

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

**USOS DO SOLO NA REFORMA DO CANAVIAL:
ATRIBUTOS FÍSICOS DE LATOSSOLOS, PRODUTIVIDADE
E QUALIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR NO 3º CORTE**

Bruno Vizioli
Engenheiro Agrônomo

**JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL
FEVEREIRO DE 2014**

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

**USOS DO SOLO NA REFORMA DO CANAVIAL:
ATRIBUTOS FÍSICOS DE LATOSSOLOS, PRODUTIVIDADE
E QUALIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR NO 3º CORTE**

Bruno Vizioli

Orientadora: Profa. Dra. Carolina Fernandes

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Ciência do Solo)

FEVEREIRO DE 2014

Vizioli, Bruno

O48f Usos do solo na reforma do canavial: Atributos físicos de Latossolos, produtividade e qualidade da cana-de-açúcar no 3º corte. / Bruno Vizioli. -- Jaboticabal, 2014
x, 26 p. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014

Orientadora: Carolina Fernandes

Banca examinadora: José Eduardo Corá, Maria Helena Moraes

Bibliografia

1. Agregação. 2. Densidade do solo. 3. Porosidade. 4. Resistência à penetração. 5. *Saccharum officinarum*. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 633.34:631.54



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: USOS DO SOLO NA REFORMA DO CANAVIAL: ATRIBUTOS FÍSICOS DE LATOSSOLOS, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR NO 3º CORTE

AUTOR: BRUNO VIZIOLI

ORIENTADORA: Profa. Dra. CAROLINA FERNANDES

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA (CIÊNCIA DO SOLO), pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. CAROLINA FERNANDES

Departamento de Solos e Adubos / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. JOSE EDUARDO CORA

Departamento de Solos e Adubos / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Profa. Dra. MARIA HELENA MORAES

Departamento de Solos e Recursos Ambientais / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu

Data da realização: 17 de fevereiro de 2014.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Bruno Vizioli – Nascido em Cândido Mota, estado de São Paulo, em 22 de março de 1989, viveu nesta cidade até agosto de 2002, quando se instalou na cidade de Palmas, capital do estado do Tocantins. Concluiu o ensino médio em 2006 no Colégio Albert Einstein. Em julho de 2007 concluiu o curso Técnico em Gestão do Agronegócio na Escola Técnica Federal de Palmas (atual IFTO). Em agosto de 2007 iniciou o curso de agronomia na Universidade Federal do Tocantins - Câmpus de Gurupi, sendo bolsista de permanência no período de julho de 2008 à junho de 2009 e bolsista de iniciação científica do CNPq de julho de 2009 a agosto de 2011. Participou de congressos científicos como: Congresso Brasileiro de Olericultura (Guarapari – 2010) e do Congresso Brasileiro de Ciência do Solo (Uberlândia – 2011 e Florianópolis – 2013). Recebeu aprovação no curso de mestrado em Agronomia (Ciência do Solo), da Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho – Câmpus de Jaboticabal” em maio de 2012 e em agosto do mesmo ano iniciou os estudos na referida instituição, sob orientação da Professora Doutora Carolina Fernandes. Recebeu o título de mestre em Agronomia (Ciência do Solo) em fevereiro de 2014. Em Março de 2014 iniciará os estudos a nível de doutorado na Universidade Federal do Paraná – Câmpus de Curitiba/Juvevê.

Nossas dúvidas são traidoras e nos
fazem perder o bem que poderíamos
conquistar se não fosse o medo de tentar.
(*William Shakespeare*)

A meu avô **Rinaldo Vizioli**,

que sempre me ensinou que a melhor forma de sermos um ser humano melhor é através da educação...

A **Alcir e Lúcia**,

que abriram mão de seus melhores momentos para a concretização desta...

A vós DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, Senhor Supremo, a quem agradeço sempre, pela saúde, inteligência e oportunidades que sempre me proporcionou e por estar ao meu lado em todos os momentos.

Aos meus pais, Alcir e Lúcia, que não mediram esforços para me proporcionar o melhor que podiam, por me formarem com caráter e humildade para aceitar minhas derrotas e não me tornar onipotente pelas conquistas.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”/FCAV, que através do programa de Agronomia (Ciência do Solo), me proporcionou a estudar nesta renomada instituição a qual sentirei sempre orgulho por fazer parte de minha carreira.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

À Paulo Rodrigues por ter cedido as duas áreas agrícolas e a infraestrutura necessária para a condução dos experimentos.

À minha orientadora Professora Doutora Carolina Fernandes, pela confiança no meu trabalho, pelos sábios e valiosos conselhos e por me proporcionar um crescimento pessoal e profissional imensurável.

A todos os professores da FCAV que de todas as formas contribuíram nesta jornada.

Ao professor José Carlos Barbosa, pelas análises, orientações estatísticas e pelas ótimas sugestões no exame geral de qualificação.

Ao professor José Eduardo Corá, pela valiosa contribuição no exame geral de qualificação e por aceitar compor a banca para avaliar esta dissertação.

À Professora Doutora Maria Helena Moraes da FCA/Botucatu, pela simpatia e disponibilidade em compor a banca para avaliar esta dissertação.

À Juliana Barilli, pela amizade e pelo incentivo para fazer o mestrado.

À Tiago Fieno, pela amizade e companheirismo em todos os dias de ir ao campo, “faça chuva ou faça sol”.

À todos os amigos que fiz na FCAV, que de forma singular fizeram este tempo inesquecível, nenhum será esquecido, as boas lembranças sempre serão carregadas em nossas memórias.

Aos amigos do laboratório de física do solo: Priscila Volante, Liliane, LLerme, Mirian, Fernando e Raquel, pelos momentos de descontração mas também pelo auxílio direto ou indireto que tenham exercido nesta etapa.

Aos amigos pessoais do Tocantins e professores da Universidade Federal do Tocantins, que sempre torceram para que esta etapa fosse concluída.

A todos MUITO OBRIGADO !!

