



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO EM AGRONOMIA**



RODRIGO GOMES PEREIRA

**COMPONENTES DE PRODUÇÃO DA SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill) E
ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO INFLUENCIADOS POR DIFERENTES
SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO**

**RIO LARGO - AL
2008**

RODRIGO GOMES PEREIRA

**COMPONENTES DE PRODUÇÃO DA SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill) E
ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO INFLUENCIADOS POR DIFERENTES
SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Alagoas como parte das exigências do Programa de Pós – Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

Orientação: Prof. Dr. Abel Washington de Albuquerque

**RIO LARGO – AL
2008**

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

P436c Pereira, Rodrigo Gomes.

Componentes de produção da soja (*Glycine Max* (L.) Merrill) e atributos químicos do solo influenciados por diferentes sistemas de manejo do solo / Rodrigo Gomes Pereira. – Rio Largo, 2008.
36 f. : quad.

Orientador: Abel Washington de Albuquerque.
Dissertação (mestrado em Agronomia : Produção Vegetal) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2008.

Inclui bibliografia.

1. Soja – Cultivo.. 2. *Glycine Max* L. Merrill. 3. Solos – Fertilidade. 4. Plantio direto. I. Título.

CDU: 631.34

RIO LARGO, ESTADO DE ALAGOAS

MARÇO DE 2008

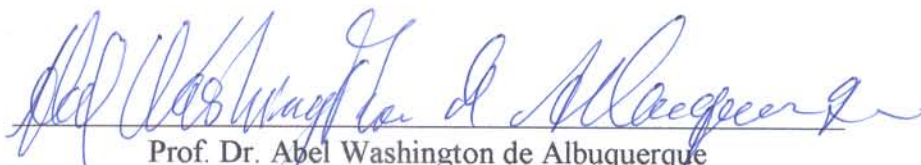
TERMO DE APROVAÇÃO

RODRIGO GOMES PEREIRA

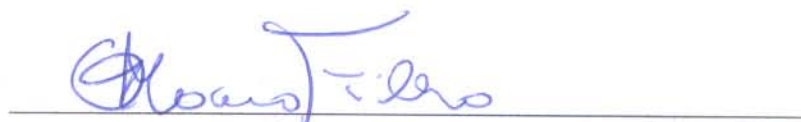
2006M21D016S-6

**COMPONENTES DE PRODUÇÃO DA SOJA (*Glycini max*) E ATRIBUTOS
QUÍMICOS DO SOLO INFLUENCIADOS POR DIFERENTES SISTEMAS DE
MANEJO DO SOLO**

Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre, pelo Curso de Mestrado em Agronomia (Área de Concentração "Produção Vegetal"), do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, pela Banca Examinadora formada pelos Pesquisadores:


Prof. Dr. Abel Washington de Albuquerque
UFAL
Orientador


Prof. Dr. José Paulo Vieira da Costa
UFAL
Co-Orientador


Prof. Dr. Gilson Moura Filho
UFAL


Prof. Dr. Claudivan Costa de Lima
EAFS

À minha querida e amada mãe (*in memoriam*), **Maria Betânia Gomes Arcanjo Pereira**, pela sabedoria da luz divina que lhe foi dada para orientar e encaminhar seus filhos para luz da sabedoria humana.

OFEREÇO

Aos meus familiares, a todos que depositaram confiança em mim e aos que colaboraram para o sucesso deste trabalho.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me permitir à realização de mais um sonho.

Aos meus pais por dedicarem suas vidas a realização dos meus sonhos.

À **Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Pós-Graduação**, pela estrutura física e pelo corpo docente que me permitiu adquirir ensinamentos perpétuos.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES** pela bolsa concedida.

Ao Prof. Dr. **Abel Washington de Albuquerque**, por ter acreditado e vislumbrado em mim um potencial que, ao longo dos anos, como professor e orientador, tanto tem incentivado para que eu pudesse conseguir alcançar meus objetivos pessoais.

Ao funcionário Sr. **Heleno dos Santos**, pela valiosa ajuda desprendida ao longo do projeto.

Aos Engenheiros Agrônomos **Marcelo Cavalcante** e **Stênio Lopes**, aos graduandos **Alisson Douglas da Silva**, **Emanuel da Silva Barros**, **Rafael de Oliveira Souza** e **Diogo Feliciano Dias Araújo** que foram, companheiros de estudo, camaradas e nas horas vagas, que tanto auxiliaram na execução deste trabalho.

A **Geraldo Lima** e **Marcos Antônio** pela ajuda singular na secretaria do curso.

Enfim, a todos os professores, funcionários e colegas que estiveram envolvidos em meu processo de aprendizagem.

BIOGRAFIA

RODRIGO GOMES PEREIRA, Filho de Maria Betânia Gomes Arcanjo Pereira e de Pedro Pereira Neto, nasceu na cidade de Maceió, em 22 de março de 1983.

No ano 2001, iniciou o curso de Agronomia pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Em 2002, ingressou na iniciação científica ao fazer parte do grupo de pesquisa do Departamento de Solos Engenharia e Economia Rural. Em 2005, concluiu o terceiro grau, sendo diplomado em Engenharia Agrônômica.

Em 2006, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal, pela mesma Instituição, concentrando seus estudos na área de Manejo de Solos e Produção de Grãos. Submeteu à defesa da dissertação em março de 2008.

RESUMO GERAL

PEREIRA, R.G. Universidade Federal de Alagoas, março de 2008. **Componentes de Produção da Soja (*Glycini Max (L.)*) e Atributos Químicos do Solo Influenciados por Diferentes Sistemas de Manejo do Solo**. Orientador: Prof. Dr. Abel Washington de Albuquerque. Co-orientador: Gilson Moura Filho.

Com o objetivo de (1) avaliar os efeitos de diferentes sistemas de manejo do solo sobre os componentes de produção da soja cultivada solteira e em consórcio com a *Brachiaria decumbens* e (2) avaliar os efeitos de sistemas de preparo sobre as propriedades químicas de um Latossolo Amarelo coeso distrófico, cultivado com soja em sistema solteiro e consorciado com a *Brachiaria decumbens* nos Tabuleiros Costeiros do Estado de Alagoas. Foi desenvolvido um experimento, composto por três sistemas de manejo do solo, no esquema em blocos casualizados com parcelas subdivididas com quatro repetições. Para alcançar o primeiro objetivo (Capítulo I), foi utilizada a variedade de soja Monsoy 9350 nos sistemas: preparo convencional do solo, cultivo mínimo e plantio direto. Foram avaliadas as seguintes variáveis: 1) cultura da soja: determinação dos estágios fenológicos; análise de macro e micronutrientes; stand de plantas; diâmetro do colmo; altura de plantas; altura de inserção da primeira vagem; número de vagens por planta; número de vagens contendo um, dois ou três grãos; número de grãos por planta, massa de 1000 grãos e produtividade. 2) *B. decumbens*: análise de macro e micronutrientes, além do acúmulo de matérias seca em cinco épocas de amostragens. No segundo objetivo (Capítulo II), os atributos químicos do solo foram utilizados para avaliar os sistemas de manejo do solo. As variáveis analisadas foram: pH, MO, P, K, Ca + Mg, H + Al, CTC, V % e m %. Todos os dados foram submetidos à análise de variância sendo as médias confrontadas pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade. Nos dados referentes às coletas de matéria seca da *B. decumbens* foi realizada a análise de variância e aplicação da regressão. Os resultados do Capítulo I indicam que os sistemas de manejo do solo influenciam o stand de plantas, concentração de fósforo, cobre, ferro e zinco na soja Monsoy 9350; enxofre na *Brachiaria decumbens*; e nos primeiros estádios de desenvolvimento da soja. No Capítulo II, Os sistemas de preparo do solo não exerceram influência sobre: o pH nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm. As variáveis pH, MO, K, Ca+Mg e V % apresentam redução significativo de suas médias

x

1 em função do aumento da profundidade de amostragem. O consórcio soja X *Brachiaria*
2 *decumbens* proporciona aumentos estatisticamente significativos nos teores de potássio
3 nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm.

4

5 **Palavras-chave:** Fertilidade do solo, plantio direto, integração lavoura-pecuária, cultivo
6 mínimo.

GENERAL ABSTRACT

Aiming (1) evaluate the effects of different systems of soil management on the components for the production of soybean cultivation maiden in consortium with *Brachiaria decumbens* and (2) evaluate the effects of tillage systems on chemical of a Yellow Latosol (Oxisols) cohesive dystrophic soil, cultivated with soybean in a single and intercropped system with *Brachiaria decumbens* in the coastal plateau of the State of Alagoas. It was developed an experiment, composed of three management systems soil, on the scheme in randomized blocks with split plot with four replications. To achieve the first objective (Chapter I), was used a variety of Monsoy 9350 soybean in the systems: Conventional tillage of the soil, minimum cultivation and no-tillage. The following variables were evaluated: 1) culture of soybean: determination of phenological stages, analysis of macro- and micronutrients, stand of plants, diameter of the stem, plant height, first pod insertion height, number of pods per plant, number of pods containing one, two or three grains, number of grains per plant, mass of 1000 grains and productivity, 2) *B. decumbens*: analysis of macro and micronutrients, and accumulation of dry matter drought in five different times of sampling. In the second objective (Chapter II), the chemical attributes of a soil they were used to evaluate the systems of Soil management. The variables examined were as follows: pH, OM, P, K, Ca + Mg, H + Al, CTC, V % e m %. All data were submitted to the analysis of variance, the mean being confronted by Tukey test to 5 % of the mean possibility. In the data relating to the collection of dry *B. Decumbens* was performed the analysis of variance and application of regression. The results of chapter I indicate that the systems of soil management influence the stand of plants, concentrations of P, Cu, Fe and Zn in soybean Monsoy 9350; S in *Brachiaria decumbens*, and in the early stages of development of soybean. In chapter II, the systems of soil preparation not exerted

1 influence on: the pH at depths of 0-10, 10-20 and 20-30 cm. Variables pH, MO, K,
2 Ca+Mg and V% show significant reduction of their average in terms of increased depth
3 of sampling. The consortium soybean X *Brachiaria decumbens* causes statistically
4 significant increases in levels of potassium in layers of 0-10, 10-20 and 20-30 cm.

5

6 **Key words:** soil fertility, no-tillage, lay farming, minimum cultivation.

