

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**SISTEMAS DE PREPARO DE SOLO PARA CANA-DE-
AÇÚCAR EM SUCESSÃO COM AMENDOIM**

Juçara Aparecida André
Engenheira Agrônoma

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
2009

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**SISTEMAS DE PREPARO DE SOLO PARA CANA-DE-
AÇÚCAR EM SUCESSÃO COM AMENDOIM**

Juçara Aparecida André

Orientador: Prof. Dr. José Frederico Centurion

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Setembro de 2009

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Juçara Aparecida André – nascida em Jundiaí –SP, em 24 de outubro de 1982. Iniciou o curso de Graduação em Agronomia na Universidade Estadual Paulista, campus de Ilha Solteira (FEIS/UNESP) em agosto de 2002, e concluiu em julho de 2007. Foi bolsista Programa de Educação Tutorial (PET), onde realizou trabalhos de ensino, pesquisa e extensão, do período de maio de 2003 a julho de 2007. Em agosto de 2007 iniciou o curso de Pós Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, como bolsista CAPES, concluindo-o em setembro de 2009. Atualmente é supervisora corporativa do Grupo Moema, atuando no setor de Reflorestamento/ Meio Ambiente.

A minha mãe, Iracema Cassamassimo,
pelo apoio nesta trajetória,
dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Frederico Centurion, pela orientação e amizade.

Aos funcionários do Laboratório de Solos, em especial ao Gomes, pela ajuda na condução do experimento.

À minha família: Iracema, Tobi e Menininha, por tornar minha estada em Jaboticabal muito divertida.

Ao meu namorado, Leonardo Tuan, e a minha irmã, Márcia, pela dedicação e apoio.

Aos colegas Cristian Leonel, Tiago Silveira e Melina Espanhol, pela compreensão e amizade.

Ao meu amigo Elcides Silva, pelo companheirismo.

À CAPES, pela bolsa de estudos concedida.

Ao Grupo Moema, em especial ao Mitio Nakano e Renato Ferreira, por permitir e apoiar a continuação dos meus estudos.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	ii
PALAVRAS – CHAVE.....	ii
ABSTRACT.....	ii
KEYWORDS.....	iii
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	4
Introdução.....	4
Sistemas de preparo de solo.....	4
Propriedades físicas do solo.....	6
Referências.....	8
CAPÍTULO 2.....	11
Resumo.....	11
Palavras – chave.....	11
Introdução.....	11
Material e métodos.....	13
Resultados e discussão.....	18
Conclusões.....	23
Referências.....	24

SISTEMAS DE PREPARO DE SOLO PARA CANA-DE-AÇÚCAR EM SUCESSÃO COM AMENDOIM

RESUMO – O preparo de solo é a etapa mais importante na instalação de um canavial, pois proporciona melhores condições para o desenvolvimento da cultura. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de quatro sistemas de preparo de solo, utilizados na cultura do amendoim, sobre o desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar em sucessão, e sobre a qualidade física de um Latossolo Vermelho Distrófico. Os sistemas de preparo foram: plantio direto (PD), cultivo mínimo (CM), cultivo mínimo + gradagem (CM+G) e preparo convencional (PC). As subparcelas consistiram na presença ou ausência de palhada de cana-de-açúcar antes do preparo. A presença ou ausência de palhada não interferiu na produtividade, nem nos atributos físicos do solo em estudo. A maior produtividade de cana-de-açúcar foi obtida no PC (101,6 TCH). O CM teve os melhores resultados com relação aos atributos físicos do solo, porém teve a menor produtividade (61,4 TCH).

Palavras-chave: índice “S”, resistência do solo a penetração, *Saccharum* sp, SP 80- 3280.

SUGAR CANE CROPS TILLAGE SYSTEM IN SUCCESSION WITH PEANUT CROP

ABSTRACT - The tillage system is the most important stage in the sugarcane crop, because provide bests conditions to the crop development. In this way,

the objective of this work, was evaluate the effects of four tillage systems , used in a peanut crop, in a sugarcane crop development in sucession, and in an Oxisol. The tillage systems were: No tillage (PD), minimum tillage (CM), minimum tillage + leveling disc (CM+G) and conventional tillage (PC). The subplots made up of presence or absence of sugarcane straw before the tillage. The presence or absence of sugarcane straw not interfered in productivity e in the soil physical attributes in study. The bigger productivity was got in the conventional tillage (101,6 HTC). The CM had the best results in the soil physical attributes, but had a smaller productivity (61.4 HTC).

Keywords: index "S", soil resistance to root penetration, *Saccharum* sp, SP 80-3280.

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Introdução

Nos últimos anos, a cultura da cana-de-açúcar vem ganhando um grande impulso, devido a necessidade mundial de utilização de energia mais limpa e renovável. Assim, a lavoura canavieira vem se expandido pelo Brasil, e conseqüentemente, há a expansão das culturas comumente utilizadas nas reformas de canaviais, como a do amendoim, que por se tratar de uma leguminosa de ciclo curto, e com um bom retorno financeiro, é uma boa opção para os agricultores.

O uso intensivo de maquinário pesado, como ocorre na lavoura canavieira, pode causar alterações no solo, que podem levar a decréscimos na produção agrícola e ainda predispor o solo à erosão. Sendo assim, é de grandiosa importância se fazer um bom preparo de solo, antes da introdução da cultura utilizada na reforma do canavial, pois na maioria das vezes, o solo não é preparado novamente para o plantio da cana-de-açúcar em sucessão.

Proporcionar condições ótimas ao desenvolvimento das plantas deve ser um dos objetivos do preparo de solo. A descompactação do solo, que é um dos principais objetivos do preparo de solo, de acordo com KOCHHANN & DENARDIN (2000) facilita o desenvolvimento radicular das plantas, eleva a taxa de infiltração e a capacidade de armazenamento de água, aumenta a permeabilidade do solo.

Sistemas de preparo de solo

Os diferentes implementos disponíveis para o preparo do solo provocam alterações nas suas propriedades químicas, físicas e biológicas. Cada implemento trabalha o solo de maneira própria, alterando, de maneira diferenciada, estas propriedades (SÁ, 1998).

SOUZA et al. (2004), destacam que o cultivo inadequado pulveriza a superfície dos solos, deixando-os mais susceptíveis ao processo de erosão e propiciam a formação de impedimentos físicos logo abaixo das camadas movimentadas pelos equipamentos.