SUMÁRIO

RESUMO.....	XI
ABSTRACT.....	XII
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	8
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
5. CONCLUSÕES.....	19
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20

USOS DO SOLO NA REFORMA DO CANAVIAL: ATRIBUTOS FÍSICOS DE LATOSSOLOS, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR NO 3º CORTE

RESUMO – A diversificação de culturas durante a reforma do canavial proporciona benefícios à estrutura dos solos e potencializa a produtividade do próximo ciclo da cultura. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes usos dos solos com diversificação de culturas no período de reforma do canavial em atributos físicos de um Latossolo Vermelho eutroférico (LVef) e de um Latossolo Vermelho ácrico (LVw) a produtividade e a qualidade da cana-de-açúcar no 3º corte. O delineamento foi em blocos, ao acaso, com cinco repetições e quatro tratamentos, sendo os tratamentos os distintos usos do solo durante a reforma do canavial: soja/milheto/soja; soja/crotalária/soja; soja/pousio/soja e soja. As variáveis analisadas nos dois solos foram: o teor de matéria orgânica, o índice de estabilidade de agregados, densidade do solo, resistência a penetração, macro, microporosidade e porosidade total nas camadas 0,00 - 0,10; 0,10 - 0,20; 0,20 - 0,40 e 0,40 - 0,60 metros. O diâmetro médio ponderado dos agregados dos dois solos foi determinado nas camadas de 0,00 - 0,10 e 0,10 - 0,20 metros. A produtividade e os parâmetros tecnológicos do terceiro corte da cana-de-açúcar não foram afetados pelos usos do solo durante a reforma do canavial. A agregação dos dois Latossolos, 30 meses após a reforma do canavial, não foi alterada. O tratamento soja/pousio/soja proporcionou menor densidade e resistência a penetração e maior porosidade total no Latossolo Vermelho ácrico 30 meses após a reforma do canavial. Um único cultivo de soja proporcionou maior porosidade total e menor densidade do solo no Latossolo Vermelho ácrico 30 meses após a reforma do canavial

Palavras-chave: Agregação, Densidade do solo, Porosidade, Resistência à penetração, *Saccharum officinarum*.

**SOIL USES IN THE SUGARCANE FALLOW PERIOD: PHYSICAL ATTRIBUTES
OXISSOLS, PRODUCTIVITY AND QUALITY OF SUGARCANE CUTTING IN THE
3RD**

ABSTRACT - The cultures diversification in retirement provides benefits to the sugar cane field soil structure and enhances the productivity of the next culture cycle. The objective of this study was to evaluate the physical characteristics of two Oxisols 30 months after the reform of the sugar plantation uses and productivity of the third cutting cane sugar. The experiment was conducted in two areas, an eutroferric Red Latosol and Acric Latosol, both located in Jaboticabal (SP). The design was a randomized block with five replications and four treatments, the treatments being distinct land uses during the renovation of the sugar plantation, the uses were: soybean / millet / soybean, soybean / sunn hemp / soybean, soybean / fallow / soybeans and soy. The variables analyzed in both soils were: organic matter content, the index of aggregate stability , bulk density, penetration resistance , macro and microporosity and total porosity in layers from 0.00 to 0.10 , 0.10 to 0.20 ; 0.20 to 0.40 and from 0.40 to 0.60 meters. The aggregate of the weighted average of the two soil layers was determined diameter from 0.00 to 0.10 and from 0.10 to 0.20 meters. Productivity and technological parameters of the third cutting of sugar cane were not affected by land use during the reform of the sugar plantation. The aggregation of the two Oxisols, 30 months after the reform of the sugar plantation, was not altered. Treatment soybean/fallow/soybeans yielded less density and penetration resistance and higher porosity in the Red Acrudox 30 months after the reform of the sugar plantation. Single soybean gave higher total porosity and lower bulk density in the Red Acrudox 30 months after the reform of the sugar plantation.

Keywords: Aggregation, soil density, porosity, penetration resistance, *Saccharum officinarum*

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) é a matéria prima para a produção de duas *commodities* de grande importância para a balança comercial brasileira: o açúcar e o etanol. O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar. Há perspectiva de aumento de 325 mil hectares na safra 2013/14 em relação à safra 2012/13, sendo o crescimento no estado de São Paulo de 132 mil hectares plantados com cana-de-açúcar para a safra 2013/14 em relação à safra passada (CONAB, 2013).

Conforme se aumenta a área cultivada com cana-de-açúcar aumenta-se também a área de canaviais em reforma, considerada uma prática economicamente viável por aumentar a produtividade do próximo cultivo de cana-de-açúcar e melhorar a qualidade do solo. Somente no estado de São Paulo deverá ter 797 mil hectares em reforma no ano agrícola de 2013/14 (CONAB, 2013).

Durante o período de reforma do canavial são cultivadas plantas de cobertura, que tenham, ao mesmo tempo, algum valor econômico e proporcionem melhorias na qualidade dos solos. De forma geral, no período da reforma, é feito um cultivo de leguminosa ou um cultivo de gramínea.

A diversificação de culturas é mais importante que a monocultura, quando se visa melhorar os atributos físicos dos solos. A soja é uma leguminosa muito utilizada durante a reforma do canavial como planta de cobertura, seu sistema radicular se associa a fungos e bactérias do solo e seus restos culturais têm baixa relação C:N. O uso de gramíneas como plantas de cobertura durante a reforma do canavial também é comum. Os resíduos de gramíneas proporcionam proteção ao solo por serem mais abundantes e têm degradação mais lenta do que os resíduos das leguminosas. As gramíneas se destacam pelo sistema radicular fasciculado que favorece a agregação e aeração do solo.

Os resíduos de leguminosas ou gramíneas, utilizadas como plantas de cobertura, ao se decomporem, incrementam os teores de matéria orgânica dos solos. Os atributos físicos dos solos são afetados positiva e negativamente pelos altos e baixos teores de matéria orgânica, respectivamente, visto que esta é um dos

principais agentes cimentantes. Logo, usos que promovem o incremento de matéria orgânica nos solos carecem de estudos mais detalhados.