7

SUMÁRIO

	Página
	a
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO GERAL	x
GENERAL ABSTRACT	xii
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS	3
CAPÍTULO I	
COMPONENTES DE PRODUÇÃO DA SOJA (<i>Glycine max</i> (L.)) E DA (<i>Brachiaria decumbens</i> (L.)) INFLUENCIADOS POR DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO	5
RESUMO	5
ABSTRACT	6
INTRODUÇÃO	7
MATERIAL E MÉTODOS	8
RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
CONCLUSÃO	18
REFERÊNCIAS	19
CAPÍTULO II	
ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO INFLUENCIADOS POR SISTEMAS DE MANEJO.....	22
RESUMO	22
ABSTRACT	23
INTRODUÇÃO	24
MATERIAL E MÉTODOS	25
RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	34

LISTA DE TABELAS

	Página
 CAPÍTULO I	
Tabela 1 - Avaliação agronômica da cultura da soja nos sistemas; santa fé (I.L.P.), cultivo mínimo (C.M.), preparo convencional (S.C.) e plantio direto (P.D.), soja solteira (S/B) e em consórcio (C/B) com a <i>Brachiaria decumbens</i> no município de Rio Largo-AL, 2007.....	12
Tabela 2 - Análise dos macronutrientes e micronutrientes da soja sob os sistemas, santa fé, cultivo mínimo, preparo convencional e plantio direto, no município de Rio Largo-AL, 2007.....	14
Tabela 3 - Análise dos macronutrientes e micronutrientes da <i>Brachiaria decumbens</i> consorciada com soja sob preparo convencional, cultivo mínimo e santa fé, no município de Rio Largo-AL, 2007.....	16
Tabela 4 - Quantidade de dias acumulados para determinação dos estádios fenológicos vegetativos (VE) e reprodutivos (R) da variedade de soja Monsoy 9350. Rio Largo-AL, 2007.....	17
Tabela 5 - Produção de matéria seca (kg ha ⁻¹) da <i>Brachiaria decumbens</i> coletada em cinco períodos após a colheita da soja sob os sistemas de preparo do solo convencional, cultivo mínimo e santa fé. Rio Largo-AL, 2007.....	18
 CAPÍTULO II	
Tabela 1 - pH, matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio + magnésio, capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (m%), submetidos a diferentes sistemas de preparo do solo e profundidades de amostragem.....	28

1 INTRODUÇÃO GERAL

2
3 A soja (*Glycine max* (L.) Merrill), pertencente à família das Leguminosae e sub-
4 família Fabaceae, é uma das culturas de maior importância econômica no mundo. No
5 Brasil, o seu cultivo vem sendo feito numa ampla faixa de latitudes, desde o Estado do
6 Rio Grande do Sul até os Estados do Maranhão, Piauí e Roraima.

7 Em 2004, o Brasil figurou como o segundo produtor mundial com produção
8 estimada de 50 milhões de toneladas, 25 % da safra mundial (EMBRAPA, 2004).
9 Segundo Mercante (2003) a cultura da soja teve grande desenvolvimento nas três
10 últimas décadas no Brasil, sendo, atualmente, a principal fonte de divisas de exportação
11 agrícola contribuindo para o superávit na balança comercial do Brasil.

12 A produtividade da soja é definida pela interação entre a planta, o ambiente e o
13 manejo. Altos rendimentos somente são obtidos quando as condições são favoráveis em
14 todos os estágios de crescimento da soja (Gilioli et al. 1995). Com isso os estudos sobre
15 o manejo dos solos se tornam fundamentais para aprimorar o rendimento desta cultura.

16 De acordo com Machado et al. (1998) e Kluthcouski & Stone (2003) a soja é,
17 sem dúvida, uma das principais culturas que melhor se adapta ao sistema plantio direto,
18 sendo a principal cultura para compor sistemas de rotação lavoura-pastagem, não só
19 pelos aspectos econômicos, como também por se tratar de uma leguminosa de grande
20 influência na fixação de N atmosférico.

21 Tal fixação ocorre nos nódulos radiculares destas plantas, graças à simbiose
22 estabelecida com bactérias da espécie *Bradyrhizobium japonicum*, cuja eficiência é de tal
23 magnitude que a adubação nitrogenada pode até mesmo ser dispensada pelo sojicultor.
24 A simbiose soja/bradirizóbio pode proporcionar uma fixação de 100 a 160 kg de N por
25 hectare, os quais beneficiam outras culturas sucessoras (Mascarenhas et al., 2001).

26 A relação entre o manejo e a qualidade do solo pode ser avaliada pelo seu efeito
27 nas propriedades químicas e biológicas do solo (Doran & Parkin, 1994). Um manejo de
28 solo inadequado pode provocar perdas de solo, água e nutrientes de grandes
29 magnitudes, com conseqüente perda da sua capacidade produtiva (Melo Filho et al.,
30 1993).

31 A adoção de técnicas de manejo do solo a serem aplicadas em determinado
32 sistema de cultivo tornam-se complexa, pois envolve o estudo de outras variáveis como
33 o tipo de solo, condições ambientais e espécie a ser cultivada (Silva & Benez, 2005).
34 Características como: textura do solo, grau de infestação de invasoras, resíduos vegetais

35 presentes na superfície, umidade do solo, existência de camadas compactadas,
36 pedregosidade e os riscos de erosão, são considerados para adoção de um sistema de
37 manejo do solo mais adequado.

38 A ação dos implementos agrícolas, principalmente do arado e grades de disco na
39 mobilização do solo, muitas vezes em condições inadequadas de umidade em seu perfil,
40 fraciona e desarranja os agregados do solo, bem como acelera a oxidação da MO,
41 tornando os agregados menores e menos estáveis, o que via de regra tende a causar
42 erosão agrícola (Denardin & Kochhann, 1993).

43 Vários sistemas de manejo têm sido estudados visando à manutenção da
44 fertilidade e o controle da erosão do solo, com objetivo de redução dos custos
45 operacionais e aumento da renda líquida para uma agricultura sustentável (Moreti et al.,
46 2007).

47 Os manejos conservacionistas, quando comparados ao preparo convencional,
48 imprimem características químicas, físicas e biológicas distintas ao solo, de maneira a
49 modificar a distribuição e morfologia das raízes, com reflexos no crescimento da parte
50 aérea, interferindo, conseqüentemente, na produtividade agrícola (Klepker &
51 Anghinoni, 1995).

52 O consórcio de culturas produtoras de grãos e forrageiras tropicais é possível,
53 graças ao diferencial no tempo e no espaço, no acúmulo de biomassa entre as espécies
54 (Kluthcouski & Yokoyama, 2003). De acordo com Jakelaitis et al. (2004), a competição
55 existente entre as espécies pode inviabilizar o cultivo consorciado. Porém, o
56 conhecimento no comportamento das espécies, pela competição por fatores de
57 produção, torna-se de grande importância para o êxito na formação da pastagem e para a
58 produção satisfatória da cultura produtora de grãos.

59 Neste sentido, este trabalho objetiva: (1) avaliar os efeitos de diferentes sistemas
60 de manejo do solo sobre componentes de produção da soja cultivada solteira e em
61 consórcio com a *Brachiaria decumbens* e (2) avaliar os efeitos de sistemas de preparo
62 do solo sobre propriedades químicas de um Latossolo Amarelo Coeso Distrófico,
63 cultivado com soja em sistema solteiro e consorciado com a *Brachiaria decumbens* nos
64 Tabuleiros Costeiros do Estado de Alagoas.

REFERÊNCIAS

- DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R. A. Requisitos para a implantação e manutenção do Sistema Plantio Direto. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). Sistema Plantio Direto no Brasil. Passo Fundo : Aldeia Norte, 1993. p.19–27.
- DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: Doran, J. M.; Coleman, D. C.; Bezdicek, D. F.; Stewart, B. A. (ed.). Defining soil quality for a sustainable environment. Madison: **Soil Science Society of America**, 1994. p.3-21. Special Publication, 35.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja** – região central do Brasil 2005. Londrina: EMBRAPA, 2004. 242p.
- GILIOLI, J. L., F. TERASAWA, W. WILLEMANN, O. P. ARTIAGA, E. A. V. MOURA & W. V. PEREIRA. 1995. Soja: Série 100. FT Sementes, Cristalina, Goiás. 18 p. (Boletim Técnico 3).
- JAKELAITIS, A. et al. Controle de plantas daninhas, crescimento e produção de milho e *Brachiaria brizantha* cultivados em consórcio. In: **Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas**, 24., 2004, São Pedro. Resumos expandidos. São Paulo: SBCPD, 2004. CD-ROM.
- KLEPKER, D.; ANGHINONI, I. Características físicas e químicas do solo afetadas por métodos de preparo e modos de aplicação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, n.3, p.395-401, 1995.
- KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. 1.ed. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.131-141.
- KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F. Manejo sustentável dos solos dos cerrados. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA, 2003. p.61-104.
- MACHADO, L.A.Z.; SALTON, J.C.; PRIMAVESI, O.; FABRÍCIO, A.C.; KICHEL, A.N.; MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A.H.; GUIMARÃES, C.M. Integração agricultura-pecuária. In: SALTON, J.C.; HERNANI, L.C.; FONTES, C.Z. **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1998. p.217-232.

101 MASCARENHAS, H.A.A.; TANAKA, R.T.; COSTA, A.A.; ROSA, F.V.;
 102 COSTA,V.F. **Efeito residual de leguminosas sobre o rendimento físico e econômico**
 103 **da cana-planta**. Instituto Agronômico, Campinas, p15, 2001, Boletim Científico nº 32.
 104 MELO FILHO, J.F.; SILVA, J.R.C. Erosão, teor de água no solo e produtividade do
 105 milho em plantio direto e preparo convencional de um Podzólico Vermelho-Amarelo no
 106 Ceará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.17, n.2, p.291- 2971, 1993.
 107 MERCANTE, F.M. Fixação biológica de nitrogênio na cultura da soja? Como se
 108 beneficiar? In: ENCONTRO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 7, 2003, Sorriso.
 109 **Anais...** Cuiabá: EdUFMT, 2003, p.25-29.
 110 MORETI, D.; CRISTINA, M. A.; VERIANO,W. V. F.; PASSOS, M. C. Atributos
 111 químicos de um latossolo vermelho sob diferentes sistemas de preparo, adubações e
 112 plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31:167-175, 2007.
 113 SILVA, A. R. B.; BENEZ, S. H. Cultivares de milho: produtividade em diferentes
 114 sistemas de manejo do solo e espaçamentos. **Energia na Agricultura**, Botucatu, vol 20,
 115 n1, 2005, p. 77-90.

Componentes de produção da soja (*Glycine max* (L.)) e da (*Brachiaria decumbens* (L.)) influenciados por diferentes sistemas de manejo do solo

Resumo

Este trabalho objetivou avaliar os efeitos de diferentes sistemas de manejo do solo sobre os componentes de produção da soja cultivada solteira e em consórcio com a *Brachiaria decumbens* nos Tabuleiros Costeiros do Estado de Alagoas. Os tratamentos consistiram no cultivo da variedade de soja Monsoy 9350 nos sistemas: preparo convencional do solo, cultivo mínimo e plantio direto. O experimento obedeceu ao esquema de blocos casualizados com parcelas subdivididas (com e sem *Brachiaria decumbens*) e quatro repetições. As variáveis analisadas foram as seguintes: 1) cultura da soja: determinação dos estágios fenológicos, análise de macro e micronutrientes, stand de plantas, diâmetro do colmo, altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de vagens contendo um, dois ou três grãos, número de grãos por planta, massa de 1000 grãos e produtividade. 2) *B. decumbens*: análise dos macro e micronutrientes, além do acúmulo de matéria seca em cinco épocas de amostragens. Os sistemas de manejo do solo influenciam o stand de plantas, concentração de fósforo, cobre, ferro e zinco na soja Monsoy 9350; enxofre na *Brachiaria decumbens*; e nos primeiros estádios de desenvolvimento da soja.

Palavras-chave: plantio direto, integração lavoura-pecuária, cultivo mínimo.

Components of production of soybean (*Glycine max* (L.)) and (*Brachiaria decumbens* (L.)) influenced by different systems of soil management

Abstract

This work aimed to evaluate the effects of different systems of Soil management on the components for the production of soybean cultivation maiden in consortium with *Brachiaria decumbens* in the coastal plateau of the State of Alagoas. The treatments consisted of variety in the cultivation of 9350 Monsoy soybeans in the systems: Conventional tillage of the soil, minimum cultivation and no tillage. The experiment followed the scheme randomized blocks with split plot (with and without *Brachiaria decumbens*) and four replications. The variables examined were as follows: 1) culture of soybean: determination of phenological stages, analysis of macro- and micronutrients, stand of plants, diameter of the stem, plant height, first pod insertion height, number of pods per plant, number of pods containing one, two or three grains, number of grains per plant, mass of 1000 grains and productivity, 2) *B. decumbens*: analysis of macro- and micronutrients, beyond the accumulation of dry matter drought in five different times of sampling. The systems of soil management influence the stand of plants, concentrations of P, Cu, Fe and Zn in soybean Monsoy 9350; S in *Brachiaria decumbens*, and in the early stages of development of soybean.