A compactação, a desestruturação do solo e a redução nos teores de matéria orgânica são considerados os principais indutores da degradação dos solos agrícolas. Tal degradação, com todas as suas implicações e conseqüências negativas, tem resultado no desafio de viabilizar sistemas de produção que possibilitem maior eficiência energética e conservação ambiental (KLUTHCOUSKI et al., 2000).

Assim, a utilização de sistemas de preparo com mínimo ou nenhum revolvimento do solo tem sido cada vez mais utilizado, por promover inúmeros benefícios, como: melhoria da estrutura, porosidade, retenção e infiltração da água no solo (BAYER,1996); atividade biológica (CATTELAN & VIDOR, 1990); conteúdo de carbono orgânico e nitrogênio total do solo, capacidade de troca de cátions e conteúdos de nutrientes (BAYER & MIELNICZUK,1997).

A escarificação do solo muitas vezes é utilizada isoladamente, sendo por isso considerada um sistema de preparo mínimo. Esta operação objetiva reduzir a densidade do solo e a sua resistência mecânica à penetração das raízes e aumentar a permeabilidade do solo, através do rompimento de camadas compactadas do solo. De acordo com RIPOLI et al. (2007), tais camadas podem estar localizadas mais superficialmente ou em maiores profundidades, que podem variar ente 20 e 50 cm, dependendo do histórico de uso e de operações agrícolas na área, e da classe do solo, pois alguns são mais suscetíveis a compactação que outros. QUEIROZ et al. (1998), avaliando cerca de 70.000 ha de Latossolo Roxo com a cultura de cana-de-açúcar, não encontrou áreas com densidades de solo superiores a 1,23 g/cm³.

Pelo fato do cultivo da cana-de-açúcar se caracterizar como uma monocultura, a prática do sistema plantio direto se torna inviável, uma vez que uma das exigências básicas para a consolidação do sistema não é cumprida: a

rotação de culturas. No entanto, na reforma do canavial, tem sido utilizado por alguns agricultores, o uso do cultivo mínimo e do plantio direto na palhada de cana, na semeadura da cultura em sucessão com a cana-de-açúcar, mas as avaliações normalmente não incluem os efeitos destes manejos sobre o desenvolvimento da cana-de-açúcar, que vem em sucessão.

Propriedades físicas do solo

Diferentes propriedades físicas têm sido utilizadas na quantificação da qualidade física do solo (TOPP & ZEBCHUK, 1979). Do ponto de vista biológico, um solo com boa qualidade física requer balanço entre aeração e retenção de água, além de resistência do solo à penetração não impeditiva ao crescimento e às funções fisiológicas das raízes (LETEY, 1985).

O volume e a natureza da porosidade de um solo estão correlacionados com outras propriedades, como a textura, a estrutura, a densidade aparente, a umidade do solo, entre outros, influenciando direta ou indiretamente, na infiltração, na permeabilidade ao ar e a água, na temperatura, na retenção da água e no crescimento das plantas (KIEHL, 1979). Vários autores relatam que a porosidade livre de água, ou seja, a porosidade de aeração, deve ser em torno de 10%, para que não restrinja a proliferação de raízes e redução na difusão de gases (TAYLOR, 1950; VOMOCIL & FLOCKER, 1961; BAVER et al., 1972, citados por KLEIN & CAMARA, 2007).

Segundo BORGES et al. (1998), a aplicação de níveis de compactação proporciona redução, de maneira linear, da porosidade total e do espaço de aeração.

Quanto a densidade do solo, de acordo com KIEHL (1979), de maneira geral, pode-se afirmar que, quanto mais elevada for a densidade aparente do solo, maior será sua compactação, menor será sua estruturação, menor sua porosidade total e conseqüentemente, maiores serão as restrições para o crescimento e desenvolvimento das plantas. De acordo com RIPOLI et al (2007), a alta densidade prejudica o desenvolvimento radicular e da parte aérea, resultando em menor produtividade, porém ainda é discutível o

significado de alta densidade para o desenvolvimento da cana-de-açúcar em determinado solo, ou seja qual é a faixa de densidade crítica.

O índice "S" avalia a porosidade estrutural que corresponde aos poros interpartículas, fendas, bioporos e poros macroestruturais resultantes do uso e manejo, sendo o maior valor de "S" equivalente a maior inclinação da curva de retenção de água, indicando melhor distribuição de poros e maior quantidade de poros com maior diâmetro (DEXTER, 2004). Segundo o autor, valores maiores que 0,035 indicam uma adequada distribuição de tamanho de poros e qualidade física do solo, independente do tipo de solo, em clima temperado.

A cultura da cana-de-açúcar ainda carece de estudos sobre o uso do índice S como indicador da qualidade física do solo. Para as culturas da soja e do milho, BEUTLER et al (2008) apresentou valores de índice S de 0,056 a 0,062, respectivamente como limitantes a produtividade.

Dentre os atributos físicos do solo com influência direta sobre o desenvolvimento das plantas, destaca-se a resistência mecânica do solo à penetração. De acordo com PEDROTTI et al. (2001), a qualidade física do solo pode ser determinada, dentre outros fatores, pelo grau da resistência que o solo oferece ao crescimento das raízes, uma vez que, em condições adversas, limita a elongação radicular e, conseqüentemente, reduz a produtividade vegetal.

A habilidade das raízes penetrarem no perfil diminui quando a densidade e a resistência do solo aumentam. Em solos com menor umidade, a coesão e a resistência do solo à penetração aumentam e a pressão hidrostática das células das raízes diminui, com conseqüente redução da força na coifa e na região meristemática para superar a resistência do solo (HAMZA & ANDERSON, 2005).

De maneira geral, considera-se de 2,0 a 2,5 MPa a faixa crítica de resistência do solo com redução importante no crescimento radicular (TAYLOR et al., 1966; TAYLOR, 1971), embora algumas espécies possam, mesmo em solos compactados, desenvolver o sistema radicular, em função das suas especificidades (ROSOLEM et al., 2002).

REFERÊNCIAS

BAYER, C. **Dinâmica da matéria orgânica em sistemas de manejo de solos**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996. 241 p. (Tese de Doutorado em Agronomia).

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Conteúdo de nitrogênio total num solo submetido a diferentes métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, p.235-239, 1997.