Nos últimos anos o sistema de colheita de cana-de-açúcar sem queima tem se difundido nos canaviais do país. Este sistema permite o acúmulo da palhada no solo proporcionando inúmeros benefícios para a qualidade do solo e um possível aumento de produtividade sem perda da qualidade da cana-de-açúcar colhida. Diversos trabalhos relatam aumento de produtividade em canaviais com restos culturais de plantas de cobertura ou sob a palhada dos cortes anteriores da cana-de-açúcar, quando comparados a sistemas que ainda utilizam o fogo para facilitar a colheita.

Assim a hipótese testada neste trabalho foi de que a diversificação de culturas durante a reforma do canavial melhora os atributos físicos do solo e a produtividade da cana-de-açúcar no 3º corte.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes usos do solo no período de reforma do canavial em atributos físicos de um Latossolo Vermelho eutroférico (LVef) e de um Latossolo Vermelho ácrico (LVw) e a produtividade da cana-de-açúcar no 3º corte.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Os atributos físicos dos solos proporcionam condições ideais para o desenvolvimento do sistema radicular das culturas. Estes atributos exercem influências na estrutura do solo, resistência à penetração das raízes, bem como no fluxo de ar e água do solo (PORTUGAL et al., 2008; ROSIM et al., 2012). Dentre os indicadores de qualidade física dos solos estão a resistência do solo à penetração, porosidade (macro e microporosidade), sendo a agregação um dos atributos físicos mais afetados pelo manejo. Quando há diminuição no índice de agregados estáveis do solo, há indícios do mau manejo. Isto ocorre principalmente nas camadas superiores dos solos por sofrerem mais ações antrópicas (SOUZA; MARQUES JÚNIOR; PEREIRA, 2004).

A decomposição dos resíduos culturais mantidos no solo, promove alterações nos solos, pois incrementa os teores de matéria orgânica (Marcelo et al., 2009). Logo, práticas de manejo que promovem a melhoria destes atributos vêm ganhando destaque no cenário agrícola atual. Fernandes, Corá e Marcelo (2012) observaram após a reforma do canavial, que dois cultivos de soja neste período, proporcionaram maior macroporosidade na camada de 0,00 - 0,10 metros, de um Latossolo Vermelho eutroférico de textura muito argilosa. Os autores também concluíram que, resíduos de milho e de crotalária cultivados entre dois cultivos de soja durante a reforma do canavial promoveram a formação de agregados maiores na camada de 0,00 - 0,10 metros de um Latossolo Vermelho ácrico de textura argilosa.

A matéria orgânica é o principal agente cimentante dos solos. Para a formação e estabilização dos agregados do solo é necessária uma interação entre os minerais, cátions polivalentes, matéria orgânica, raízes e microrganismos (SCHJONNING et al., 2007). De acordo com Vezzani e Mielniczuk (2011), o aporte de 20 Mg ha⁻¹ de matéria orgânica aliado ao pouco revolvimento do solo, recuperaram a agregação de um Argissolo Vermelho de textura franco-argiloarenosa, próximo a condição de mata nativa. Os autores indicam que os macroagregados são formados por partículas simples, por ações de fungos, raízes e material vegetal em decomposição. Por isso, práticas que promovam um incremento

dos teores de matéria orgânica no solo, merecem ser difundidas, pois conseqüentemente, melhoram a agregação dos solos. A maior variedade de espécies vegetais utilizadas como cobertura e o vasto sistema radicular destas plantas aliados ao pouco revolvimento dos solos incrementam a formação de macroagregados no solo (LOSS et al., 2011; VEZZANI; MIELNICZUCK, 2011).

A manutenção dos resíduos das plantas de cobertura no solo proporciona inúmeros benefícios à agregação, conseqüentemente, melhora os outros atributos físicos dos solos. Solos em condições para o bom desenvolvimento radicular tem a agregação favorecida, o sistema radicular abundante (especialmente o das gramíneas) contribui para a agregação (LOSS et al., 2011). As gramíneas proporcionam maior cobertura vegetal ao solo, que diminui ou até mesmo impede a ação deletéria que o impacto das gotas das chuvas tem sob os agregados do solo (SALTON et al., 2008; KASPER et al., 2009). Loss et al. (2011) ao avaliarem a agregação de um Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa, sob sistema de integração gramínea-leguminosa (braquiária-soja), observaram maior valor de diâmetro médio ponderado dos agregados (DMP) e maior diâmetro médio geométrico dos agregados (DMG) nos tratamentos com a presença de restos culturais das duas plantas. Os autores atribuem estes resultados a associação das diferentes plantas. O sistema radicular da gramínea permanece mais tempo no solo o que favorece a agregação, já os restos culturais das leguminosas fornecem matéria orgânica de forma mais rápida ao solo do que os restos culturais das gramíneas. Assim a diversificação de cultivos é mais benéfica para a estruturação do solo do que o cultivo com uma única espécie vegetal (LOSS et al., 2011).

As leguminosas têm grande importância na agregação do solo, por possuírem sistema radicular pivotante que atinge camadas mais profundas do solo. Os resíduos de leguminosas apresentam baixa relação C:N, ou seja, rápida degradação. Este fato confere aos resíduos destas plantas incrementarem os teores de matéria orgânica nos solos mais rapidamente do que os resíduos de gramíneas (MONTEIRO et al., 2002). A matéria orgânica é rica em C orgânico (SALTON et al., 2008). A estabilidade e formação dos agregados estão ligados ao incremento de C orgânico nos solos. Andrade, Stone e Silveira (2009), relataram teores de matéria orgânica na camada de 0,00 - 0,20 metros de um Latossolo Vermelho distrófico de textura

argilosa de 20 g dm^{-3} sob resíduos de crotalária, feijão-guandu e estilosantes. Os autores relataram maior DMP nos tratamentos com resíduos de leguminosas, em relação aos tratamentos com resíduos de gramíneas, após um ano da presença das plantas de cobertura. Porém, o DMP avaliado dois anos após a instalação do experimento não apresentou diferença significativa entre os tratamentos com resíduos de gramíneas e leguminosas.