Key words: no-tillage, Lay farming, minimum cultivation

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill), é uma das culturas de maior importância econômica no mundo. Em 2004, o Brasil figurou como o segundo produtor mundial, com produção de 50 milhões de toneladas, correspondendo a 25 % da safra mundial com a projeção de alcançar a liderança, produzindo 34 % da produção mundial, em 2017 (Mercante, 2003; EMBRAPA, 2004).

A produtividade da soja é definida pela interação entre a planta, o ambiente e o manejo. Altos rendimentos somente serão obtidos quando as condições supracitadas são favoráveis em todos os estádios de crescimento da cultura. Com isso estudos sobre manejo dos solos se tornam fundamentais para aprimorar o rendimento desta cultura (Gilioli et al. 1995).

A soja é uma das principais culturas que melhor se adapta ao sistema plantio direto, sendo a principal cultura para compor os sistemas de rotação lavoura-pastagem, não só pelos aspectos econômicos, como também por ser, uma eficiente fixadora de nitrogênio atmosférico (Kluthcouski & Stone, 2003). Tal mecanismo pode proporcionar fixação de 100 a 160 kg de N por hectare, os quais podem beneficiar outras culturas sucessoras (Mascarenhas et al., 2001).

Landers (1995) relata que os rendimentos da soja, ao se considerar o efeito médio de várias safras se equivalem nos diferentes sistemas de manejo do solo, com pequena vantagem para o plantio direto. Entretanto, superioridade no rendimento desta cultura devido à aração ou escarificação foi relatada por Kochhann & Denardim (1997).

O consórcio de culturas produtoras de grãos e forrageiras tropicais é possível, graças ao diferencial no tempo e no espaço, no acúmulo de biomassa entre as espécies. De acordo com Kluthcouski & Stone (2003) a soja é, sem dúvida, uma das principais culturas que melhor se adapta ao sistema plantio direto, sendo a principal cultura para compor sistemas de rotação lavoura-pastagem.

Diante do exposto, este trabalho objetiva avaliar os componentes de produção da soja e da *Brachiaria decumbens*, submetida a diferentes sistemas de manejo do solo nas condições edafoclimáticas dos Tabuleiros Costeiros do Estado de Alagoas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2007, na Área Experimental do Campus Delza Gitaí, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas – CECA/UFAL. As coordenadas geográficas de referência são: Latitude Sul 9° 29' 45" e Longitude Oeste 35° 49' 54". A altitude do local do experimento é 165 metros com 3 % de declividade. O solo onde as parcelas experimentais foram instaladas foi classificado como Latossolo Amarelo coeso distrófico EMBRAPA (1999).

Os tratamentos consistiram no cultivo da variedade de soja Monsoy 9350 e da *Brachiaria decumbens* STAPF, cultivar Brasilik, nos sistemas de preparo do solo: 1- Convencional (SC), 2- Cultivo mínimo (CM) e 3- Plantio direto (PD). O experimento obedeceu ao esquema de blocos casualizados com parcelas subdivididas em quatro repetições, tendo a área de cada parcela 80,0 m² (5,0 x 16,0 m).

Cada sistema de preparo do solo correspondeu a uma parcela, sendo as subparcelas compostas pelos seguintes sistemas de cultivo: soja solteira, soja consorciada com *Brachiaria decumbens* e cultivo solteiro da *Brachiaria decumbens*.

A cultivar utilizada apresenta ciclo tardio (145 dias), hábito de crescimento determinado, altura média de 0,60 – 0,80 m e altura de inserção da primeira vagem de 0,16 m. A população recomendada é de 250 - 330 mil plantas ha⁻¹ ABRASEM (2003).

A região apresenta clima quente e úmido, totais pluviométricos anuais elevados (1.500 - 2.000 mm), com o período chuvoso concentrado no outono-inverno, onde a precipitação equivale a 70 % do total anual, e o período seco na primavera – verão apresentando déficits hídricos elevados (Souza et al., 2004).

As características químicas do solo na profundidade de 0 – 20 cm, amostrados antes da instalação do experimento foram: pH em água: 4,82; MO: 35 g dm⁻³; P (Mehlich): 35 g dm⁻³; H + Al, K, Ca+Mg e T apresentaram, respectivamente, 5,1; 0,082; 2,5 e 7,71 cmol_c dm⁻³. A saturação por base foi de 34 %. Noventa dias antes do plantio a área recebeu 3,5 t ha⁻¹ de calcário com 80 % de PRNT, objetivando elevar a saturação por bases para 70 %.

As operações realizadas para caracterização de cada tratamento foram as seguintes: sistema convencional (SC) – duas gradagens profundas e duas gradagens niveladoras; cultivo mínimo (CM) – uma gradagem profunda e uma subsolagem e plantio direto (PD) –

dessecação da área coberta por pastagem de *Brachiaria decumbens* e semeadura sobre a palha sem revolvimento do solo.

A semeadura da soja foi realizada no dia 08/05/2007 utilizando-se semeadora pneumática de tração tratorizada, com três linhas espaçadas de 0,50 m, colocando-se 15 - 17 sementes. Por ocasião da semeadura procedeu-se à inoculação das sementes com *Bradyrhizobium japonicum* (inoculante turfoso aplicado na dose equivalente a 0,6 kg para 40 kg⁻¹ de sementes). Por ocasião do plantio toda área experimental recebeu 30, 60 e 80 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, aplicados no sulco de plantio na forma de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio.

O cultivo da *B. decumbens*, foi realizado manualmente 25 dias após a emergência da soja (08/06/07), sendo esta semeada na entrelinha da soja a uma profundidade de três centímetros. A quantidade de sementes utilizada por hectare se deu por meio da divisão da constante 150 pelo valor cultural da semente (VC), fornecendo a quantidade de sementes de *B. decumbens* utilizadas (kg ha⁻¹).

O controle de plantas daninhas antes da semeadura da soja foi realizado por meio de aplicação de herbicidas de manejo, Glifosato (concentração solúvel, ingrediente ativo 480 g L⁻¹), aplicando-se à dose equivalente a 5,0 L ha⁻¹. Durante o desenvolvimento da cultura foram efetuadas três aplicações do inseticida de marca comercial Karate 50 CE (50 g l⁻¹ de Lambda-cyhalothrin) na dose de 150 mL ha⁻¹ aos 30, 45 e 65 dias após a emergência da soja, para o controle da largata-da-soja (*Anticarsia gemmatilis* (L.)) e percevejo-da-soja (*Nezara viridula* (L.)).

Após a emergência, foram marcadas cinco plantas por parcela que apresentavam aproximadamente o mesmo porte e equidistância da área disponível para o seu desenvolvimento objetivando a determinação dos estádios fenológicos, 1) vegetativos: VE (emergência), VC (estádio de cotilédone), seguido pelos estágios V₁, V₂, V₃, até V_n, (onde “n” representa o número do último nó vegetativo formado) e 2) reprodutivos (R): R₁ (início do florescimento, 50 % das plantas com uma flor) até R₉ (ponto de maturação de colheita), através da escala fenológica adaptada por Yorinori (1996).

As variáveis analisadas foram: inserção da 1ª vagem; altura das plantas; diâmetro do colmo; stand de plantas; número de vagens com um, dois e três grãos; número de vagens totais; número de grãos; massa de 1.000 grãos; produtividade de grãos; análises de N, P, K,

Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn da cultivar de soja e *B. decumbens*; e o número de dias acumulados para a determinação dos estádios fenológicos da cultivar Monsoy 9350.

As variáveis, altura da inserção da primeira vagem e altura de plantas foram determinadas no início do processo de senescência, medindo-se ao acaso, com o auxílio de uma régua, dez plantas por subparcela. Para determinação do diâmetro do colmo, utilizou-se um paquímetro graduado em milímetros. Foram avaliadas dez plantas por subparcela no estágio de florescimento da soja. Para medição considerou-se a haste principal antes da primeira bifurcação.

A determinação do stand de plantas se deu por meio da contagem de todas as plantas da área útil de cada subparcela (4,5 x 5,0 m) e o resultado extrapolado para um hectare. O número de vagens por planta foi determinado através da contagem ao acaso das vagens de dez plantas por subparcela. O número de vagens contendo um, dois ou três grãos, foi determinado a partir da contagem de todas as vagens das plantas e separando-as entre as classes. Essa variável foi constituída da média de 10 plantas.

O número de grãos por planta foi determinado mediante contagem dos grãos de dez plantas por subparcela aleatoriamente. Para determinação da massa de 1.000 grãos, fez-se a contagem ao acaso de quatro repetições, que tiveram suas massas determinadas e ajustadas para 13 % de umidade. Para a estimativa da produtividade foram mensurados os grãos contidos na área útil de cada subparcela 6,0 m² (1,5 x 4 m) mediante pesagem, e expressa em toneladas por hectare, ajustadas para 13 % de teor de água.

Foram realizadas coletas de material vegetal da *B. decumbens* em cinco épocas para determinação da fitomassa seca. Em cada época foi coletada 1,0 m por subparcela, sempre em áreas diferentes. Os cortes foram realizados a 5,0 cm do nível solo. As épocas das coletas foram: 1ª coleta, na ocasião da colheita da soja; 2ª coleta, quinze dias após a colheita da soja; 3ª coleta, trinta dias após a colheita da soja; 4ª coleta, quarenta e cinco dias após a colheita da soja; e 5ª coleta, sessenta dias após a colheita da soja.

Durante o período de florescimento da soja, foram coletadas plantas inteiras de um metro linear por subparcela, para realização da análise de nutrientes. Para a *B. decumbens*, foram utilizadas brotos novos e folhas verdes provenientes da 3ª coleta. As plantas e folhas foram condicionadas em estufa a 70 °C até atingir peso constante. Em seguida, foram processadas em moinho e o material seco moído foi analisado no Laboratório de Nutrição

Mineral de Plantas do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo, da FCA/UNESP/Botucatu, para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, e Zn.

Os dados foram submetidos à análise de variância sendo as médias comparadas pelo teste Tukey no nível de 5 % de probabilidade. Nos dados referentes às coletas de matéria seca da *B. decumbens* foi realizada a análise de variância e aplicação da regressão. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do software Sisvar (Ferreira, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, as variáveis; altura de inserção da primeira vagem, altura das plantas, diâmetro do colmo, vagens com um, dois e três grãos, número de vagens, números de grãos, massa de 1.000 grãos e produtividade não foram influenciadas pelos sistemas de manejo do solo.

A presença da gramínea *B. decumbens* em consórcio com a soja não afetou os componentes de produção da cultura da soja avaliados neste estudo, viabilizando portanto, o consórcio soja-*Brachiaria*.

Houve diferença significativa entre os sistemas de preparo do solo e a variável stand de plantas, o sistema PD apresentou a maior média para esta variável, 261.250 plantas ha⁻¹ (Tabela 1). Este resultado corrobora os obtido por, Gaudêncio et al. (1990), os quais definiram a população de 280.000 plantas ha⁻¹ como sendo a melhor população de plantas de soja na região Centro-Sul do Paraná, instalada sob o sistema de manejo plantio direto.

A menor expressão da variável população de plantas, para os tratamentos CM (186.875) e SC (220.000), pode ter ocorrido devido ao deslizamento da roda motriz da semeadora sobre o solo no momento do plantio, o que justifica uma menor população de plantas nesses tratamentos.