BEUTLER, A. N.; FREDDI, O. S.; LEONEL, C. L.; CENTURION, J. F. Densidade relativa e parâmetro "S" como indicadores da qualidade física para culturas anuais. **Revista de Biologia e Ciências da terra**, Campina Grande, v.8, n.2, p 28-36, 2008.

BORGES, E. N.; LOMBARDI NETO, F.; CORRÊA, G. F.; BORGES, E. V. S. Alterações físicas introduzidas por diferentes níveis de compactação em Latossolo Vermelho-Escuro textura média. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 9, p. 1663-1667, 1999.

CATTELAN, A.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa - MG, v.14, n.1, p. 133-142, 1990.

DEXTER, A.R. Soil physical quality: Part I.Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. **Geoderma**, Oxford, v. 120, n. 3, p. 201-14,2004.

LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop production. **Advance in Soil Science**, New York, v.1, p. 277-294, 1985.

HAMZA, M.A.; Anderson, W.K. Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. **Soil Tillage Research**, v.82 p.121-145, 2005.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**. Relações solo-planta. São Paulo: Ceres, 1979, 264 p.

KLEIN, V. A.; CAMARA, R. K. Rendimento da soja e intervalo hídrico ótimo em Latossolo Vermelho sob plantio direto escarificado. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa - MG, v.31, n.2, p 221-227, 2007.

KOCHHANN, R.A.; DENARDIN, J.E. **Implantação e manejo do sistema plantio direto**. Passo Fundo : EMBRAPA-CNPT, 2000. 36p.

PEDROTTI, A.; PAULETTO, E. A.; CRESTANAS, S.; FERREIRA, M. M.; DIAS, M. S.; GOMES, A. S.; TURATTI, A. L. Resistencia mecânica a penetração de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, Viçosa- MG, v. 25, n. 3, p. 521-529, 2001.

QUEIROZ-VOLTAN, R. B.; PRADO, H.; MORETTI, F. C. Aspectos estruturais de raízes de cana-de-açúcar sob efeito da compactação do solo. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 1, p. 49-55, 1998.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C.; CASAGRANDE, D. V.; IDE, B. Y. **Plantio de cana-de-açúcar: estado da arte**, p. 82- 90. 2ª ed. Piracicaba: T.C.C. Ripoli, 2007.

ROSOLEM, C.A.; FOLONI, J.S.S., TIRITAN, C.S. Root growth and nutrient accumulation in cover crops as affected by soil compaction. **Soil Tillage Research**, v. 65 p.109-115, 2002.

SA, 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, 1., Viçosa, 1998. Resumo das palestras. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1998. p.19-61.

SOUZA, Z.M.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G.T. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo em diferentes formas de relevo sob cultivo de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa – MG, v.28, n.3, p.937-944, 2004.

TAYLOR, H.M. Effect of soil strength on seedling emergence, root growth and crop yield. In: BARNES, K.K., org. compaction of agricultural soils. Madison, American Society of Agricultural Engineers, 1971. p. 292-305, 1971. (ASAE Monograph)

TAYLOR, H.M.; Roberson, G.M. & Parker, J.J. Soil strength-root penetration relations for medium-to-coarse-textured soil materials. **Soil Science**, v.102 p.18-22, 1966.

TOPP, G.C. & ZEBCHUK, W. The determination of soil-water desorption curves for soil cores. **Canadian Journal of Soil Science**.v. 59, p.19-26, 1979.

CAPÍTULO 2 - SISTEMAS DE PREPARO DE SOLO PARA CANA-DE-AÇÚCAR EM SUCESSÃO COM AMENDOIM

RESUMO – O preparo de solo é a etapa mais importante na instalação de um canavial, pois proporciona melhores condições para o desenvolvimento da cultura. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de quatro sistemas de preparo de solo, utilizados na cultura do amendoim, sobre o desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar em sucessão, e sobre a qualidade física de um Latossolo Vermelho Distrófico. Os sistemas de preparo foram: plantio direto (PD), cultivo mínimo (CM), cultivo mínimo + gradagem (CM+G) e preparo convencional (PC). As subparcelas consistiram na presença ou ausência de palhada de cana-de-açúcar antes do preparo. A presença ou ausência de palhada não interferiu na produtividade, nem nos atributos físicos do solo em estudo. A maior produtividade de cana-de-açúcar foi obtida no PC (101,6 TCH). O CM teve os melhores resultados com relação aos atributos físicos do solo, porém teve a menor produtividade (61,4 TCH).

Palavras-chave: índice “S”, resistência do solo a penetração, *Saccharum sp*, SP 80- 3280.

Introdução

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, com uma área cultivada, na safra 2006/07 de $6,19 \times 10^6$ ha e produção de $475,7 \times 10^6$ t de matéria-prima. A região centro-sul produziu $409,7 \times 10^6$ t (86% do total nacional). O maior Estado produtor foi São Paulo com 283×10^6 t (59, 5%), (RIPOLI et al., 2007).

O uso intenso de máquinas agrícolas, como ocorre na lavoura canavieira, pode provocar alterações nas propriedades físicas do solo,

causando sua compactação. Em solos compactados, a deficiência de aeração e a resistência mecânica do solo à penetração das raízes, comumente, são limitantes ao desenvolvimento das plantas, mesmo havendo água disponível (KLEIN & LIBARDI, 2000). O aumento da resistência a penetração e da densidade são conseqüentes da compactação do solo, que ocorre quando este é submetido a determinada pressão (STONE et al., 2002).

Modificações na estrutura do solo associadas à compactação e à perda da estabilidade dos agregados alteram a distribuição do tamanho dos poros, bem como a retenção, o movimento e a disponibilidade de água no solo (MACHADO et al., 2008).

Dos componentes do manejo, o preparo do solo é a atividade que mais influi nos seus atributos físicos, pois atua diretamente na sua estrutura (VIEIRA & KLEIN, 2007). CAMILOTTI et al. (2005), avaliando os efeitos de quatro sistemas de preparo de solo, feitos antes do plantio da cana-de-açúcar, não observaram efeitos significativos sobre o perfilhamento e produtividade da cultura, e nem mudanças na densidade do solo. DIAS et al. (2001), testando diferentes sistemas de preparo de solo, não verificou diferenças nas propriedades físicas do solo, embora tenha observado maior resistência a penetração nas áreas onde foi utilizado somente herbicida (plantio direto).