Solos com maiores índices de agregação tendem, a terem outros atributos físicos como a porosidade, densidade e resistência à penetração, em condições ideais para o desenvolvimento do sistema radicular das culturas. A diminuição de indicadores de qualidade física do solo, como a porosidade, é relatado por Flores et al. (2007), como sendo limitante ao desenvolvimento do sistema radicular da soja. Fonseca et al. (2007) observaram que o sistema de rotação de soja com braquiária em um Latossolo Vermelho distrófico proporcionou menor densidade e maior macroporosidade do que os tratamentos que eram constituídos somente com soja ou somente com braquiária. Os autores atribuem o benefício à maior produção de material vegetal que a diversificação de culturas proporciona, fornecendo maior cobertura vegetal ao solo.

Alterações negativas na agregação causam reflexos negativos em demais atributos físicos dos solos. Formação de agregados menores e baixos índices de estabilidade de agregados proporcionaram a diminuição de macroporos e o aumento da densidade de um Latossolo Vermelho de textura argilosa, sob resíduos de milho e tanzânia (SCHIAVO; COLODRO, 2012). Este quadro pode ser revertido com práticas que visam o incremento dos teores de matéria orgânica nos solos. Quanto maior for o teor de matéria orgânica nos solos, menor será a densidade, maior será a macroporosidade e a porosidade total (SILVEIRA NETO et al., 2006; JUHÁSZ et al., 2007; ANDRADE, STONE e SILVEIRA, 2009).

O tráfego de maquinários que os sistemas produtivos impõem leva a compactação dos solos sob cultivos. Como efeito negativo, a compactação dos solos leva ao aumento da resistência à penetração radicular e da densidade do solo, diminuição do espaço poroso, comprometendo a capacidade de aeração e armazenamento água (BERTONI E LOMBARDI NETO, 2008). Os parâmetros mais sensíveis à compactação dos solos, são a resistência a penetração e a densidade

do solo; quando há aumento destas variáveis o solo encontra-se em algum nível de compactação (TORMENA et al., 2004).

A presença de material vegetal sob o solo aumenta a superfície de contato das rodas dos maquinários e dissipa a energia antes do contato direto das máquinas com o solo (SOANE, 1990). Silva, Dias Júnior e Leite (2007), trabalhando em dois Latossolos argilosos, observaram que o tráfego de maquinários sobre resíduos vegetais atenuou em até 30% a compactação dos solos quando comparado aos tratamentos sem resíduos vegetais. A maior concentração de material vegetal na superfície do solo proporciona um efeito protetor contra as rodas dos maquinários e contra o impacto das gotas da chuva, recuperando a estrutura do solo, pois dissipa a energia de compactação (FERNANDES; GALLOWAY, 1987).

Souza et al. (2005), observaram maior densidade em um Latossolo Vermelho-Amarelo de textura média submetido a colheita mecanizada de cana-crua e comparado ao sistema de colheita manual com queimada. Segundo os autores, a passagem da colhedeira compactou até a camada de 0,20 metros. Luca et al., (2008) ao trabalharem com e sem palhada de cana-de-açúcar, em um Latossolo Vermelho distroférico (682, 200 e 90 g kg⁻¹ de argila, silte e areia), um Argissolo Vermelho-Amarelo (141, 50, 45 g kg⁻¹ de argila, silte e areia) e um Neossolo Quartzarênico (177, 150 e 865 g kg⁻¹ de argila, silte e areia) observaram menor densidade no solo com maior teor de argila. Os autores atribuíram a menor densidade a textura do solo. Solos mais argilosos tem proporcionalmente mais microporos do que solos arenosos, estes poros são mais resistentes a compactação, sendo os macroporos mais afetados pela compactação.

A compactação e o manejo da cobertura do solo têm influência na porosidade e na disponibilidade de água para o sistema radicular das plantas. A forma que a cobertura do solo é manejada pode alterar o volume de microporos e prejudicar o desenvolvimento do sistema radicular das culturas (CAVALIERI et al., 2009; FIDALSKI et al., 2010).

Para o bom desenvolvimento do sistema radicular das culturas, Tavares Filho, Barbosa e Ribon (2010), recomendam valores de macroporos superiores a 0,10 m³ m⁻³, este seria o valor ideal para que ocorressem as trocas gasosas. Entretanto, com a intensidade de operações agrícolas este valor tende a reduzir, sendo que, no

decorrer dos anos as operações agrícolas podem proporcionar diminuição da porosidade e aumento da densidade (CENTURION et al., 2007; BAQUERO et al., 2012).

A utilização de plantas de cobertura é uma técnica frequente nos canaviais quando se visa incrementar a produtividade e a qualidade da cana-de-açúcar produzida. Durante a reforma do canavial é recomendado, pelo menos, um cultivo de alguma leguminosa. O custo do cultivo destas plantas é relativamente baixo, visto que, elas recuperam a fertilidade do solo e promovem a formação e estabilização de agregados do solo; como consequência podem aumentar a produtividade e qualidade da cana-de-açúcar em até dois cortes de cana-de-açúcar (Ambrosano et al., 2005). Entre um corte e outro de cana-de-açúcar é natural que haja queda de produtividade. Ambrosano et al. (2011), ao avaliarem a produtividade da cana-de-açúcar, cultivada sob resíduos de crotalária juncea no período de reforma do canavial em um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, observaram que, no tratamento no qual a cana-de-açúcar foi cultivada sob os resíduos da leguminosa, a queda de produtividade entre os corte foi menor do que no tratamento que permaneceu em pousio. Os autores concluem que, produtividade e a qualidade do açúcar produzido em cinco cortes da cana-de-açúcar cultivadas sob resíduos de crotalária é superior a produtividade e qualidade do açúcar produzido em plantas cultivadas nos tratamentos sem a presença dos resíduos vegetais.

