 0,14                                     | 0,15  | 0,20* | 0,22* | 26,05                             |
| BC com EG (50:50)           | 0,13                                     | 0,13  | 0,16* | 0,18* | 25,10                             |
| Esterco de suínos           | 0,16                                     | 0,16  | 0,15* | 0,12  | 23,33                             |
| Chorume de suínos           | 0,13                                     | 0,12  | 0,08  | 0,07  | 19,28                             |
| Sulfato de amônio           | 0,11                                     | 0,08  | 0,05  | 0,05  | 9,50*                             |
| Coeficiente de variação (%) | 14,38                                    | 14,65 | 13,41 | 13,58 | 3,19                              |

(\*) Médias diferem do tratamento testemunha pelo teste Dunnett (p<0,10).

**Tabela 7** – Desenvolvimento vegetativo do cafeeiro Iapar-59 (2004) e produção de café beneficiado (2005), após quatro aplicações superficiais dos tratamentos.

| Tratamento                  | Altura<br>(cm) | Copa | Volume<br>(m <sup>3</sup> ) | Ramos<br>(n <sup>o</sup> ) | Café beneficiado<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) |
|-----------------------------|----------------|------|-----------------------------|----------------------------|--|
| Testemunha                  | 51             | 38   | 0,02                        | 21                         | 23   |
| Mucuna-cinza                | 76*            | 73*  | 0,09*                       | 39*                        | 208*                                       |
| Leucena                     | 80*            | 79*  | 0,10*                       | 40*                        | 269*                                       |
| Guandu                      | 65             | 54   | 0,06                        | 30                         | 158  |
| Amendoim forrageiro         | 76*            | 81*  | 0,10*                       | 41*                        | 24   |
| Braquiária                  | 56             | 43   | 0,04                        | 23                         | 71   |
| Sorgo forrageiro            | 63             | 57   | 0,06                        | 31                         | 50   |
| Bagaço de cana (BC)         | 51             | 39   | 0,03                        | 22                         | 48   |
| Torta de filtro de cana     | 80*            | 78*  | 0,10*                       | 38*                        | 574*                                       |
| Bagaço de laranja           | 66             | 65*  | 0,07                        | 35*                        | 90   |
| Lodo de esgoto bruto (LB)   | 62             | 59   | 0,06                        | 31                         | 123  |
| LB com cal virgem (70:30)   | 66             | 59   | 0,07                        | 31                         | 213  |
| Palha de café               | 67             | 61   | 0,07                        | 33*                        | 46   |
| Esterco de curral (bovino)  | 74*            | 76*  | 0,09*                       | 39*                        | 102  |
| Cama de frango              | 68             | 63   | 0,07                        | 35*                        | 39   |
| Esterco de galinha (EG)     | 73*            | 75*  | 0,09*                       | 40*                        | 98   |
| BC com EG (50:50)           | 69             | 68*  | 0,08                        | 36*                        | 192  |
| Esterco de suínos           | 68             | 60   | 0,07                        | 32                         | 53   |
| Chorume de suínos           | 59             | 45   | 0,04                        | 27                         | 21   |
| Sulfato de amônio           | 66             | 67*  | 0,07                        | 34*                        | 148  |
| Coeficiente de variação (%) | 16             | 23   | 36,87                       | 18                         | 19   |

(\*) Médias diferem do tratamento testemunha pelo teste Dunnett ( $p < 0,10$ ).

#### 4 CONCLUSÕES

O guandu, braquiária, sorgo forrageiro, bagaço de cana-de-açúcar, lodo de esgoto bruto, lodo de esgoto bruto com cal virgem, esterco de suínos e chorume de suínos alteraram a fertilidade do solo.

O amendoim forrageiro, bagaço de laranja, palha de café, esterco de curral (bovino), cama de frango, esterco de galinha e bagaço de cana-de-açúcar com esterco de galinha melhoraram a fertilidade do solo, refletindo positivamente no desenvolvimento do cafeeiro.

A mucuna-cinza aumentou o teor de N nas folhas do cafeeiro, a leucena aumentou o K no solo (5-40 cm) e a torta de filtro de cana-de-açúcar aumentou o Ca no solo (10-40 cm). Essas alterações contribuíram para um maior desenvolvimento do cafeeiro e para a sua produção.

#### 5 AGRADECIMENTO

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Cafeeiro – CBP&D-Café, pelo apoio financeiro para a execução deste trabalho.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDUSTRÍA DE CAFÉ. **Estatísticas**. Disponível em: <[http://www.abic.com.br/estat\\_pagricola.html#cafe\\_benef0708](http://www.abic.com.br/estat_pagricola.html#cafe_benef0708)>. Acesso em: 10 set. 2009.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 1989. 247 p.