A utilização de técnicas agrícolas que promovam aumento na produção, melhoria das condições do solo, e, por conseguinte do ambiente, como o sistema plantio direto, vem sendo cada vez mais utilizadas na agricultura brasileira. Pelo fato do cultivo da cana-de-açúcar se caracterizar como uma monocultura, a prática do sistema plantio direto se torna inviável, uma vez que uma das exigências básicas para a consolidação do sistema não é cumprida: a rotação de culturas. No entanto, na reforma do canavial, tem sido pesquisado e até utilizado por alguns agricultores, o uso do cultivo mínimo e do plantio direto na palhada de cana, na semeadura da cultura em sucessão com a cana-de-açúcar, mas as avaliações normalmente não incluem os efeitos destes manejos do solo sobre o desenvolvimento da cana-de-açúcar, que vem em sucessão.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de quatro sistemas de preparo de solo, utilizados na cultura do amendoim, sobre o desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar em sucessão, e sobre a qualidade física de um Latossolo Vermelho distrófico.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no município de Guariba-SP, situado nas coordenadas geográficas: 21° 21'36" S e 48° 13'42" O, e com altitude média de 618 m. O clima é do tipo Cwa, segundo o sistema de classificação de Köppen. A área do estudo é utilizada comercialmente, e estava submetida ao sistema de colheita de cana crua com colheita mecânica por cinco anos. O solo da área experimental pertence a classe Latossolo Vermelho distrófico, típico, textura média, A moderado, caulínítico, hipoférrico (LVd), conforme EMBRAPA (2006)

O regime de chuvas, do período de janeiro de 2006 a dezembro de 2008 estão expostos na Figura 1.

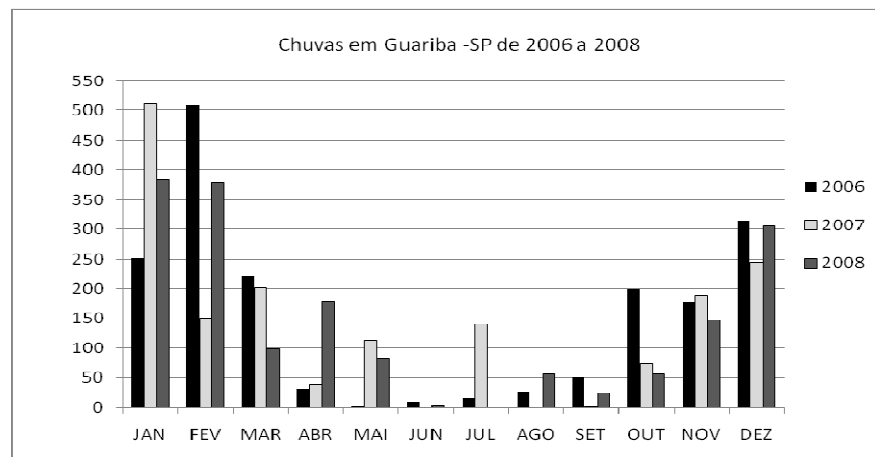


Figura 1. Regime chuvas em Guariba - SP, de 2006 a 2008.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em faixas, com seis repetições para cada tratamento. Os tratamentos consistiram

em quatro sistemas de preparo de solo, tendo a presença e a ausência de palhada como subparcela, de 10,5 x 7,5 m.

A diferença entre as subparcelas com palhada e sem palhada é que nesta última, um dia antes do preparo, a palhada da cana-de-açúcar antecessora ao amendoim, resultante da última colheita mecanizada, foi eliminada pela queima em área total da subparcela.

Os sistemas de preparo de solo realizados para a cultura do amendoim, em 11 de novembro de 2006, e que tiveram posteriormente seus efeitos foram avaliados na cultura da cana-de-açúcar, foram:

- Plantio direto (PD) - o solo foi revolvido apenas ao longo das linhas, por ocasião da sementeira, após a erradicação química da soqueira. Foi utilizada uma semeadora-adubadora marca Jumil®, modelo 2640 PD plus;
- Cultivo mínimo (CM)- foi utilizado nesse sistema, um escarificador de hastes rígidas, marca Baldan®, modelo ASDADR 07H, de arrasto, com discos de corte de palhada, sete hastes, espaçadas entre si em 0,25 m, e rolo destorroador, a uma profundidade de 0,20 m, após a erradicação química da soqueira;
- Cultivo mínimo + gradagem (CM+G) - após a erradicação da soqueira com glifosate, foi utilizado nesse sistema, um escarificador de hastes rígidas, marca Baldan®, modelo ASDADR 07H, de arrasto, com discos de corte de palhada, sete hastes, espaçadas entre si em 0,25 m, e rolo destorroador,, a uma profundidade de 0,20 m, e após, uma gradagem niveladora marca Super Tatu®, modelo GNF (número de discos: 44; largura de corte: 4090 mm; espaçamento dos discos: 195 mm; dimensões dos discos: 18"x 3,0 mm), de arrasto, a uma profundidade de 0,10 a 0,15 m;
- Preparo convencional (PC) – foi utilizado neste sistema uma grade intermediária, marca Marchesan Tatu®, modelo GAICR (número de discos: 24; dimensões dos discos: 28" x 6,0 mm; espaçamento: 270 mm), de arrasto, a uma profundidade de 0,15 a 0,20 m e uma passada de uma grade niveladora, marca Super Tatu®, modelo GNF (número de discos: 44; largura de corte: 4090 mm; espaçamento dos discos: 195 mm; dimensões dos discos: 18"x 3,0

mm), de arrasto, a uma profundidade de 0,10 a 0,15 m, após a erradicação química da soqueira.

Ainda em novembro de 2006 foi realizada a semeadura do amendoim cultivar IAC Tatu ST, empregado 250 kg ha⁻¹ da fórmula 02-20-20. Utilizou-se espaçamento de 0,90 m entrelinhas e distribuiu-se 30 sementes por metro. Em fevereiro de 2007, foi realizada a colheita manual.

Em março de 2007 a cana-de-açúcar variedade SP 80 3280, foi plantada no espaçamento de 1,5 m entrelinhas, e profundidade de 0,25 m. Os colmos foram dispostos de maneira a manter de 12 a 15 gemas viáveis por metro de sulco. As mudas tinham dez meses. A adubação de plantio foi realizada utilizando-se 500 kg ha⁻¹ da fórmula 2-20-20.