A qualidade da cana-de-açúcar produzida é tão importante quanto o aumento de produtividade, e este parâmetro, se dá por sua caracterização química. De acordo com Leme Filho (2005) estas características são definidas pelo: Pol (sacarose extraída de 100 ml de caldo de cana-de-açúcar); Brix (teor de sólidos solúveis extraídos de 100 ml de caldo de cana-de-açúcar) e os açúcares totais recuperáveis (ATR). Para a indústria sucroalcooleira os parâmetros mais importantes são os ATR e Pol. O Brix tem maior importância na área agrotécnica por ser um parâmetro de fácil mensuração (Klein, 2010).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento vem sendo conduzido desde o ano agrícola 2008/2009, em duas áreas localizadas no município de Jaboticabal - SP (21°14'05" S, 48°17'09" W e altitude média de 615 metros): uma com um Latossolo Vermelho eutroférico (LVef) de textura muito argilosa e caracterizada como ambiente A de produção de cana-de-açúcar e outra com um Latossolo Vermelho ácrico (LVw) de textura argilosa caracterizada como ambiente C de produção de cana-de-açúcar (Tabela 1). O clima foi caracterizado de acordo com a classificação climática de Köppen como Aw, com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e a do mês mais frio superior a 18°C e precipitação média anual de 1400 mm. As chuvas se concentram no período de outubro a março, podendo haver relativo período de seca de abril a setembro.

Tabela 1: Caracterização granulométrica e química do Latossolo Vermelho eutroférico (LVef) e do Latossolo Vermelho ácrico (LVw)

Metros	Latossolo Vermelho eutroférico (LVef)											
	Areia	Silte	Argila	M.O	pH (CaCl ₂)	P _(Res)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	CTC	V
	-----g kg ⁻¹ -----					mg dm ⁻³		-----mmolc dm ⁻³ -----				%
0,0 - 0,1	140	180	680	37,8	5,4	41	5,7	66	25	39	135,7	71
0,1 - 0,2	140	180	680	37,8	5,4	41	6,1	68	23	40	137,1	71
0,2 - 0,4	120	170	710	38,1	5,4	39	5,8	64	24	40	133,8	70
0,4 - 0,6	120	160	720	37,9	5,4	40	5,8	66	24	41	136,8	70
	Latossolo Vermelho ácrico (LVw)											
0,0 - 0,1	440	120	440	30,0	5,7	45	3,6	68	24	27	122,6	78
0,1 - 0,2	440	120	440	31,0	5,7	50	3,7	71	24	25	123,7	80
0,2 - 0,4	430	110	460	30,4	5,7	46	3,9	68	25	27	123,9	78
0,4 - 0,6	430	100	470	30,4	5,7	47	3,8	69	24	26	122,8	79

O delineamento experimental foi em blocos, ao acaso, com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos pelos distintos usos do solo no período de reforma do canavial, que ocorreu de outubro de 2008 a fevereiro de 2010. Os usos foram: soja/milheto/soja (SMS), soja/crotalária/soja (SCS), soja/pousio/soja (SPS) e soja (S).

Nos tratamentos SMS, SCS e SPS, a soja (*Glycine max*) foi cultivada nos períodos de outubro de 2008 a fevereiro de 2009 e outubro de 2009 a fevereiro de 2010. Nos meses de março a setembro de 2009, o solo foi cultivado com milheto

(*Pennisetum americanum*) (SMS) ou crotalária (*Crotalaria juncea*) (SCS) ou permaneceu em pousio (SPS). No tratamento S realizou-se um cultivo de soja no período de outubro de 2009 a fevereiro de 2010.

Cada parcela é constituída de uma área de 270 m² (18 metros de largura, por 15 metros de comprimento), contendo 16 linhas espaçadas por 1,5 metros. A área útil de cada parcela é constituída por 8 linhas centrais de cana-de-açúcar de 10 m de comprimento.

O plantio da cana-de-açúcar ocorreu após a reforma do canavial, em fevereiro de 2010, no sistema semi-mecanizado. Foi utilizada a variedade SP87365 e RB835054 no Latossolo Vermelho eutrófico e no Latossolo Vermelho ácrico, respectivamente.

Para a avaliação da agregação do solo foram determinados o diâmetro médio ponderado dos agregados (DMP) e o índice de estabilidade dos agregados em água (IEA) seguindo a metodologia de Nimmo e Perkins (2002)

Para a determinação do DMP foram coletadas amostras com estrutura preservada de solo, 30 meses após a reforma do canavial (agosto de 2012), em três pontos da área útil da parcela, constituindo uma amostra composta, nas camadas 0,00 - 0,10 e 0,10 - 0,20 metros.

Foram coletadas amostras deformadas de solo, 30 meses após a reforma do canavial (agosto de 2012), em três pontos da área útil da parcela, constituindo uma amostra composta, nas camadas 0,00 - 0,10; 0,10 - 0,20; 0,20 - 0,40 e 0,40 - 0,60 metros. À partir destas amostras foram determinados o IEA e o teor de matéria orgânica (M.O) pelo ataque químico com dicromato de potássio em meio sulfúrico (RAIJ, 2001).

No mesmo período citado anteriormente foram coletadas amostras indeformadas de solo, com auxílio de cilindro volumétrico (0,05 x 0,0475 metros) em três pontos da área útil de cada parcela nas camadas de 0,00 - 0,10; 0,10 - 0,20; 0,20 - 0,40 e 0,40 - 0,60 metros. A partir destas amostras foi determinada a densidade do solo (Ds) de acordo com a metodologia de Grossman e Reinsch (2002): a porosidade total (PT), macroporosidade (MAC) e a microporosidade (MIC) de acordo com a metodologia proposta pela Embrapa (1997). A determinação da resistência a penetração (RP) foi feita de acordo com Tormena, Silva e Libardi

(1998), utilizando-se penetrômetro estático da marca MARCONI, modelo MA 933, utilizando uma ponteira de 4 mm com velocidade de penetração de 10 mm minutos⁻¹. Foram calculadas as médias das triplicatas e os dados em quilograma força (Kgf) e foram transformados para Mega pascal (MPa).

O terceiro corte da cana-de-açúcar ocorreu em junho de 2013, nas duas áreas, foi determinada a produtividade considerando a colheita das quatro linhas centrais da área útil da parcela. A colheita foi manual, sem queima da palhada, em todas as parcelas, sendo o material colhido pesado e os dados expressos em Mg ha⁻¹. Após a colheita foram amostrados dez colmos de cana-de-açúcar, colhidos na área útil da parcela para a determinação do ATR (açúcar total recuperável), teor de sólidos solúveis (°Brix) e a sacarose (Pol da cana) (CONSECANA, 2003).