Neste estudo, todos os tratamentos apresentaram altura de inserção da primeira vagem suficiente para realização da colheita mecânica, que é de 12 cm, segundo Yokomizo (1999). Lazarini (1995) sugeriu a realização de alguma adaptação para a colheita de plantas menores que 65,0 cm, porém com altura de inserção das primeiras vagens superior a 10,0

cm. Fato este, que, possibilita a colheita de soja mecanizada nos Tabuleiro Costeiros de Alagoas.

Tabela 1. Avaliação agrônômica da cultura da soja nos sistemas; cultivo mínimo (CM), preparo convencional (SC) e plantio direto (PD), soja solteira (S/B) e em consórcio (C/B) com a *Brachiaria decumbens* no município de Rio Largo-AL, 2007

Tratamentos	Inserção da 1ª vagem (cm)	Altura de plantas (cm)	Diâmetro do colmo (mm)	Stand de plantas (pl ha ⁻¹)	Vagens com 1 grão (unid.)	
CM	12,02 A	40,55 A	5,45 A	186.875 A	4,33 A	
SC	12,42 A	43,05 A	5,01 A	220.000 AB	4,80 A	
PD	11,81 A	45,40 A	4,95 A	261.250 B	4,80 A	
DMS	1,47	6,60	0,79	66729,73	1,88	
CV	7,94	10,01	10,13	19,54	26,39	
C/B	11,96 A	42,81 A	5,16 A	222.500 A	4,65 A	
S/B	12,20 A	43,18 A	5,11 A	222.916 A	4,67 A	
DMS	0,54	3,22	0,21	25.560,22	0,97	
CV	4,88	8,11	4,60	8,06	22,73	
Tratamentos	Vagens com 2 grãos (unid.)	Vagens com 3 grãos (unid.)	Número de vagens (unid.)	Número de grãos (unid.)	Massa de 1.000 grãos (g)	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)
CM	27.96 A	9,20 A	41,48 A	87,85 A	207.11 A	2.801 A
SC	27.26 A	9,15 A	50,38 A	86,85 A	192.37 A	3.206 A
PD	24,33 A	9,35 A	38,48 A	81,52 A	208,37 A	3.524 A
DMS	10,39	3,70	26,73	30,40	18,18	897,50
CV	25,56	26,14	40,12	23,22	5,85	18,42
C/B	26,55 A	9,37 A	40,58 A	85,88 A	202,45 A	3.164 A
S/B	26,49 A	9,05 A	46,32 A	84,93 A	202,79 A	3.189 A
DMS	3,56	1,28	14,25	9,66	14,93	353,86
CV	14,57	15,10	35,52	12,25	7,98	12,06

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Gavotti et al. (2003) comparando o sistema de preparo SC ao sistema PD, não obtiveram diferença significativa para esta variável, contudo obteve altura média da inserção da primeira vagem superior a do presente estudo (14,0 cm). Peluzio *et al.* (2002), que obtiveram altura de inserção da primeira vagem média de 14,4 cm, para o mesmo cultivar.

A superioridade obtida por estes autores para a mesma variável pode ser justificado, pelas características edáficas e a época de semeadura.

A altura das plantas variou de 40,55 a 45,40 cm para os sistemas CM e PD (Tabela 1). Resultados superiores foram obtidos por Pelúzio et al. (2002), os quais utilizando a mesma cultivar, obtiveram plantas com altura média de 60,3 cm.

Carvalho Filho et al. (2006), observaram influência dos sistemas de manejo do solo sobre esta variável e obtiveram altura de plantas em torno de 86,0 cm para os tratamentos considerados convencionais (arados e grade aradora) e 74,0 cm para o tratamento considerado como cultivo reduzido (escarificador). Carvalho et al. (2004), cultivando soja em sucessão a adubos verdes no primeiro ano de cultivo, obtiveram altura de plantas superiores aos da presente pesquisa, 53,30 e 61,20 cm, para os sistemas de plantio direto e convencional, respectivamente.

Corroborando os resultados da presente pesquisa Narimatsu (2004) cultivando soja nos sistemas, convencional, mínimo e direto não verificou diferença estatística para a variável diâmetro do colmo.

De acordo com os resultados apresentados na Tabelas 1, os sistemas de manejo do solo não influenciaram as variáveis vagens com um, dois e três grãos, número de vagens, números de grãos, massa de 1.000 grãos e produtividade. Pelúzio et al. (2002), apresentaram resultados similares aos obtidos na presente pesquisa, utilizando a mesma cultivar, obtendo média de 51,9 vagens por planta, 168 g para massa de 1.000 grãos e produtividade média da ordem de 4.000 kg ha⁻¹.

A menor produtividade de grãos obtida neste estudo, pode ser explicado pela menor população de plantas. Esses resultados estão em conformidade com os obtidos por Urban Filho & Souza (1993), Pelúzio et al. (2000) e Rocha et al. (2001).

Pauletti et al.(2003), após avaliar sucessões culturais e sistemas de manejo do solo, observaram superioridade do sistema plantio direto sob o sistema convencional quanto à produtividade.

Kluthcouski et al. (2000) constataram que, nos consórcios de culturas anuais com espécies forrageiras, as culturas anuais apresentam grande performance de desenvolvimento inicial, exercendo com isto alta competição sobre as forrageiras, evitando assim redução significativa na produtividade de grãos.

Narimatsu (2004) cultivando soja nos sistemas de cultivo mínimo, preparo convencional e plantio direto, sob a palhada da *B. brizantha* observou maior produção de grãos para os sistemas com revolvimento de solo, atribuindo a estes a maior população de plantas.

Na Tabela 2, podem ser observados os dados referentes às análises dos macro e micronutrientes da cultura da soja. Foi possível verificar que os sistemas de manejo não influenciaram os teores foliares de N, K, Ca, Mg, S, B e Mn.

Quanto aos teores de P, o plantio direto, com 4,30 g kg⁻¹, apresentou a maior média quando comparado com o SC, que apresentou 3,77 g kg⁻¹ e CM 4,00 g kg⁻¹. Do ponto de vista nutricional pode-se observar teores considerados baixo, para o N em todos os tratamentos e para o S no sistema convencional, quando comparados aos sugeridos por Sfredo et al. (2001) e Kurihara (2004).

Tabela 2. Análise dos macronutrientes e micronutrientes da soja sob os sistemas, plantio direto, cultivo mínimo e preparo convencional, no município de Rio Largo-AL, 2007

Macronutrientes						
Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
----- (g kg ⁻¹) -----						
PD	35,25 A	4,30 B	31,00 A	14,75 A	6,35 A	2,02 A
CM	34,75 A	4,00 AB	32,00 A	15,00 A	6,27 A	2,10 A
SC	33,25 A	3,77 A	29,50 A	14,25 A	6,45 A	1,92 A
DMS	4,74	0,47	3,64	1,76	0,67	0,39
CV	6,22	5,37	5,32	5,47	4,84	8,88
Micronutrientes						
Tratamentos	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
----- (mg kg ⁻¹) -----						
PD	43,50 A	10,50 B	168,00 A	17,00 A	71,75 B	
CM	51,00 A	4,50 A	256,50 B	16,00 A	53,50 A	
SC	48,75 A	10,00 B	282,75 B	17,25 A	70,25 B	
DMS	7,94	3,33	51,77	4,04	10,41	
CV	7,53	20,12	9,81	11,03	7,73	

Médias seguidas com letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade.

Os sistemas de manejo também influenciaram as concentrações de Cobre, Ferro e Zinco. O sistemas PD e SC não diferenciaram estatisticamente entre si, apresentando os maiores valores de Cu (10,50 e 10,00 mg kg⁻¹, respectivamente) e Zn (71,75 e 70,25 mg kg⁻¹, respectivamente), quando comparado com o sistema de manejo CM (Tabela 2). Por outro lado, o sistema plantio direto apresentou nas plantas de soja analisadas a menor concentração de ferro, quando comparada com os demais tratamentos.

Os teores de Cu obtidos neste estudo para o tratamento CM apresentam níveis considerados baixo (Cu < 6 mg kg⁻¹) para cultura da soja, os teores de Mn apresentaram teores considerados baixo para todos os tratamentos (Mn 15-20 mg kg⁻¹) para cultura da soja, Sfredo et al. (2001).

Na Tabela 3, encontram-se os dados referentes aos teores foliares de macro e micronutrientes da *B. decumbens*. Quanto aos teores de N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn e Zn não houve diferença significativa entre os tratamentos, ou seja, os sistemas de manejo do solo não exerceram influência sobre os mecanismos de disponibilidade e conseqüente absorção pelas plantas dos minerais supracitados.

Contudo, as concentrações de S variaram nas folhas analisadas de acordo com o tipo de manejo do solo. Neste sentido, o sistema plantio direto apresentou a maior concentração com 1,37 g kg⁻¹, diferindo do sistema convencional 1,07 g kg⁻¹, o qual não diferiu do sistema de cultivo mínimo 1,22 g kg⁻¹.

Cruz (2007) apresentou valores inferiores aos obtidos neste experimento para as concentrações de N e P, 12,88 e 2,15 g kg⁻¹ respectivamente, cultivando milho em consórcio com *B. decumbens*. A superioridade para os teores de N e P obtida nesse estudo pode ser atribuída à maior concentração de fósforo, o qual, segundo Malvolta (1997), apresenta influência direta sobre a fixação biológica de nitrogênio.

Tabela 3. Análise de macronutrientes e micronutrientes da *Brachiaria decumbens* consorciada com soja sob preparo convencional, cultivo mínimo e plantio direto no município de Rio Largo-AL, 2007

Macronutrientes						
Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- (g kg ⁻¹) -----					
SC	17,50 A	3,40 A	23,50 A	3,19 A	3,30 A	1,07 A
CM	18,25 A	4,00 A	22,50 A	3,25 A	4,02 A	1,22 AB
PD	17,50 A	4,12 A	24,00 A	3,20 A	3,90 A	1,37 B
DMS	3,29	0,85	3,82	1,25	0,88	0,29
CV	8,55	10,18	7,56	17,75	10,90	11,22
Micronutrientes						
Tratamentos	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	----- (mg kg ⁻¹) -----					
SC	15,60 A	4,50 A	130,00 A	13,75 A	27,00 A	
CM	14,25 A	6,25 A	132,75 A	13,25 A	26,75 A	
PD	17,25 A	5,00 A	142,75 A	13,00 A	29,50 A	
DMS	4,79	2,31	22,65	2,63	5,61	
CV	14,50	20,33	7,73	9,10	9,32	

Médias seguidas com letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Dos estádios fenológicos avaliados na cultivar Monsoy 9350 (Tabela 4), somente os estágios VC e V₁ foram influenciados pelos sistemas de manejo do solo. O maior tempo requerido para o sistema PD atingir estes estádios podem ser explicados por: Kluthcouski et al. (2000) e Yusuf et al, (1999), estes autores relatam que quando a soja é cultivada sob sistema plantio direto, pode apresentar crescimento inicial reduzido, com plantas menos vigorosas, em relação ao preparo convencional.

De acordo com ABRASEM (2003), a cultivar Monsoy 9350 necessita de 61 dias para ir da emergência à floração e de 145 dias para atingir a maturação. No entanto, nas condições de cultivo de Rio Largo, Estado de Alagoas, houve redução dos subperíodos de 24 e 32 dias referentes à floração e maturação, respectivamente.