Aos oito meses após o plantio da cana-de-açúcar, foram avaliados:

- número de perfilhos por metro - foi realizado contando-se o número de perfilhos em 8 m de sulco, das duas linhas centrais da parcela, desse número de perfilhos, foi calculado o número de perfilhos por metro;

- altura de colmos- foram medidas a altura de 10 colmos das duas linhas centrais de cada parcela, excluindo-se 1 metro de cada extremidade.

Ainda no oitavo mês após o plantio da cana-de-açúcar, foram coletadas na entrelinha amostras deformadas nas camadas de 0,00 - 0,20 e de 0,20 - 0,40 m para análise química solo (Tabela 1), conforme metodologia de RAIJ et al. (1996), e indeformadas, nas profundidades de 0,00 - 0,10 ; 0,10 - 0,20 e de 0,20 – 0,30 m, para as seguintes determinações:

- resistência a penetração (RP) - foi determinada na tensão de 0,01 MPa, com duas repetições por amostra, na camada do cilindro de 0,01 a 0,02 m, perfazendo 100 leituras por repetição, que foram utilizadas para obtenção da RP média, determinada com o penetrômetro eletrônico estático com velocidade constante de penetração de 0,01 m min⁻¹, cone com ângulo de 30° e com área da base de 2,96 x 10⁻⁶ m², equipado com atuador linear e célula de carga de 20 kg acoplada a um microcomputador para a aquisição dos dados, conforme descrito por TORMENA et al. (1998), e por BENGOUGH et al. (2001);

- curva de retenção de água - as amostras foram submetidas a tensões de 0,001; 0,006; 0,01; 0,033; 0,06; 0,1 e 0,3 MPa, em câmaras de Richards (KLUTE, 1986), ao atingir o equilíbrio, foram pesadas e secas em estufa a ± 105 °C durante 24 horas para determinação do conteúdo de água em cada tensão (GARDNER, 1986);
- densidade do solo- conforme BLAKE & HARTGE (1986);
- microporosidade - equivalente ao conteúdo de água retida na tensão de 0,006 MPa, determinada em câmaras de pressão de Richards com placa porosa (KLUTE, 1986);
- porosidade total - segundo DANIELSON & SUTHERLAND (1986);
- macroporosidade obtida por diferença entre a porosidade total e a microporosidade;
- índice “S” - para sua determinação, as curvas de retenção de água foram ajustadas com o conteúdo gravimétrico de água, segundo modelo proposto por van GENUCHTEN (1980). A partir dos coeficientes ajustados no modelo foi calculado o índice “S”, segundo DEXTER (2004):

$$“S” = -n (\theta_{\text{sat}} - \theta_{\text{res}}) [1 + 1/m]^{-(1+m)}$$

onde: $m = 1 - 1/n$, n = coeficientes estimados no modelo de van Genuchten, θ_{sat} = saturação do solo, θ_{res} = conteúdo residual de água no solo (0,3 MPa).

Tabela 1. Análise química do Latossolo Vermelho distrófico, cultivado com cana-de-açúcar, submetido a diferentes sistemas de preparo de solo.

Profundidade (m)	pH (CaCl ₂)	M.O. (g dm ⁻³)	P resina (mg dm ⁻³)	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
				(mmolcdm ⁻³)						(%)
PCCP										
0,00-0,20	5,2	20	22	1,3	24	10	28	35,3	63,3	56
0,20-0,40	4,9	15	19	1,3	20	9	34	30,3	64,3	47
PCSP										
0,00-0,20	5,1	18	25	1,5	26	9	28	36,5	64,5	57
0,20-0,40	5,1	16	15	0,8	22	8	28	30,8	58,8	52

CM+GCP										
0,00-0,20	5,2	19	36	2,1	25	15	28	42,1	70,1	60
0,20-0,40	5,1	15	19	1,3	23	11	31	35,3	66,3	53
CM+GSP										
0,00-0,20	5,7	20	22	1,3	24	10	28	35,3	63,3	56
0,20-0,40	4,9	15	19	1,3	20	9	34	30,3	64,3	47
PDCP										
0,00-0,20	5,1	20	33	1,5	26	11	34	38,5	72,5	53
0,20-0,40	5,0	18	20	1,4	18	9	28	28,4	56,4	50
PDSP										
0,00-0,20	4,9	21	27	2,3	20	10	34	32,3	66,3	49
0,20-0,40	4,9	18	21	1,9	16	7	28	24,9	52,9	47
CMCP										
0,00-0,20	5,0	20	19	1,4	21	11	34	33,4	67,4	50
0,20-0,40	4,6	17	33	1,2	15	7	34	23,2	57,2	41
CMSP										
0,00-0,20	5,0	19	27	1,9	22	11	28	34,9	62,9	55
0,20-0,40	4,7	16	16	1,3	17	9	34	27,3	61,3	45

PCCP: plantio convencional efetuado com o solo coberto por palhada de cana-de-açúcar; PCSP: plantio convencional efetuado após a queima da palhada de cana-de-açúcar; CM+GCP: cultivo mínimo mais gradagem realizado com o solo coberto por palhada de cana-de-açúcar; CM+GSP: cultivo mínimo mais gradagem realizado após a queima da palhada de cana-de-açúcar; PDCP: plantio direto efetuado com o solo coberto por palhada de cana-de-açúcar; PDSP: plantio direto efetuado após a queima da palhada de cana-de-açúcar; CMCP: cultivo mínimo realizado com o solo coberto por palhada de cana-de-açúcar; CMSP: cultivo mínimo mais gradagem realizado após a queima da palhada de cana-de-açúcar.

Aos doze meses após o plantio, foi realizada a colheita das duas linhas centrais de cada subparcela, excluindo-se 1 metro de cada extremidade, visando obter a produtividade das mudas de cana-de-açúcar.

Resultados e Discussão

A Tabela 2 apresenta a produtividade da cana-planta colhida para muda aos doze meses, a altura de colmos e o número de perfilhos por metro. Observa-se que houve efeito significativo apenas quanto a produtividade, em função do uso de diferentes sistemas de preparo de solo. O cultivo mínimo apresentou a menor produtividade, diferindo significativamente dos demais tratamentos, e o plantio convencional a maior produtividade, embora não tenha diferido significativamente dos demais tratamentos. Mesmo não sendo estatisticamente significativo, o número de perfilhos por metro no CM foi quase 13% menor que no PC, influenciando a baixa produtividade do CM em relação ao PC.