As variáveis foram submetidas a análise de variância, seguindo o delineamento em blocos ao acaso em parcela sub dividida, sendo os tratamentos principais os usos do solo no período de reforma do canavial e os tratamentos secundários as quatro camadas do solo analisadas. Foi feita a análise da interação entre os fatores, tratamento principal x tratamento secundário. Também foi realizada análise conjunta de dados, comparando os dois solos, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os usos do solo no período de reforma do canavial não alteraram o teor de matéria orgânica (M.O) do Latossolo Vermelho eutroférico (LVef) (Tabela 2) e do Latossolo Vermelho ácrico (LVw) (Tabela 3) 30 meses após a reforma do canavial.

Tabela 2: Matéria orgânica (M.O), diâmetro médio ponderado (DMP), índice de estabilidade dos agregados do solo (IEA), resistência a penetração (RP), densidade (Ds), porosidade total (PT), macroporosidade (MAC), microporosidade (MIC) Latossolo Vermelho eutroférico (LVef) 30 meses após a reforma do canavial.

TRATAMENTOS	M.O	DMP	IEA	RP	Ds	PT	MAC	MIC
	g kg ⁻¹	mm	%	MPa	Mg m ⁻³	-----m ³ m ⁻³ -----		
SMS	24,75	2,23	83,35	4,28	1,43	0,53	0,07	0,46
SCS	25,70	2,32	83,50	3,84	1,41	0,53	0,07	0,46
SPS	25,20	2,34	84,18	3,98	1,41	0,52	0,07	0,46
S	26,35	2,56	85,28	3,85	1,41	0,52	0,07	0,45
F⁽¹⁾	1,16 ^{NS}	1,31 ^{NS}	0,39 ^{NS}	2,74 ^{NS}	0,33 ^{NS}	1,26 ^{NS}	0,42 ^{NS}	1,66 ^{NS}
DMS⁽²⁾	2,68	0,51	5,93	0,46	0,05	0,01	0,02	0,01
CV (%)	11,18	16,16	7,52	13,86	4,46	2,48	33,42	3,70
CAMADAS								
0,0 - 0,10 m	33,75a	2,47	85,35	4,02	1,40	0,54a	0,05b	0,48a
0,10 - 0,20 m	29,95b	2,25	82,84	3,79	1,41	0,52b	0,07a	0,45b
0,20 - 0,40 m	22,25c	-	85,75	4,03	1,41	0,53ab	0,08a	0,44b
0,40 - 0,60 m	16,05d	-	82,37	4,11	1,43	0,52b	0,07a	0,45b
F⁽¹⁾	264,18**	4,24 ^{NS}	2,16 ^{NS}	1,21 ^{NS}	1,35 ^{NS}	5,08**	10,46**	40,17**
DMS⁽²⁾	1,83	0,22	4,40	0,12	0,03	0,01	0,01	0,01
CV (%)	8,54	16,88	6,22	3,99	2,54	2,16	23,26	3,41
INTERAÇÃO								
TxC	1,16 ^{NS}	0,86 ^{NS}	0,73 ^{NS}	0,670 ^{NS}	1,39 ^{NS}	1,25 ^{NS}	1,14 ^{NS}	0,68 ^{NS}

(¹) NS = não significativo; ** = significativo a 1% de probabilidade. Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p = 0,05). (²) Diferença mínima significativa.

O fato dos teores de MO não serem significativos 30 meses após a reforma do canavial, é atribuído à degradação dos restos culturais da soja, do milho e da crotalaria, diminuindo os efeitos das plantas de cobertura em aumentar os teores de M.O nos solos depois de 30 meses. Após o primeiro cultivo da soja houve sulcagem do solo para o plantio do milho (SMS) e da crotalaria (SCS) e após o período de pousio (SPS) houve sulcagem para o plantio da soja. Os resíduos foram degradados, pois, todas as parcelas foram submetidas ao processo de sulcagem do

solo que acelera o ciclo de transformação da matéria orgânica (Sousa Neto et al., 2008). Os autores não encontraram diferença significativa nos teores de matéria orgânica de um Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa, sob resíduos de soja, milho e crotalaria mantidos no solo para o plantio direto.

Os maiores teores de M.O foram determinados nas camadas de 0 - 0,10 metros LVef (Tabela 2) e do LVw (Tabela 3) diminuindo nas demais camadas. Os teores são maiores na camada superior do solo por esta apresentar maior quantidade de material vegetal, que é exposto às ações dos microrganismos que irão transformá-los em matéria orgânica (CENTURION, CARDOSO, NATALE, 2001; SOUZA, MARCELO, CENTURION 2012).

O LVef apresentou, em todas as camadas avaliadas, maiores teores de M.O quando comparado ao Latossolo Vermelho ácrico (Tabela 4). A diferença é pelo LVef ter maior teor de argila que o LVw, em solos tropicais ocorre aumento dos teores de M.O em solos mais argilosos, devido as condições de alta umidade e temperatura que estes solos se encontram (ORLANDO FILHO et al., 1998). Luca et al. (2008) ao avaliarem os teores de matéria orgânica de um Latossolo Vermelho distroférico (682, 200 e 90 g kg⁻¹ de argila, silte e areia), um Argissolo Vermelho-Amarelo (141, 50, 45 g kg⁻¹ de argila, silte e areia) e um Neossolo Quartzarênico (177, 150 e 865 g kg⁻¹ de argila, silte e areia), com e sem palhada da cana-de-açúcar, observaram 40% a mais de M.O no solo mais argiloso em comparação aos solos arenosos, independente do manejo de palhada adotado.

Os usos do solo não promoveram alterações na agregação do LVef (Tabela 2) e do LVw (Tabela 3) avaliados pelo diâmetro médio ponderado dos agregados (DMP) e pelo índice de estabilidade dos agregados (IEA). Provavelmente o teor de aproximadamente 37,0 e 30,0 g kg⁻¹ matéria orgânica existente no LVef e no LVw, respectivamente, antes da reforma do canal contribuiu para que os usos do solo não apresentassem efeito significativo na agregação dos solos. Vezzani e Mielniczuck (2011), não observaram diferenças significativas na agregação de um Argissolo Vermelho distrófico de textura franco argilo-arenosa submetido a diferentes formas de manejo quando o teor de matéria orgânica ultrapassou 20 g kg⁻¹. De acordo com os autores o efeito da matéria orgânica na agregação é finito, ou seja, a agregação aumenta até um certo limite de quantidade de matéria

orgânica. Sugere-se que os teores de matéria orgânica determinado no LVef e no LVw são suficientes para promover a agregação destes solos.