Tabela 4. Quantidade de dias acumulados para determinação dos estádios fenológicos vegetativos (VE) e reprodutivos (R) da variedade de soja Monsoy 9350. Rio Largo-AL, 2007

Estádios fonológicos	VE	VC	V ₁	R ₁	R ₄	R _{5,1}
Tratamentos	----- (dias) -----					
PD	6,00 A	12,25 B	14,75 B	37,25 A	51,25 A	55,25 A
CM	6,00 A	10,00 A	13,00 A	36,75 A	50,75 A	54,75 A
SC	6,00 A	10,00 A	13,00 A	37,00 A	50,75 A	55,00 A
DMS	0,00	0,63	0,82	0,97	0,73	0,73
CV	0,00	2,59	2,69	1,19	0,65	0,61
Estádios fonológicos	R _{5,5}	R _{7,1}	R _{7,3}	R _{8,1}	R _{8,2}	R ₉
Tratamentos	----- (dias) -----					
SSF	82,25 A	90,75 A	98,00 A	101,25 A	105,25 A	113,75 A
CM	81,50 A	90,50 A	97,50 A	100,75 A	104,75 A	112,25 A
SC	81,75 A	91,00 A	97,75 A	100,75 A	104,75 A	112,25 A
DMS	1,57	1,32	0,92	1,17	0,90	2,27
CV	0,87	0,66	0,43	0,53	0,39	0,91

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Marchiori et al. (1999) e Peixoto (1999) observaram redução no ciclo de cultivares de soja em função do plantio em épocas do ano onde ocorre menor fotoperíodo. Peixoto (2001), avaliou o comportamento de três variedades de soja cultivadas em três períodos de semeadura verificando redução no período de emergência à maturação de até 27 dias, quando comparou-se o período de semeio normal à safrinha.

Na Tabela 5, encontram-se os resultados das análises referentes à matéria seca, da *B. decumbens* cultivada solteira e em consórcio com soja, sob os sistemas de manejo do solo SC, CM e PD.

Observa-se que houve comportamento linear crescente na produção de matéria seca da gramínea, porém ao se observar o crescimento da Brachiária solteira e em consórcio, verifica-se o menor crescimento nos sistemas em consórcio. Esse decréscimo no crescimento da brachiária se justifica pela forte competição exercida pela soja, principalmente pelo sombreamento Kluthcouski et al. (2000).

Tabela 5. Produção de matéria seca (kg ha⁻¹) da *Brachiaria decumbens* coletada em cinco períodos após a colheita da soja sob os sistemas de preparo do solo convencional, cultivo mínimo e plantio direto. Rio Largo-AL, 2007

Sistemas manejo	Dias após a colheita da soja					Regressão	R ²
	0	15	30	45	60		
SC ^{Test.}	645,40	769,79	891,70	1102,08	1331,40	y = 170,43x + 436,79	0,97
CM ^{Test.}	571,05	789,23	1003,05	1126,88	1261,85	y = 171,92x + 434,64	0,98
PD ^{Test.}	458,13	788,98	1113,20	1253,22	1405,85	y = 235,97x + 295,97	0,96
SC*	159,38	233,15	336,11	515,52	616,80	y = 119,72x + 13,023	0,98
CM*	141,29	220,27	342,29	467,60	751,22	y = 146,72x - 55,619	0,94
PD*	123,28	250,51	389,08	542,04	828,40	y = 170,18x - 83,868	0,97

^{Test.} *B. decumbens* em cultivo solteiro.

* *B. decumbens* consorciada com soja.

De acordo com a Tabela 5, observa-se que a partir dos 30 dias após a colheita da soja, o sistema plantio direto, obteve o maior rendimento entre os tratamentos. Estes resultados podem está de acordo com Klepker & Anghinoni (1995), que apontam os sistemas conservacionistas de manejo como aqueles que melhoram as características químicas, físicas e biológicas do solo, de maneira a modificar a distribuição e morfologia das raízes das plantas subseqüentes, com reflexos no crescimento da parte aérea, interferindo, conseqüentemente, na produtividade.

Narimatsu (2004) obteve menor produção de matéria seca de *Brachiaria brizantha* no tratamento sem mobilização do solo em relação aos tratamentos com revolvimento do solo.

CONCLUSÃO

1. Os sistemas de manejo do solo influenciam o stand de plantas, concentração de fósforo, cobre, ferro e zinco na soja Monsoy 9350; enxofre na *Brachiaria decumbens*; e nos primeiros estádios de desenvolvimento da soja.
2. Os sistemas de plantio direto é o mais indicados para o cultivo da soja Monsoy 9350 nas condições edafoclimáticas de Rio Largo, Estado de Alagoas, por ser um sistema conservacionista e de menor custo ao agricultor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRASEM - Associação Brasileira de Sementes e Mudanças; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Coordenação Nacional do Zoneamento Agrícola. Cultivares de Soja Habilitadas no Zoneamento Agrícola - Ano Safra 2003/2004, DOU de 29 de agosto de 2003, Seção 1 página 12.

Carvalho Filho, A.; Carvalho, L. C. C.; Centurion, J.F.; Silva, R. P.; Furlani, C. E. A. Efeitos de sistemas de preparo do solo na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.26, n.3, p.777-786, set./dez. 2006.

Carvalho, M.A.C.; Athayde, M. L. F.; Soratto, R. P.; Alves, M. C.; Arf, O. Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de Cerrado. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.39, n.11, p.1141-1148, nov. 2004.

Cruz, S. C. S. Milho e *Brachiaria decumbens* em sistemas de integração lavoura-pecuária. Dissertação. Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP - Campus de Botucatu, 2007, 78 f.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1999. 412p.

Ferreira, D.F. Programa Sisvar – Versão 4.6. Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2003

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2005. Londrina: EMBRAPA, 2004. 242p.

Gaudêncio, C. A. A.; Gazziero, D. L. P.; Jaster, F.; Garcia, A.; Wobeto, C. População de plantas de soja no sistema de semeadura direta para o Centro-Sul do Estado do Paraná. Comunicado Técnico do Centro Nacional de Pesquisa de Soja, n. 47, p. 1-4, set. 1990.

Gavotti, F.S.M.; Centurion, M.A.P.C.; Centurion, J.F. Comportamento da soja, cultivar IAC FOSCARIM 31, em quatro sistemas de preparo do solo. In: Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil, 25., 2003, Uberaba. Resumos Uberaba: Embrapa Soja /EPAMIG/ Fundação Triângulo, 2003. p.254-5.

Gilioli, J. L., F. Terasawa, W. Willemann, O. P. Artiaga, E. A. V. Moura; W. V. Pereira. 1995. Soja: Série 100. FT Sementes, Cristalina, Goiás. 18 p. (Boletim Técnico 3).

Klepker, D.; Anghinoni, I. Características físicas e químicas do solo afetadas por métodos de preparo e modos de aplicação. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.19, n.3, p.395-401, 1995.

Kluthcouski, J. et al. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. Scientia Agrícola, Piracicaba, v.57, n.1, p.97-104, 2000.

Kluthcouski, J.; Cobucci, T.; Aidar; Yokoyama, L. P.; Oliveira, I. P. de; Costa, J. L. da S.; Silva, J. G. da; Vilela, L.; Barcellos, A. de ; Magnobosco, C. de V. Sistema Santa Fé-Tecnologia Embrapa; Integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras em áreas de lavoura nos sistemas direto e convencional. Santo Antônio de Goiás. Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 38).

Kluthcouski, J.; Stone, L.F. Manejo sustentável dos solos dos cerrados. In: Kluthcouski, J.; Stone, L.F.; Aidar, H. Integração lavoura-pecuária. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA, 2003. p.61-104.

Kochhann, R.A.; Denardin, J.E. Comportamento das culturas de trigo, soja e milho à adubação fosfatada no sistema de plantio direto e preparo convencional. In: Seminário Internacional do Sistema de Plantio Direto, 2., Passo Fundo, 1997. Anais. Passo Fundo : EMBRAPA, CNPT, 1997. p.243-246.

Landers, J.N. Fascículo de experiências de plantio direto no cerrado. Goiânia : APDC, 1995. 261p.

Lazarini, E. Avaliação das características agronômicas e análises nutricionais de genótipos de soja semeadas em diferentes épocas, em Jaboticabal-SP. Jaboticabal, 1995. 197p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

Marchiori, L. F. S.; Câmara, G. M. S.; Peixoto, C. P.; Martins, M. C. Desempenho vegetativo de cultivares de soja em épocas normal e safrinha. Scientia Agricola, v. 56, n.2, p.383-390, abr./jun. 1999.

Mascarenhas, H.A.A.; Tanaka, R.T.; Costa, A.A.; Rosa, F.V.; Costa, V.F. Efeito residual de leguminosas sobre o rendimento físico e econômico da cana-planta. Instituto Agrônomo, Campinas, p15, 2001, Boletim Científico nº 32.

Mercante, F.M. Fixação biológica de nitrogênio na cultura da soja? Como se beneficiar? In: Encontro de Plantio Direto no cerrado, 7, 2003, Sorriso. Anais... Cuiabá: EdUFMT, 2003, p.25-29.

Narimatsu, K. C. P., Plantio direto de Soja Sobre *Brachiaria brizantha* no Sistema Integração Agricultura-Pecuária. 2004. 73 p. Dissertação - Campus de Ilha Solteira – UNESP.

Pauletti, V.; Lima, M. R. de; Barcik, C.; Bittencourt, A. Rendimento de grãos de milho e soja em uma sucessão cultural de oito anos sob diferentes sistemas de manejo de solo e de culturas. Ciência Rural, v. 33, n. 3, mai-jun, 2003.

Peixoto, C. P. Análise de crescimento e rendimento de três cultivares de soja em três épocas de semeadura e três densidades de plantas. Piracicaba, 1999. 151p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

Peixoto, C. P.; Câmara, G. M. DE S.; Martins, M. C.; Marchiori, L. F. S. Características Agronômicas e Rendimento de Soja em Diferentes Épocas de Semeadura e Densidades de Plantas. *Magistra*, Cruz das Almas - BA, v. 13, n. 2, jul./dez., 2001.

Peluzio, J. M.; Gomes, R. S.; Rocha, R. N. C.; Dary, E. P.; Fidelis, R. R. Densidade e espaçamento de plantas de soja variedade Conquista em Gurupi, TO. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v.16, p. 3-13, 2000.

Peluzio, J. M.; Barros, H. B.; Santos, M. M. dos; Reis, M. S. dos; Rocha, R. N. C.; Silva, R. R. da; Comportamento de Duas Cultivares de Soja em Diferentes Populações de Plantas, sob Condições de Várzea Irrigada, no Sul do Estado do Tocantins. *Revista Agricultura Tropical*, Cuiabá, v. 6, p. 69-80, 2002.

Rocha, R. N. C.; Peluzio, J. M.; Barros, H. B.; Fidelis, R. R.; Silva Júnior, H. P. Comportamento de cultivares de soja em diferentes populações de plantas, em Gurupi, Tocantins. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 48, n. 279, p. 529-537, 2001.

Sfredo, G.J.; Borkert, C.M.; Klepker, D. O cobre (Cu) na cultura da soja: diagnose foliar. In: Reunião de Pesquisa de Soja Doregião Central do Brasil, 23., 2001. Resumos... Londrina: Embrapa Soja, p.95. (Embrapa Soja. Documentos, 157).

Souza, J.L de; Moura Filho, G.; Lyra, R.F da F.; Teodoro, I.; Santos, E.A dos Silva, J.L da; Silva, P.R.T da; Cardim, A de H.; Amorim, E.C. Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar na região do Tabuleiro Costeiro de Maceió, AL, período de 1972-2001. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.12, n.1, p.131-141, 2004.

Urban Filho, G.; Souza, P. I. M. Manejo da cultura da soja sob cerrado: época, densidade e profundidade de semeadura. In: Arantes, N. E.; Souza, P. I. M. (Eds.) *Cultura da soja nos cerrados*, Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 267-298.