Tabela 2. Produtividade da cultura, aos 12 meses após o plantio, altura de colmos e número de perfilhos por metro, aos 8 meses após o plantio, em função dos sistemas de preparo de solo e da queima ou não de palhada de cana de açúcar.

Tratamentos	Produtividade de (t/ha)	Altura de colmos (m)	N de perfilhos/m
Plantio convencional (PC)	101,6 A	0,48	9,5
Cultivo mínimo + gradagem (CM+G)	88,5 A	0,50	8,9
Plantio direto (PD)	84,0 A	0,49	9,2
Cultivo mínimo (CM)	61,4 B	0,50	8,3
Com palha	86,4 A	0,49	8,9
Sem palha	81,4 A	0,49	9,0
Sistema de preparo do solo (S)	13,1 **	0,51 ^{NS}	2,0 ^{NS}
Palha (PA)	1,2 ^{NS}	0,02 ^{NS}	0,1 ^{NS}
Interação (S x PA)	0,8 ^{NS}	0,21 ^{NS}	1,4 ^{NS}
CV (%)	19,1	6,76	14,3

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

OTSUBO et al. (2008), avaliando os efeitos do uso de plantas de cobertura e de sistemas de preparo do solo, na produtividade da cultura da mandioca, também observaram que a produtividade é influenciada pelos sistemas de manejo e preparo do solo, porém, foi o cultivo mínimo que promoveu incrementos na produtividade, quando comparado ao preparo convencional do solo.

Segundo MILLER & JAMES (1974), citados por MIALHE (1982), num experimento com 52 clones de cana-de-açúcar, os valores assumidos pelos coeficientes de regressão evidenciaram que a influência do diâmetro no peso dos colmos foi relativamente maior do que a influência do comprimento do colmo sobre o peso. Assim, as diferenças entre as produtividades dos tratamentos podem ser explicadas, provavelmente, pelas diferenças nos diâmetros dos colmos, diâmetros estes que foram visivelmente inferior no CM e no PD.

De acordo com a Tabela 3, a escarificação (CM) proporcionou valores inferiores de densidade do solo, microporosidade e resistência a penetração, que resultou em maior valor de índice S, indicando boa qualidade física para o crescimento das plantas.

Assim como o observado por TORMENA et al. (2004) e CAMARA & KLEIN (2005), a maior resistência a penetração foi encontrada no plantio direto (2,5 MPa), o que já era esperado, uma vez que o solo não era revolvido a mais de cinco anos, com exceção da semeadura e arranquio do amendoim e abertura do sulco para plantio da cana-de-açúcar. Sendo este o tratamento (PD com 84 TCH) estatisticamente igual ao tratamento com a maior produtividade (PC com 101,6 TCH), este trabalho concorda com o trabalho de PAULINO et al. (2004), que estudando os efeitos da escarificação na pós-colheita de cana-de-açúcar e nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho também não observaram redução na produção de cana-de-açúcar decorrentes do nível de compactação do solo.

Tabela 3. Densidade, porosidade total, microporosidade, macroporosidade, resistência a penetração (RP) e índice S de um Latossolo Vermelho, em função do sistema de preparo de solo, palhada e profundidade após o oitavo mês do plantio da cana-de-açúcar.

Tratamentos	Densidade (Mg m ⁻³)	Porosidade e Total (%)	Microporo- sidade (%)	Macroporo- sidade (%)	RP (MPa)	Índice S
Sistemas de preparo do solo						
Plantio convencional (PC)	1,41 A	33,48 B	25,14 AB	8,34 B	1,75B	0,033 B
Cultivo mínimo + gradagem (CM+G)	1,40 A	34,00 AB	25,56 A	8,44 B	1,21C	0,035 AB
Plantio direto (PD)	1,40 A	33,78 B	25,67 A	8,11 B	2,50A	0,032 B
Cultivo mínimo (CM)	1,32 B	36,21 A	24,01 B	12,20 A	1,19C	0,043 A
Palha						
Sem palha	1,39 A	34,19 A	25,14 A	9,05 A	1,69A	0,037 A
Com palha	1,38 A	34,53 A	25,03 A	9,50 A	1,63A	0,035 A
Profundidade (m)						
0 - 0,10	1,33 B	36,25 A	24,82 A	11,42 A	1,30B	0,042 A
0,10 - 0,20	1,41 A	33,67 B	25,43 A	8,23 B	1,63 B	0,034 B
0,20 – 0,30	1,41 A	33,16 B	25,02 A	8,16 B	2,05C	0,031B
Teste F						
Sistema de preparo do solo (S)	6,28 **	4,43 **	6,07 **	8,07 **	59,35**	4.234 *
Palha (PA)	0,07 ^{NS}	0,33 ^{NS}	0,14 ^{NS}	0,41 ^{NS}	0,44 ^{NS}	0,797 ^{NS}
Profundidade (P)	10,48**	10,43 **	1,35 ^{NS}	9,68 **	29,00**	7,610 **
Interação S x PA	0,26 ^{NS}	0,46 ^{NS}	0,72 ^{NS}	0,15 ^{NS}	26,96**	0,335 ^{NS}
Interação S x P	1,06 ^{NS}	0,60 ^{NS}	2,60 ^{NS}	1,75 ^{NS}	12,27**	0,572 ^{NS}
Interação PA x P	0,05 ^{NS}	0,25 ^{NS}	0,65 ^{NS}	0,37 ^{NS}	20,90**	0,350 ^{NS}
Interação S x PA x P	1,12 ^{NS}	0,85 ^{NS}	1,38 ^{NS}	1,41 ^{NS}	25,22**	0,417 ^{NS}
DMS 5% Sist. Prep. de solo	0,06	2,24	1,16	2,61	0,30	0,009
DMS 5% Palhada	0,03	1,19	0,61	1,39	0,16	0,005
DMS 5% Profundidade	0,05	1,76	0,91	2,05	0,24	0,007
CV(%)	5,13	7,30	5,18	31,56	23,65	28,73

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

Avaliando algumas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico, cultivado com mandioca, em sistemas de preparo de solo semelhantes ao do presente trabalho, TORMENA et al (2002), observaram que os sistemas de preparo mínimo (semelhante ao CM+G deste trabalho) e preparo convencional do solo proporcionaram condições físicas menos restritivas ao crescimento das plantas, promovendo aumentos na porosidade do solo, quando comparados ao plantio direto, o que discorda dos valores obtidos na Tabela 3, onde foi possível observar que a porosidade total e a macroporosidade foram significativamente maiores no cultivo mínimo, embora este não tenha proporcionado colmos mais pesados de cana-de-açúcar (pelas observações da Tabela 2), o que propõe que não foram as condições físicas do solo que interferiram na baixa produtividade deste tratamento.