O IEA do LVw (Tabela 3) foi maior na camada de 0 - 0,10 metros (77,63a) e houve uma redução desta variável nas demais camadas do solo. A explicação para um maior IEA na camada de 0 - 0,10 metros do LVw, é pelo efeito da matéria orgânica ser mais evidente neste solo que tem maior teor de areia (440 g kg⁻¹). Luca et al. (2008) afirmaram que a resposta da matéria orgânica na agregação depende da granulometria do solo sendo a agregação de solos com maiores teores de areia mais influenciadas pela M.O.

Tabela 3: Matéria orgânica (M.O), diâmetro médio ponderado (DMP), índice de estabilidade dos agregados do solo (IEA), resistência a penetração (RP), densidade (Ds), porosidade total (PT), macroporosidade (MAC), microporosidade (MIC) do Latossolo Vermelho ácrico (LVw) 30 meses após a reforma do canavial.

TRATAMENTOS	M.O	DMP	IEA	RP	Ds	PT	MAC	MIC
	g kg ⁻¹	mm	%	MPa	Mg m ⁻³	-----m ³ m ⁻³ -----		
SMS	18,00	1,86	72,40	3,96ab	1,62ab	0,43ab	0,07	0,36
SCS	18,00	1,81	74,65	4,23a	1,64a	0,42b	0,06	0,36
SPS	19,00	1,92	71,64	3,62b	1,60b	0,44a	0,08	0,36
S	17,90	2,21	74,56	4,22a	1,59b	0,44a	0,08	0,36
F⁽¹⁾	0,51 ^{NS}	2,71 ^{NS}	1,40 ^{NS}	3,72*	5,80*	5,24*	2,03 ^{NS}	0,07 ^{NS}
DMS⁽²⁾	3,10	0,46	5,41	0,55	0,03	0,01	0,02	0,02
CV (%)	17,95	17,93	7,86	16,32	2,35	3,63	28,69	5,51
CAMADAS								
0,0 - 0,10 m	23,25 ^a	2,06	77,63a	4,16	1,61	0,44	0,07	0,37a
0,10 - 0,20 m	21,10 ^b	1,84	74,79ab	3,99	1,63	0,44	0,07	0,35b
0,20 - 0,40 m	16,25 ^c	-	71,63bc	4,03	1,62	0,44	0,07	0,36ab
0,40 - 0,60 m	12,95 ^d	-	69,18c	3,81	1,60	0,44	0,08	0,35b
F⁽¹⁾	158,15**	4,24 ^{NS}	9,94**	0,98 ^{NS}	0,94 ^{NS}	1,63 ^{NS}	0,46 ^{NS}	6,32**
DMS⁽²⁾	1,39	0,22	4,40	0,55	0,04	0,01	0,01	0,01
CV (%)	9,01	16,88	7,13	4,01	3,00	3,70	26,06	2,98
INTERAÇÃO								
TxC	0,94 ^{NS}	0,86 ^{NS}	1,23 ^{NS}	0,65 ^{NS}	0,99 ^{NS}	0,76 ^{NS}	1,30 ^{NS}	1,59 ^{NS}

(1) ^{NS} = não significativo; ** = significativo a 1% de probabilidade, * = significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p = 0,05). (2) Diferença mínima significativa.

O LVef apresentou os maiores índices de agregação quando comparado ao LVw (Tabela 4), com exceção do DMP na camada de 0 - 0,10 metros, que foi estatisticamente igual nos dois solos. O teor de argila e de matéria orgânica mais

elevado do LVef (680 g kg⁻¹ e 33,75 g kg⁻¹, respectivamente) pode ser a explicação para o maior IEA em todas as camadas e do maior DMP na camada de 0,10 - 0,20 metros neste solo. Souza et al. (2009) observaram que, a agregação de um Latossolo Vermelho eutrófico (textura muito argilosa, M.O de 25,04 g kg⁻¹) foi maior que a de um Latossolo Vermelho distrófico (textura argilosa, M.O de 15,05 g kg⁻¹) devido ao maior teor de argila e de matéria orgânica. Silva (2013), 18 meses após os usos do solo na reforma do canavial, observou maior IEA no LVef quando comparado ao LVw, confirmando as informações discutidas anteriormente.

O tratamento SPS proporcionou menor valor de resistência a penetração (RP) no LVw, em relação aos tratamentos SCS e S (Tabela 3). A RP do LVef (Tabela 2) não foi afetada significativamente pelos usos dos solos. Possivelmente, o menor tráfego de maquinários no período de pousio contribuiu para este resultado no LVw. Apenas uma passagem de trator foi suficiente para afetar significativamente a RP de um Latossolo Vermelho distroférico de textura argilosa, pois solos argilosos tendem a formar camadas compactadas mais facilmente em condições de baixa umidade do solo (Rosim et al., 2012). O tratamento SMS apresentou um valor de RP intermediário (3,96ab) ao tratamento SPS, provocado pelo sistema radicular do milho que é mais abundante e contribui para a descompactação do solo.

Os valores de RP estão acima do estabelecido por Taylor et al. (1966), sendo 2 MPa como o limite crítico para o desenvolvimento do sistema radicular das culturas. Entretanto, há uma controvérsia na literatura quanto ao limite máximo de RP para o desenvolvimento do sistema radicular das culturas. De acordo com Canarache (1990) os valores obtidos estão abaixo do limite crítico, que é de 5 MPa. Os níveis críticos de RP dos solos para o crescimento radicular podem variar de acordo com o tipo de solo e o tipo da cultura, sendo difícil afirmar limites críticos. Estes parâmetros estão sempre aliados a outras variáveis como a densidade e a umidade do solo (PORTUGAL, COSTA, COSTA, 2010). Silva et al. (2012) encontraram, na camada de 0,00 - 0,10 metros de um Latossolo Vermelho distrófico (380 g kg⁻¹ de argila) valores de RP de 5,36 MPa no sistema de colheita de cana-de-açúcar mecanizado, sem diminuir a produtividade e o desenvolvimento da cultura. Streck et al. (2004) afirmaram que a RP é mais influenciada por ações de manejo do que pelas características granulométricas do solo, podendo ser um ótimo indicativo

de degradação física dos solos, desde que não haja aumento neste atributo o manejo e o uso adotado no solo está ideal para o desenvolvimento das raízes.