Yokomizo, G. K. Interação genótipos x ambientes em topocruzamentos de soja tipo alimento com tipo grão. 1999. 170 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz , Piracicaba, 1999.

YorinorI, J.T. Cancro da haste da soja: Epidemiologia e controle. Londrina:Embrapa-CNPSO, 75. Circular Técnica, 14. 1996.

Yusuf, R.I.; Siemens, J.C.; Bullock, D.G. Growth analysis of soybean under no-tillage and conventional tillage systems. ***Agronomy Journal***, Madison, v.91, n.6, p.928-933, 1999.

Atributos químicos do solo influenciados por sistemas de manejo

RESUMO

Os diferentes sistemas de preparo provocam alterações nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, podendo requerer modificações no manejo e nas recomendações de adubação e calagem. Este trabalho avaliou os efeitos de sistemas de preparo sobre as propriedades químicas de um Latossolo Amarelo Coeso Distrófico, cultivado com soja em sistema solteiro e consorciado com a *Brachiaria decumbens*. O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas no ano de 2007, os tratamentos utilizados foram: preparo convencional do solo, cultivo mínimo e plantio direto. O experimento obedeceu ao esquema de blocos casualizados com parcelas subdivididas com quatro repetições. As variáveis analisadas foram: pH, M.O., P, K, Ca + Mg, H + Al, CTC, V % e m %. Os sistemas de preparo do solo não exerceram influência sobre: o pH nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm. As variáveis pH, MO, K, Ca+Mg e V % apresentam redução significativo de suas médias em função do aumento da profundidade de amostragem. O consórcio soja X *Brachiaria decumbens* proporciona aumentos estatisticamente significativos nos teores de potássio nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm.

Palavras-chave: Fertilidade do solo, sistema convencional, integração lavoura-pecuária, cultivo mínimo, plantio direto.

Soil chemical attributes influenced by management systems

ABSTRACT

Different tillage systems cause changes in the chemical, physical and biological attributes of a soil, requiring modifications in the requirements of fertilization and liming. The aim of this work was to evaluate the effects of tillage systems on chemical of a Yellow Latosol (Oxisols) Cohesive Dystrophic soil, cultivated with soybean in a single and intercropped system with *Brachiaria decumbens*. The experiment was conducted at the Center of Agricultural Sciences Federal University of Alagoas in the year 2007. The treatments utilized were: conventional tillage of the soil, minimum cultivation and no-tillage. The experiment followed the scheme randomized blocks with split plot with four replications. The variables examined were as follows: pH, M.O., P, K, Ca + Mg, H + Al, CTC, V% e m%. The systems of soil preparation not exerted influence on: the pH at depths of 0-10, 10-20 and 20-30 cm. Variables pH, MO, K, Ca+Mg and V% show significant reduction of their average in terms of increased depth of sampling. The consortium soybean X *Brachiaria decumbens* causes statistically significant increases in levels of potassium in layers of 0-10, 10-20 and 20-30 cm.

Key words: soil fertility, conventional tillage, lay farming, minimum cultivation, no-tillage.

INTRODUÇÃO

A ausência ou a redução do revolvimento do solo pode ocasionar acúmulo superficial de nutrientes (Merten & Mielniczuk, 1991), causado também pela deposição de resíduos na superfície, bem como o modo de aplicação de adubos no solo e o menor grau de mistura dos mesmos. A menor mobilização do solo pode favorecer o acúmulo de Ca e Mg, K, P e C orgânico (Bayer e Bertol, 1999), na camada de 0-5 cm.

Vários trabalhos (Klepker & Anghinoni, 1995; Rheinheimer et al., 1998; Falleiro et al., 2003) mostraram que, alguns anos após o estabelecimento do sistema plantio direto, as camadas do solo mais superficiais apresentam propriedades químicas, físicas e biológicas diferenciadas em comparação ao sistema convencional.

Os sistemas de preparo do solo com mobilização mais intensa proporcionam uma distribuição mais uniforme dos nutrientes na camada arável. No entanto, as alterações na concentração e distribuição de nutrientes, no perfil do solo, em função dos métodos de preparo, não são limitantes ao rendimento das culturas (Bayer & Mielniczuk, 1997).

A relação entre o manejo e a qualidade do solo pode ser avaliada pelo seu efeito nas propriedades químicas e biológicas do mesmo (Doran & Parkin, 1994). O manejo do solo se constitui de práticas indispensáveis ao bom desenvolvimento das culturas e compreende um conjunto de técnicas que, utilizadas racionalmente, contribuem para alcançar altas produtividades, mas, se mal utilizadas, podem levar à redução da capacidade produtiva dos solos em curto prazo (Medeiros et al., 2001a).

As técnicas de manejo do solo a serem aplicadas em determinado sistema de cultivo dependem de vários fatores. Cada área rural tem suas peculiaridades e requer decisão própria. Para cada caso, as técnicas, serão recomendadas de acordo com a textura do solo, os níveis de fertilidade, os resíduos vegetais que se encontram na superfície, a umidade do solo, a existência de camadas compactadas, pedregosidade e os riscos de erosão (Medeiros et al., 2002).

Este trabalho objetivou avaliar os efeitos de sistemas de preparo sobre as propriedades químicas em diferentes profundidades de um Latossolo Amarelo Coeso Distrófico, cultivado com soja em sistema solteiro e consorciado com a *Brachiaria decumbens*.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2007, na área experimental do Campus Delza Gitaí, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA – UFAL). A área de estudo está situada nas coordenadas 9° 29' 45" S e 35° 49' 54" W, com altitude de 165 m e 3 % de declividade. O solo onde as parcelas experimentais foram instaladas foi classificado como Latossolo Amarelo Coeso Distrófico EMBRAPA (1999).

A região apresenta clima quente e úmido, totais pluviométricos anuais elevados (1.500 - 2.000 mm), com o período chuvoso concentrado no outono-inverno, onde a precipitação equivale a 70 % do total anual, e o período seco na primavera – verão apresentando déficits hídricos elevados (Souza *et al.*, 2004). A temperatura média e a umidade relativa do ar são de 26 °C e 80 %, respectivamente.

Os tratamentos consistiram em cultivo da variedade de soja Monsoy 9350 e de *Brachiaria decumbens* STAPF, variedade Brasilik, nos sistemas: 1) preparo convencional do solo, 2) cultivo mínimo e 3) semeadura direta. O experimento obedeceu ao esquema de blocos casualizados com parcelas subdivididas em quatro repetições, tendo a área de cada parcela 80,0 m² (5,0 x 16,0 m). Cada sistema de preparo do solo correspondeu a uma parcela, sendo as subparcelas compostas pelos sistemas de cultivo, soja solteira e soja consorciada com *B. decumbens*.

Os atributos químicos do solo na profundidade de 0 – 20 cm, amostrados antes da instalação do experimento foram: pH em água: 4,82; MO: 35 g dm⁻³; P (Mehlich⁻¹): 35 g dm⁻³; H + Al, K, Ca+Mg e T apresentaram, respectivamente, 5,1; 31,9; 2,5 e 7,7 cmol_c dm⁻³. A saturação por base foi de 33,9 %. Noventa dias antes do plantio a área recebeu 3,5 t ha⁻¹ de calcário calcítico com 80 % de PRNT, objetivando elevar a saturação por bases para 70 %.

As operações realizadas para caracterização de cada tratamento foram as seguintes: preparo convencional – duas gradagens profundas e duas gradagens niveladoras; cultivo mínimo – uma gradagem profunda e uma subsolagem; plantio direto – dessecação da vegetação e semeadura sobre a palha de *B. decumbens* sem revolvimento do solo.

A semeadura da soja foi realizada no dia 08/05/2007, utilizando-se semeadora pneumática de tração tratorizada, com três linhas espaçadas de 0,50 m, colocando-se 15 - 17 sementes/linha. Anteriormente a semeadura, procedeu-se à inoculação das sementes com *Bradyrhizobium japonicum* (inoculante turfoso aplicado na dose equivalente a 0,60 kg 40 kg⁻¹ de sementes). Por ocasião do plantio toda área experimental recebeu 30, 60 e 80 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O ha⁻¹, respectivamente, aplicados no sulco de plantio na forma de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio.

O cultivo da *B. decumbens* foi realizado manualmente 25 dias após a emergência da soja (02/06/07), sendo esta semeada na entrelinha da soja a uma profundidade de três centímetros. A quantidade de sementes utilizada por hectare se deu por meio da divisão da constante 150 pelo valor cultural da semente (VC), fornecendo a quantidade de sementes de *B. decumbens* utilizadas em kg ha⁻¹.

Durante o período de florescimento da soja, foram coletadas as amostras de solo na proporção de 15 amostras simples, distanciadas 0,20 m da linha de cultivo, para compor uma amostra composta por parcela. Foram avaliadas as profundidades de 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 cm. As amostras de solo foram analisadas no Laboratório de Solos e Análise de Produtos Agropecuários do Departamento de Solos, Engenharia e Economia Rural do CECA – UFAL, de acordo com a metodologia de análises descrita pela EMBRAPA (1999).

Para determinação do pH, P, k, Na, Al trocável, Ca, Mg, MO, H + Al, calculando-se a CTC, V % e m %. Seguindo os seguintes critérios; pH em água na proporção de 1:2,5 (solo/água); fósforo, potássio e sódio, foram analisados de acordo com a metodologia de Mehlich ou Carolina do Norte, com duplo ácido (H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹ e HCl 0,05 mol L⁻¹), As bases foram analisadas em KCl 1 mol L⁻¹, enquanto o hidrogênio + alumínio foram determinados com acetato de cálcio 1 mol L⁻¹. A matéria orgânica foi analisada pelo método Walkley Black.

Os dados foram submetidos à análise de variância sendo as médias comparadas pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do software Sisvar (Ferreira, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados apresentados na Tabela 1, pode-se observar que os valores de pH foram maiores na camada de 0-10 cm decrescendo com ao aumento da profundidade (6,3; 5,6; 4,5; 4,6). Falleiro et al. (2003), obtiveram resultados similares ao do presente estudo, observando maiores valores de pH na camada superficial do solo, decrescendo com a profundidade. De Maria (1999) atribuiu este fenômeno às características tamponantes da MO e/ou ao aumento da força iônica da solução do solo, pelo incremento dos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^{+} na camada superficial.

Também constatou-se (Tabela 1), que não houve diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, para o pH, independente do sistema de manejo preparo do solo empregado, nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-30 cm, corroborando os dados obtidos por Bayer & Bertol (1999) e Bayer & Mielniczuk, (1997). A presença da gramínea não diferiu do cultivo sem gramínea para esta variável nas referidas profundidades.

Na camada de 30-40 cm (Tabela 1), o sistema convencional, com pH de 4,80, apresentou a maior média para esta variável. O sistema plantio direto, com pH de 4,65 apresentaram valores intermediários. Por outro lado, o sistema cultivo mínimo, com pH de 4,49, apresentou a menor média. Estes resultados podem estar refletindo o efeito da grade pesada no revolvimento do solo, a qual, atinge maior profundidade que os demais tratamentos, incorporando o calcário e os resíduos culturais a uma maior profundidade (Falleiro et al., 2003). A presença da *B. decumbens* em consorcio com a soja apresentou maior média (4,74), superando o sistema de cultivo da soja solteira (4,55) na camada de 30-40 cm.

Analisando os dados referentes à MO, observa-se que os valores deste variável decrescem em função do aumento da profundidade de amostragem do solo. Apresentando-se maiores na camada 0-10 cm (18,89 a 27,95 g dm^{-3}) e menores valores na camada 30-40 cm (10,82 a 15,17 g dm^{-3}).