Mesmo não interferindo na produtividade da cultura, a RP foi maior no PD e no PC, ocasionado um índice S inferior a 0,035, valor este estipulado como sendo o limite entre estrutura física degradada e não degradada (DEXTER, 2004). Embora os valores obtidos no índice S tenham coerência em relação aos resultados dos outros atributos físicos, para cultura da cana-de-açúcar este atributo não mostrou nenhuma correlação quanto a produtividade da cultura, sendo por isso necessários mais estudos sobre seu uso. Já BEUTLER et al (2008), encontraram correlação entre a produtividade das culturas de soja e de milho com o índice S, embora tenham encontrado valores superiores como limitantes da produtividade (0,056 a 0,062 , respectivamente).

As camadas mais superficiais apresentaram os maiores valores absolutos de S, embora não tenham sido estatisticamente significativos. A camada de 0,00 – 0,10 m também apresentou menor densidade. Isso pode ser explicado pela presença da matéria orgânica em maior quantidade na camada mais superficial do solo, o que concorda com CARVALHO et al. (1999). Já FALLEIRO et al.(2003), avaliando a influência de sistemas de preparo em um Argissolo Vermelho-Amarelo câmbico, não notaram aumento ou redução de densidade do solo com o aumento da profundidade.

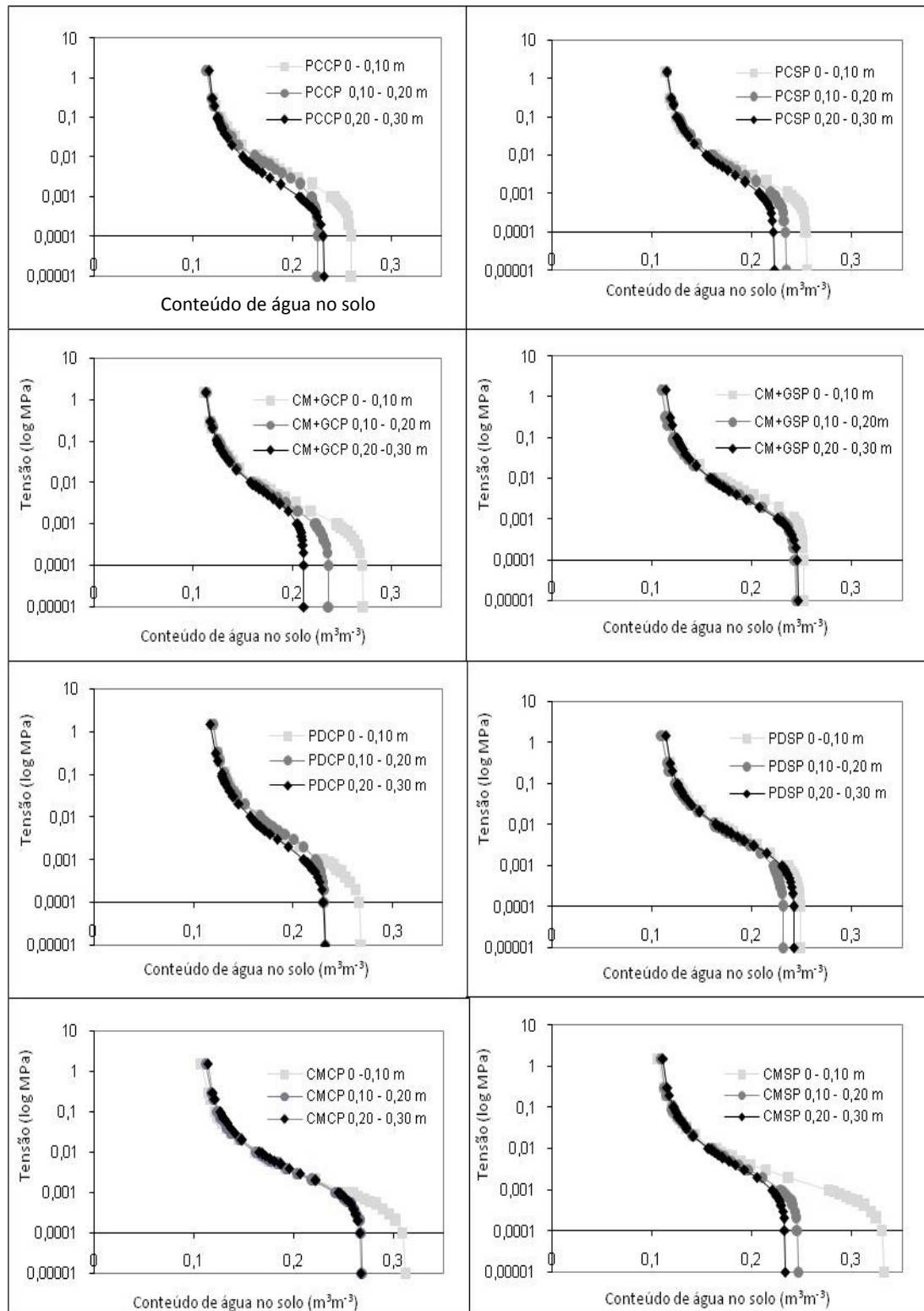


Figura 2. Curvas de retenção de água de um Latossolo Vermelho, submetido a diferentes preparos de solo.

Na Figura 2 estão apresentadas as curvas de retenção de água no solo, submetidos a diferentes sistemas de preparo, e em diferentes profundidades. Nas tensões superiores a 0,006, que corresponde à capacidade de campo, os diferentes sistemas de preparo de solo tiveram comportamento semelhantes, assim como nas diferentes profundidades.