BERGO, C. L.; PACHECO, E. P.; MENDONÇA, H. A.; MARINHO, J. T. S. Avaliação de espécies leguminosas na formação de cafezais no segmento da agricultura familiar no Acre. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 36, n. 1, p. 19-24, 2006.

CARDOSO, A.; POTTER, R. O.; DEDECEK, A. Estudo da degradação de solos pelo uso agrícola no noroeste do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 349-353, 1992.

CERVELLINI, G. S.; CAMPANA, M. P.; IGUE, T.; TOLEDO, S. V. Modo de aplicação de esterco e de fertilizantes minerais no cafeeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 54, n. 1, p. 169-176, 1995.

CHAVES, J. C. D. **Manejo do solo**: adubação e calagem antes e após a implantação da lavoura cafeeira. Londrina: IAPAR, 2002. 36 p. (IAPAR. Circular, 120).

FIDALSKI, J. Fertilidade do solo sob pastagens, lavouras anuais e permanentes na região noroeste do Paraná. **Revista Unimar**, Maringá, v. 19, n. 3, p. 853-861, 1997a.

FIDALSKI, J. Diagnóstico de manejo e conservação do solo e da água na região noroeste do Paraná. **Revista Unimar**, Maringá, v. 19, n. 3, p. 845-851, 1997b.

FIDALSKI, J.; MARUR, C. J.; AULER, P. A. M.; TORMENA, C. A. Produção de laranja com plantas de cobertura permanente na entrelinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, p. 927-935, 2006.

FIDALSKI, J.; TORMENA, C. A. Dinâmica da calagem superficial em um Latossolo Vermelho distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 235-247, 2005.

FIDALSKI, J.; TORMENA, C. A.; SCAPIM, C. A. Espacialização vertical e horizontal dos indicadores de qualidade para um Latossolo Vermelho cultivado com citros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 9-19, 2007.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas do Paraná**. Versão 1.0. Londrina: IAPAR, 2000. CD-ROM.

KRONEN, M. **A erosão do solo de 1952 a 1985 e seu controle no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1990. 53 p. (IAPAR. Boletim Técnico, 30).

LIMA, J. J.; MATA, J. D. V.; PINHEIRO NETO, R.; SCAPIM, C. A. Influência da adubação orgânica nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distrófico e na produção de matéria seca de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 5, p. 715-719, 2007.

MACHADO, J. L.; TORMENA, C. A.; FIDALSKI, J.; SCAPIM, C. A. Inter-relações entre as propriedades físicas e os coeficientes da curva de retenção de água de um Latossolo sob diferentes sistemas de uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 495-502, 2008.

MARTINS, D. R.; CAMARGO, O. A.; BATAGLIA, O. C. Qualidade do grão e da bebida em cafeeiros tratados com lodo de esgoto. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 1, p. 115-126, 2005.

MARUN, F. Avaliação preliminar de espécies vegetais utilizadas como cobertura verde de inverno e seu efeito na produtividade do milho em solos do Arenito Caiuá. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 38, n. 3, p. 705-713, 1995.

MENDEL, K. Rootstock-scion relationships in Shamouti trees on light soil. **Ktavim**, Rehovot, v. 6, p. 35-60, 1956.

MORAES, F. R. P.; LAZZARINI, W.; CERVELLINI, G. S.; TOLEDO, S. V.; MORAES, M. V.; REIS, A. J.; ROCHA, T. R.; CONAGIN, A. Fontes e doses de nitrogênio na adubação do cafeeiro em Latossolo Roxo e Podzólico Vermelho-Amarelo orto. **Bragantia**, Campinas, v. 44, n. 1, p. 1-15, 1985.

OLIVEIRA, F. C.; MARQUES, M. O.; BELLINGIERI, P. A.; PERECIN, D. Lodo de esgoto como fonte de nutrientes para a cultura do sorgo granífero. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 2, p. 360-367, 1995.

PAULO, E. M.; BERTON, R. S.; CAVICHIOLI, J. C.; BULISANI, E. A.; KASAI, F. S. Produtividade do café Apatã em consórcio com leguminosas na região da alta paulista. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 3, p. 195-199, 2001.

PAVAN, M. A.; ANDROCIOLI FILHO, A. Fracionamento de fósforo em um experimento de manejo da fertilidade do solo para produção de café no noroeste do Paraná. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 38, n. 1, p. 157-165, 1995.

PAVAN, M. A.; CHAVES, J. C. D.; SIQUEIRA, R.; ANDROCIOLI FILHO, A. Adensamento de cafeeiro: uma técnica de manejo de plantas para melhorar a fertilidade do

solo. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 39, n. 3, p. 547-552, 1996.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Eds.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

TRINTINALIO, J.; TORMENA, C. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; MACHADO, J. L.; CONSTANTIN, J. Alterações nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho distrófico por diferentes manejos na entrelinha da cultura da pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 4, p. 753-759, 2005.

VIEIRA, S. **Estatística experimental**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999. 185 p.