Tabela 1 - pH, matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio + magnésio, capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V %) e saturação por alumínio (m %), submetidos a diferentes sistemas de preparo do solo e profundidades de amostragem

0-10 cm									
Tratamentos ⁽¹⁾	pH	MO	P	K	Ca+Mg	H+Al	CTC	V	m
	H ₂ O (1:2,5)	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	----- cmol _c dm ⁻³ -----				%
SC	6,30 C a	23,88 D c	25,00 B ab	34,95 B a	5,60 D a	2,40 B b	8,14 B a	70,38 D a	4,22 A b
PD	6,31 C a	18,89 D a	22,21 B a	47,00 B b	5,75 D ab	2,27 B ab	8,20 B a	72,29 D ab	3,73 A ab
CM	6,51 C a	23,25 D b	27,74 B b	33,91 B a	6,25 D b	1,93 B a	8,34 B a	76,80 D b	2,78 A a
C/B	6,33 a	23,14 a	23,70 a	46,33 b	5,73 a	2,32 b	8,24 a	71,69 a	3,55 a
S/B	6,42 a	24,00 a	26,27 a	30,91 a	6,00 a	2,08 a	8,22 a	74,62 b	3,59 a
DMS	0,21	3,95	0,63	8,72	0,59	0,36	0,45	5,11	1,01
CV	2,15	10,95	7,83	14,73	6,59	10,91	3,51	4,56	18,45
10-20 cm									
Tratamentos ⁽¹⁾	pH	MO	P	K	Ca+Mg	H+Al	CTC	V	m
	H ₂ O	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	----- cmol _c dm ⁻³ -----				%
SC	5,47 B a	19,12 C a	19,46 AB b	28,83 A a	2,99 C a	4,08 A a	7,17 B a	43,77 C a	11,09 B b
PD	5,70 B a	19,22 C a	15,52 AB a	29,25 A a	3,72 C b	5,09 A b	8,93 B b	43,10 C a	07,68 B ab
CM	5,81 B a	18,62 C a	13,92 AB a	27,66 A a	4,26 C c	4,84 A ab	9,23 B b	47,54 C a	05,58 B a
C/B	5,61 a	19,69 a	14,60 a	32,66 b	3,53 a	4,91 a	8,56 a	42,59 a	8,51 a
S/B	5,71 a	19,18 a	18,03 a	24,50 a	3,79 a	4,43 a	8,33 a	47,01 a	9,22 a
DMS	0,21	3,92	16,54	8,21	0,49	0,83	1,04	5,20	3,59
CV	2,51	13,17	66,12	18,75	8,81	11,71	8,05	7,58	28,86
20-30 cm									
Tratamentos ⁽¹⁾	pH	MO	P	K	Ca+Mg	H+Al	CTC	V	m
	H ₂ O	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	----- cmol _c dm ⁻³ -----				%
SC	4,61 A a	15,00 B a	17,48 B a	26,41 A a	1,38 B a	4,88 A a	6,36 A a	23,33 B a	38,46 C b
PD	4,58 A a	16,97 B a	28,94 B a	35,08 A b	1,83 B ab	4,68 A a	6,65 A a	30,27 B b	23,69 C a
CM	4,82 A a	15,29 B a	22,90 B a	36,29 A b	2,26 B b	4,89 A a	7,29 A b	32,71 B b	19,93 C a
C/B	4,56 a	16,66 a	25,09 a	38,77 b	1,79 a	4,77 a	6,70 a	28,56 a	25,71 a
S/B	4,78 a	16,51 a	21,12 a	26,41 a	1,86 a	4,86 a	6,84 a	28,98 a	29,01 a
DMS	0,35	2,89	13,97	12,15 a	0,47	1,20	1,52	5,58	7,84
CV	5,01	11,37	39,43	31,24	17,08	16,37	14,68	12,67	18,70
30-40 cm									
Tratamentos ⁽¹⁾	pH	MO	P	K	Ca+Mg	H+Al	CTC	V	m
	H ₂ O	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	----- cmol _c dm ⁻³ -----				%
SC	4,80 A b	10,82 A a	12,96 A a	23,20 A a	1,40 A a	4,35 A a	5,88 A a	27,41 A a	36,12 D a
PD	4,65 A ab	15,17 A b	15,04 A a	29,37 A b	1,18 A a	5,20 A a	6,51 A a	20,37 A a	40,39 D a
CM	4,49 A a	13,08 A ab	12,40 A a	29,91 A b	1,22 A a	5,25 A a	6,61 A a	20,55 A a	37,78 D a
C/B	4,74 b	12,91 a	14,40 a	27,66 a	1,33 a	5,42 b	6,08 a	21,50 a	36,30 a
S/B	4,55 a	13,13 a	12,53 a	27,33 a	1,20 a	4,45 a	5,79 a	24,05 a	39,89 a
DMS	0,27	3,25	22,41	9,77	0,29	1,65	1,39	8,08	8,92
CV	3,79	16,30	108,52	23,17	15,09	21,90	17,85	23,15	15,28

(SC) sistema convencional, (SSF) sistema Santa Fé, (PD) plantio direto e (CM) cultivo mínimo; soja solteira (S/B) e em consórcio (C/B) com a *Brachiaria decumbens*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si (Tukey a 5 %). Letras maiúsculas comparam valores das variáveis nas diferentes profundidades de amostragem. Letras minúsculas comparam valores das variáveis em cada profundidade.

Na camada de 0-10 cm, o teor de MO do sistema convencional (23,88 g dm⁻³) apresentou maior média, diferindo dos demais tratamentos. O sistema cultivo mínimo

(23,25 g dm⁻³), apresentou valores intermediários e o sistema Santa Fé apresentou menor média estatística para esta variável (18,89 g dm⁻³). As camadas de 10-20 e 20-30 cm não apresentaram variação estatística entre os sistemas de preparo do solo.

Na camada de 30-40 cm o sistema plantio direto apresentou maior média (15,17 g dm⁻³). O sistema cultivo mínimo apresentou valor intermediário não diferindo do sistema convencional (10,82 g dm⁻³), que apresentaram menor média estatística entre os demais tratamentos. A presença da gramínea em consórcio com a soja não apresentou diferença estatística sob o teor de matéria orgânica nas profundidades estudadas.

Resultados contrários aos obtidos neste estudo foram obtidos por Falleiro et al. (2003), Cadavid et al. (1998), Rheinheimer et al. (1998), Sá (1998) e Bayer & Bertol (1999), os quais obtiveram maior teor de MO na camada superficial, graças ao não-revolvimento do solo e à permanência dos resíduos culturais na sua superfície. Entretanto Vallejos (1998), em trabalhos realizados na mesma área, não encontraram diferenças significativas para os teores de MO e não apresentaram justificativa para tal ocorrência.

Os teores de P, das camadas de 0-10 e 20-30 cm apresentaram maiores médias para esta variável (22,21 a 27,74 mg dm⁻³ e 17,48 a 28,94 mg dm⁻³) respectivamente. A camada de 10-20 cm apresentou valor intermediário (13,92 a 19,46 mg dm⁻³), a profundidade de 30-40 cm apresentou a menor média (12,40 a 15,04 mg dm⁻³).

O resultado obtido para esta variável na camada de 20-30 cm pode ser explicado por Guertal et al. (1991), os quais, mostram que em solos sob sistema de plantio direto, independentemente da dose total de P aplicada, ocorre menor adsorção do elemento na camada de 0-20 cm, demonstrando decréscimo na retenção e possível aumento nas perdas por erosão. Dentre os fatores que podem ter contribuído para essa pequena migração de P, destaca-se a preservação das características físicas do solo no SPD, principalmente dos canais deixados pelas raízes em decomposição ou formados pela atividade biológica (Dick, 1983).

Entre os sistemas de preparo do solo na camada de 0-10 cm, o sistema cultivo mínimo apresentou maior média (27,74 mg dm⁻³) não diferindo do sistema convencional, que apresentou valor intermediário (25,00 mg dm⁻³). O sistema plantio direto apresentou a menor média para esta variável (22,21 mg dm⁻³). Este resultado diverge dos encontrados por outros autores (Falleiro et al. (2003), Klepker & Anghinoni (1995), Tognon et al.

(1997), Cadavid et al. (1998), Rheinheimer et al. (1998), Sá (1998, 1999), Vallejos M. (1998), Bayer & Bertol (1999) e Demaria et al. (1999)), os quais observaram maior acúmulo de P na camada superficial do sistema plantio direto.

Na camada de 10-20 cm o sistema convencional ($19,46 \text{ mg dm}^{-3}$) apresentou superioridade estatística. Contudo, os sistemas plantio direto e cultivo mínimo apresentaram médias inferiores ($15,52$ e $13,92 \text{ mg dm}^{-3}$).

Os sistemas de manejo do solo avaliados neste estudo não influenciaram o teor de P nas camadas de 20-30 e 30-40 cm. A presença da gramínea não diferenciou ao nível de 5% de probabilidade do cultivo sem gramínea para esta variável em todas as profundidades estudadas. O alto coeficiente de variação para os teores de P pode ser atribuído à aplicação de fertilizantes em linha, ao efeito residual da adubação e à exposição de camadas mais pobres desse nutriente, pelo processo de erosão superficial, como listaram Salviano et al. (1998)

De acordo com a Tabela 1, o teor de K apresentou maior valor na profundidade de 0-10 cm ($47,00$ a $33,91 \text{ mg dm}^{-3}$). As demais camadas avaliadas apresentaram médias inferiores não diferindo entre si. Falleiro et al. (2003), apresentaram resultados similares aos obtidos este estudo.

Para o teor de K na camada de 0-10 cm, o sistema plantio direto ($47,00 \text{ mg dm}^{-3}$) foi superior aos tratamentos convencional e cultivo mínimo ($34,95$ e $33,91 \text{ mg dm}^{-3}$). Estes resultados corroboram os obtidos por Rheinheimer et al. (1998), Vallejos M. (1998), Bayer & Bertol (1999), De Maria et al. (1999) e Almeida et al. (2005). Resultados discrepantes foram observados por Falleiro et al. (2003), que obtiveram menor teor de K disponível na camada superficial para o tratamento plantio direto. O mesmo relacionou este evento com a permanência do potássio na palhada, visto que, na semeadura direta, não há revolvimento do solo e, no momento da amostragem, a palhada não é coletada. Klepker & Anghinoni (1995) e Silveira & Stone (2001) não obtiveram efeitos dos sistemas de preparo do solo sobre os teores de K.

A concentração de K não sofreu influencia estatística significativa pelos sistemas de manejo do solo na camada de 10-20 cm. Na camada de 20-30 cm os sistemas cultivo mínimo e plantio direto apresentaram-se superiores ($36,29$ e $35,08 \text{ mg dm}^{-3}$), o sistema convencional apresentou a menor média ($26,41 \text{ mg dm}^{-3}$).

Na camada de 30-40 cm os sistemas cultivo mínimo e plantio direto (29,91 e 29,37 mg dm⁻³) foram superiores ao sistema convencional. A presença da *B. decumbens* em consórcio com a soja proporcionou aumento significativo na concentração de K nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm. Contudo, na camada de 30-40 cm a presença da gramínea não influenciou esta variável.

Para a variável Ca+Mg, houve decréscimo do teor destes nutrientes em função do aumento da profundidade de amostragem, tendo a camada de 0-10 cm a maior média e a camada 30-40 cm a menor expressão para esta variável. Fato este também observado por Almeida et al. (2005).

O sistema cultivo mínimo apresentou a maior média nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm (6,25; 4,26 e 2,26 cmol_c dm⁻³) respectivamente. Nas camadas de 0-10 e 20-30 cm este sistema não diferiu do sistema plantio direto. O sistema convencional, apresentou menor média nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-30 (5,60, 2,99 e 1,38 cmol_c dm⁻³).