Não houve nenhuma correlação entre as curvas de retenção de água no solo, com a densidade. ARAÚJO et. al (2004), observaram o aumento da densidade do solo promove um aumento da água retida, devido a predominância de poros de menor tamanho nas condições de maior densidade.

A queima da palhada da cana-de-açúcar antes do preparo de solo não interferiu nos atributos físicos do solo, nem nos componentes da produtividade da cultura, o que discorda de SOUZA et al. (2005), que observaram que a incorporação parcial dos resíduos culturais melhoram as condições físicas do solo e aumentam o potencial produtivo da cana-de-açúcar.

Conclusões

- 1- O sistema de preparo convencional apresenta maior produtividade da cana-de-açúcar variedade SP 80-3280, em relação aos demais preparos, embora não difira significativamente dos preparos cultivo mínimo mais gradagem e plantio direto.
- 2- O índice S, a resistência do solo a penetração, a densidade, a porosidade total e a macro e micro porosidade não são bons indicadores de qualidade física do solo, em relação a produtividade da cana-de-açúcar.
- 3- A eliminação da palhada de cana-de-açúcar antes do preparo do solo não influi nos atributos físicos do solo, nem na produtividade da cultura da cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. A.; TORMENA, C.A.; SILVA, A.P. Propriedades físicas de um Latossolo vermelho Distrófico cultivado e sob mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa – MG, v. 28, n. 2, p. 337-345, 2004.

BENGOUGH, A.G.; CAMPBELL, D.J.; O’SULLIVAN, M.F. Penetrometer techniques in relation to soil compaction and root growth. In: SMITH, K.A.; MULLINS, C.E. (Ed.). **Soil environmental analysis: physical methods**. 2.ed. Marcel Decher, 2001. p.377- 403.

BEUTLER, A. N.; FREDDI, O. S.; LEONEL, C. L.; CENTURION, J. F. Densidade relativa e parâmetro “S” como indicadores da qualidade física para culturas anuais. **Revista de Biologia e Ciências da terra**, Campina Grande, v.8, n.2, p 28-36, 2008.

BLAKE, G.R.; HARTGE, K.H. Bulk density. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods**. 2.ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p.363-375.

CAMARA, R. K.; KLEIN, V. A. Propriedades físico-hídricas do solo sob plantio direto escarificado e rendimento da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 4, p. 813-819, 2005.

CAMILOTTI, F.; ANDRIOLI, I.; DIAS, F. L. F.; CASAGRANDE, A. A.; SILVA, A. R.; MUTTON, M. A.; CENTURION, J. F. Efeito prolongado de sistemas de preparo do solo com e sem cultivo de soqueira de cana crua em algumas propriedades físicas do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 189-198, 2005.

CARVALHO, E. J. M.; FIGUEIREDO, M. S.; COSTA, L. M. Comportamento físico-hídrico de um Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico fase terraço sob diferentes sistemas de manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 2, p. 257-265, 1999.

DANIELSON, R.E. & SUTHERLAND, P.L. Porosity. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods** 2.ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p. 443-461.

DEXTER, A.R. Soil physical quality: Part I.Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. **Geoderma**, v. 120, n. 3, p. 201-14, 2004.

DIAS, F. L. F.; CASAGRANDE, A. A.; CAMPOS, M. S.; ANDRIOLI, I. Estudo agroeconômico de sistemas de preparo do solo em área de colheita mecanizada de cana crua. **STAB**, Ribeirão Preto, v. 19, n.8, p. 6-8, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FALLEIRO, R.M.; SOUZA, C.M.; SILVA, C.S.W.; SEDIYAMA, 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**, Viçosa – MG, v.27,n. 6, p.1097-1104, 2003.

GARDNER, W. E. Water content. In: Klute, A. (Ed.). **Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods**. 2.ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p. 493-544.

GENUCHTEN, M.T. van A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 44, n. 5, p. 892-898, 1980.

KLEIN, V. A.; LIBARDI, P. L. Faixa de umidade menos limitante ao crescimento vegetal e a sua relação com a densidade do solo ao longo do perfil de um Latossolo Roxo. **Ciência Rural**, v. 30, p. 959-964, 2000.

KLUTE, A. Water retention: Laboratory methods. In: KLUTE, A. (Ed). **Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods**. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p. 635-662.

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 –MG, v. 32, n.2, p.495-502, 2008.

MIALHE, L. G. **Características dimensionais e ponderais da produtividade da cana-de-açúcar**. Fundamentos para uma linha alternativa de pesquisa e desenvolvimento tecnológico na cultura canavieira. Piracicaba: Instituto do açúcar e álcool, 1982, p. 26.

OTSUBO, A. A.; MERCANTE, F. M.; SILVA, R. F.; BORGES, C. D. Sistemas de preparo do solo, plantas de cobertura e produtividade da cultura da mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n.3, p. 327-332, 2008.

PAULINO, A. F.; MEDINA, C.; AZEVEDO, M. C. B.; SILVEIRA, K. R. P.; TREVISAN, A. A.; MURATA, I. M. Escarificação de um Latossolo Vermelho na pós-colheita de soqueira de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa –MG, v.28, n. 5, p. 911-917, 2004.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, 2ª ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996, 285 p. (Boletim Técnico 100).

RIPPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C.; CASAGRANDE, D. V.; IDE, B. Y. **Plantio de cana-de-açúcar: estado da arte**, 2ª ed. Piracicaba: T.C.C. Ripoli, 2007, 197 p.

SOUZA, Z. M.; PRADO, R. M.; PAIXÃO, A. C. S.; CESARIN, L. G. Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.3, p.271-278, 2005.

STONE, L. F.; GUIMARÃES, C. M.; MOREIRA, J. A. A. Compactação do solo na cultura do feijoeiro - I Efeitos nas propriedades físico-hídricas do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.2, p.207-212, 2002.

TORMENA, C. A.; BARBOSA, M. C.; COSTA, A. C. S.; GONÇALVES, A. C. A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo de solo. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 4, p.795-801, 2002.

TORMENA, C. A.; VIDIGAL FILHO, P. S.; GONÇALVES, A. C. A.; ARAÚJO, M. A.; PINTRO, J. C. Influência de diferentes sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 8, n.1, p. 65-71, 2004.

VIEIRA, M. L.; KLEIN, V. A. Propriedades físico-hídricas de um Latossolo Vermelho submetido a diferentes temas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa – MG, v.31, n.6, p. 1271-1280, 2007.