Falleiro et al. (2003), observaram que os valores de Ca+Mg foram maiores na camada superficial do tratamento semeadura direta, e atribuindo ao não-revolvimento do solo e à reciclagem dos nutrientes pelas plantas. De Maria et al. (1999), Rheinheimer et al. (1998) e Vallejos (1998) não verificaram essas diferenças entre os sistemas de preparo do solo. Na camada de 30-40 cm esta variável não foi influenciada pelos sistemas de manejo do solo aqui estudados. A presença da *B. decumbens* consorciada com a soja não influenciou essa variável nas camadas estudadas.

Ao se observar os resultados referentes à variável, H+AL, (Tabela 1) a camada de 0-10 cm apresentou a menor média, contudo, as demais camadas aqui avaliadas não diferiram entre si.

A camada de 0-10 cm mostra que os sistemas convencional (2,40 cmol_c dm⁻³) e o plantio direto apresentaram superioridade estatística, o sistema cultivo mínimo apresentou menor média estatística (1,93 cmol_c dm⁻³). Contudo, na camada de 10-20 cm os sistemas plantio direto e cultivo mínimo não diferem entre si apresentando as maiores médias. Almeida et al. (2005), observaram que os teores de H + Al foram mais altos no sistema de semeadura direta que no preparo convencional.

Na camada de 0-10 cm, a menor média apresentada para o cultivo mínimo, pode ser explicada pelo maior valor do pH atingido por esse tratamento. Corroborando os resultados

de Gianello & Ernani (1983), que observaram redução da acidez potencial com o aumento do pH.

A presença do consórcio soja X *B. decumbens* apresentou valores maiores significativos nas profundidades 0-10 e 30-40.

Os resultados referentes à capacidade de troca catiônica (CTC), as camadas 0-10 e 10-20 cm (Tabela 1) apresentaram médias superiores diferindo das profundidades 20-30 e 30-40 cm, as quais apresentaram menores médias. Não houve variação estatística significativa em função dos sistemas de manejo do solo nas camadas de 0-10 e 30-40 cm.

Contudo, na profundidade de 10-20 cm os sistemas cultivo mínimo ($9,23 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e plantio direto ($8,93 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) apresentaram superioridade estatística. O sistema convencional apresentou menor valor ($7,17 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$). Rheinheimer et al. (1998), encontraram valores superiores de CTC pH 7,0 na camada superficial do SPD, em comparação ao convencional, e atribuíram o resultado ao aumento do teor de MO nessa camada. Bayer & Bertol (1999), também atribuíram o aumento da CTC nas camadas superficiais do SPD à elevação dos teores de MO, principalmente da fração ácidos húmicos, responsável pela formação de muitas cargas negativas no solo.

No perfil de 20-30 cm os sistemas cultivo mínimo ($7,29 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), apresentou maior média. Os sistemas plantio direto e convencional não diferiram entre si, ($6,65$ e $6,36 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) respectivamente. O consórcio soja X *B. decumbens* não apresentou influencia sob esta variável.

Os resultados obtidos para a saturação por bases (V %) encontram-se dispostos na Tabela 1. Com base nesses resultados, observa-se que houve decréscimo do valor dessa variável em função do aumento da profundidade de amostragem, fato este também observado por Leite et al. (2006). O sistema cultivo mínimo apresentou a maior média não diferindo do plantio direto ($76,80$ e $72,29 \%$), o sistema de preparo convencional apresentou a menor média ($70,38 \%$) na camada de 0-10 cm.

Os valores de (V %) obtidos neste estudo encontram-se acima do considerado ideal (70%) conforme relatado por Raij et al. (1997). Nas profundidades 10-20 e 30-40 cm os sistemas de manejo do solo aqui estudados não exerceram influência sob esta variável.

Contudo, na camada de 20-30 cm os sistemas cultivo mínimo e plantio direto (30,71 e 30,27 %) apresentaram as maiores médias diferindo do sistema convencional (23,33 %). A presença da *B. decumbens* influenciou negativamente esta variável na camada de 0-10 cm.

Quanto à saturação por Alumínio (m %), as camadas amostradas diferiram estatisticamente entre si, tendo a camada de 0-10 cm apresentado menor média e a 30-40 cm superior as demais. Na camada de 0-10 cm, os sistemas convencional e plantio direto, não diferiram entre si (4,22 e 3,73 %). O sistema cultivo mínimo apresentou menor valor para esta variável (2,78 %). O que pode ser justificado através dos resultados encontrados por Gianello & Ernani (1983), ao quais atribuem a redução do Al^{+3} ao aumento do pH.

Na camada de 10-20 cm os sistemas, convencional e plantio direto apresentam as maiores médias estatísticas (11,09 e 7,68 %). Os sistemas convencional e Santa Fé apresentaram valores intermediários (11,09 e 7,68 %) respectivamente. O cultivo mínimo apresentou menor valor para esta variável (5,58 %) sem diferir do plantio direto.

Na camada de 20-30 cm, o sistema convencional apresenta a maior média (38,46 %), diferindo dos sistemas plantio direto e cultivo mínimo (23,69 e 19,93 %), os quais não diferiram entre si. A camada de 30-40 cm não foi afetada pelos sistemas de manejo do solo aqui estudados. A presença da *B. decumbens* consorciada com a soja não influenciou essa variável nos tratamentos estudados.

CONCLUSÕES

1. Os sistemas de preparo do solo não influenciam o pH nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm. Porém as variáveis pH, MO, K, Ca+Mg e V % apresentam redução significativo de suas médias em função do aumento da profundidade de amostragem. As variáveis H+Al e m%, apresentam comportamento inverso, ocorrendo incremento de seus valores com o aprofundamento das camadas de amostragem.
2. O consórcio soja X *Brachiaria decumbens* ocasiona aumentos estatisticamente significativos nos teores de potássio nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, J. A.; Bertol, I.; Leite, D.; Amaral, do A. J.; Zoldan JR., A. W. Propriedades químicas de um cambissolo húmico sob preparo convencional e semeadura direta após seis anos de cultivo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, p. 437 - 445, 2005.
- Bayer, C. & Bertol, I. Características químicas de um Cambissolo húmico afetadas por sistemas de preparo, com ênfase à matéria orgânica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 23:687-694, 1999.
- Bayer, C. & Mielniczuk, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 21:105-112, 1997.
- Cadavid, L.F.; El-sharkawy, M.A.; Acosta, A. & Sanches, T. Long-term effects of mulch, fertilization and tillage on cassava grown in sandy soils in northern Colombia. *Field Crops Research*, 57:45-56, 1998.
- De Maria, I.C.; Nabude, P.C. & Castro, O.M. Long-term tillage and crop rotation effects on soil chemical proprieties of a Rholic Ferrasol in southern Brazil. *Soil Tillage Research*, v. 51, p. 71 - 79, 1999.
- Dick, W.A. Organic carbon, nitrogen and phosphorus concentrations and pH in soil profiles as affected by tillage intensity. *Soil Science Society of America Journal*, v.47, p. 102 - 107, 1983.
- Doran, J.W. & Parkin, T.B. Defining and assessing soil quality. In: Doran, J.W.; Coleman, D.C.; Bezdicsek, D.F. & Stewart, B.A. (Eds). *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison, Soil Science Society of America, 1994. p. 3 - 22. (Publication Number, 35)
- EMBRAPA - Embrapa, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Sistema brasileiro de classificação de solos. 1999. 412p,
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1999. 412p.
- Falleiro, R.M.; Souza, C.M.; Silva, C.S.W.; Sediyaama, C.S.; Silva, A.A. & Fagundes, J.L. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 27, p. 1097-1104, 2003.
- FERREIRA, D,F, Programa Sisvar – Versão 5.0, Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2007.

Guertal, E.A.; Eckert, D.J.; Traina, S.J. & Logan, T.J. Differential phosphorus retention in soil profiles under no-till crop production. *Soil Science Society of America Journal*, v. 55, p. 410 - 413, 1991.

Gianello, C. & Ernani, P.R. Rendimento de matéria seca de milho e alterações na composição química do solo pela incorporação de quantidades crescentes de cama de frango, em casa de vegetação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 7, p. 285 - 290, 1983.

Klepker, D. & Anghinoni, I. Características físicas e químicas do solo afetadas por métodos de preparo e modos de adubação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 19, p. 395 - 401, 1995.

Leite, G.H.M.N.; Eltz, F.L.F.; Amado, T.J.C.; Cogo, N.P. Atributos químicos e perfil de enraizamento de milho influenciados pela calagem em semeadura direta. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 30, p. 685 - 693, 2006.

Medeiros, J. da C, II, Carvalho, M, DA C, S, III, Freire, E,C, IV, Morello, C, de L, V, Oliveira, J, P, de, VI, Leandro, W, M, VII, barbosa, K, de A, VIII, Del'Acqua, J, M, IX, Fernandes, J,I, X, Santos, J,W, dos, Manejo da cultura do algodão com resultados de pesquisa em Goiás, Campina Grande, 2002, 18p, (Embrapa Algodão, Documentos, 98).

Merten, G.H.; Mielniczuk, J. Distribuição de sistema radicular e dos nutrientes em Latossolo Roxo sob dois sistemas de preparo de solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 15, n. 3, p. 369-374, 1991.

Medeiros, J. C.; Freire, E.C; Queiroz, J.C, de; Santos , J, W, dos S.; Acqua, J, M, del; Senhorelo, W, L,P; Andrade, F.P.; Santana, J. C. F.; Assunção, J. H.; Alves, I.; Fernandes, J, I.; Castro, R, de; Barbosa, K, de A, Resultados da Pesquisa do Algodão em Goiás: Safra 2000/2001. Campina Grande: Fundação GO/Embrapa Algodão/Fialgo, 2001. 124p.

Raij, B.van; Cantarella, H.; Quaggio, J.A. & Furlani, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônômico. 1997. 287p.

Rheinheimer, D.S.; Kaminski, J.; Lupatini, G.C. & Santos, E.J.S. Modificações em atributos químicos de solo arenoso sob sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 22, p. 713 - 721, 1998.

Sá, J.C.M. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S. & LOPES, A.S., eds. Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas. Lavras, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. p. 267 - 321.

Sá, J.C.M. Reciclagem de nutrientes dos resíduos culturais, e estratégia de fertilização para a produção de grãos no sistema plantio direto. In: Seminário sobre o sistema plantio direto na UFV. Viçosa, 1998. Resumo das palestras. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1998. p. 19 - 61.

Salviano, A.A.C.; Vieira, S.R. & Sparovek, G. Variabilidade espacial de atributos de solo e de *Crotalaria juncea* L. em área severamente erodida. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 22, p. 115 - 122, 1998.

Silveira, P.M. & Stone, L.F. Teores de nutrientes e de matéria orgânica afetados pela rotação de culturas e sistema de preparo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 25, p. 387 - 394, 2001.

Souza, J,L.; Moura Filho, G.; Lyra, R.F.F.; Teodoro, I.; Santos, E.A.; Silva, J,L da; Silva, P,R,T da; Cardim, A de H.; Amorim, E,C, Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar na região do Tabuleiro Costeiro de Maceió, AL, período de 1972-2001, *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 12, p. 131 - 141, 2004.

Tognon, A.A.; Demattê, J.A.M. & Mazza, J.A. Alterações nas propriedades químicas de latossolos roxos em sistemas de manejo intensivos e de longa duração. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 21, p. 271 - 278, 1997.

Vallejos M., F.J. Influência de sistemas de preparo do solo em algumas propriedades químicas e físicas de um Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico argiloso e na cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.). Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1998. 70p. (Tese de Mestrado).