Tabela 4: Matéria orgânica (M.O), diâmetro médio ponderado (DMP), índice de estabilidade dos agregados do solo (IEA), resistência a penetração (RP), densidade (Ds), porosidade total (PT), macroporosidade (MAC), microporosidade (MIC) do Latossolo Vermelho eutroférrico (LVef) e do Latossolo Vermelho ácrico (LVw) 30 meses após a reforma do canavial.

	M.O	DMP	IEA	RP	Ds	PT	MAC	MIC
	g kg⁻¹	mm	%	MPa	Mg m⁻³	-----m³ m⁻³-----		
0,00 - 0,10 m								
LVef	33,75a	2,47	85,35a	4,16	1,40b	0,53a	0,05b	0,48a
LVw	23,25b	2,06	77,64b	4,02	1,61a	0,44b	0,07a	0,37b
F⁽¹⁾	62,05**	8,57 ^{NS}	40,71**	0,17 ^{NS}	255,88**	252,14**	15,96*	1430,37**
0,10 - 0,20 m								
LVef	29,95a	2,25a	82,84a	3,79	1,41b	0,52a	0,07a	0,45a
LVw	21,10b	1,84b	74,79b	3,98	1,63a	0,43b	0,07a	0,35b
F⁽¹⁾	233,22**	14,02*	20,48*	0,41 ^{NS}	134,24**	151,03**	0,16 ^{NS}	750,86**
0,20 - 0,40 m								
LVef	22,25a	-	85,74a	4,02	1,41b	0,53a	0,08	0,44a
LVw	16,25b	-	71,63b	4,03	1,62a	0,43b	0,07	0,36b
F⁽¹⁾	100,00**	-	79,58*	0,00 ^{NS}	147,17**	189,03**	0,86 ^{NS}	288,22**
0,40 - 0,60 m								
LVef	16,05a	-	82,37a	4,11	1,43b	0,52a	0,07	0,45a
LVw	12,95b	-	69,19b	3,81	1,60a	0,44b	0,08	0,36b
F⁽¹⁾	320,33**	-	265,25**	4,00 ^{NS}	177,87**	219,21**	4,66 ^{NS}	442,63**

(1) NS = não significativo; ** = significativo a 1% de probabilidade, * = significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p = 0,05). (2) Diferença mínima significativa.

Os tratamentos SPS e S promoveram menor densidade do LVw (1,60b e 1,59b, respectivamente), enquanto o tratamento SMS promoveu um valor de Ds intermediário aos demais tratamentos (1,62ab) (Tabela 3). Entre as camadas do LVef e do LVw (Tabela 2 e Tabela 3) não houve diferença significativa na Ds. De acordo com Sousa Neto et al. (2008), o uso de plantas de cobertura e o cultivo sob a palhada das mesmas, não compacta o solo a níveis prejudiciais quando há operações de preparo apenas nas linhas, sem danos ao desenvolvimento do sistema radicular das culturas, fator este limitante a produtividade. Restos culturais de plantas de cobertura na camada superficial do solo evitam a perda de umidade, porque protegem os solos dos excessivos ciclos de umedecimento e ressecamento,

que contribuem para aumentar a Ds (WENDLING et al, 2005; SOUSA NETO et al., 2008).

Os valores de Ds variaram de 1,40 - 1,43 Mg m⁻³ no LVef e de 1,60 - 1,63 Mg m⁻³ no LVw (Tabela 4). O maior conteúdo de MO no LVef contribuiu para os menores valores de Ds. A Ds do solo pode diminuir com o aumento do conteúdo de MO, por esta preencher os espaços interagregados. (SILVEIRA NETO et al., 2006; JUHÁSZ et al., 2007; ANDRADE, STONE, SILVEIRA, 2009). A maior Ds no LVw é devida a massa da areia, que está em maior quantidade neste solo, proporcionando maiores valores de Ds. A areia proporciona maior volume de macroporos, que não são resistentes a compactação e são muito influenciados pelo manejo do solo.

Os usos do solo durante a reforma do canavial não alteram o volume da macro e microporosidade e da porosidade total (MAC, MIC e PT, respectivamente) do LVef 30 meses após a reforma (Tabela 3). Fernandes, Corá e Marcelo (2012), observaram, após a reforma do canavial deste experimento, que os tratamentos com dois cultivos de soja proporcionaram maior volume de MAC no LVef quando comparado ao tratamento com um único cultivo de soja. Silva (2013) não observou, 18 meses após a instalação deste experimento, diferença significativa da MAC do LVef em todos os tratamentos. Assim, indica-se que o efeito das plantas de cobertura, em aumentar a MAC, ocorre logo após a reforma do canavial, não promovendo aumento de MAC após 30 meses.

Houve menor volume de MAC e maior volume de MIC na camada de 0,00 - 0,10 metros do LVef, sendo a PT influenciada pela MIC. Menor volume de MAC devido ao tráfego de maquinários, que é mais prejudicial na camada superior do solo, assim menores valores de MAC resultam no incremento de MIC. Os MIC são influenciados pela textura do solo e por isso são difíceis de serem modificados, por serem poros resistentes a deformação (Sousa Neto et al., 2008). Observa-se neste trabalho que há redução nos volumes de MAC entre as camadas do LVef sem haver alterações na Ds, contrariando dados observados. Sousa Neto et al. (2008) e Matias et al. (2012) que afirmam que a MAC está diretamente ligada com as modificações da Ds.

Os tratamentos SPS e S promoveram maior PT do LVw, os demais tratamentos não alteraram o volume de MAC e MIC desse solo (Tabela 3). Os

maiores volumes de PT nos tratamentos SPS e S se deve a menor trânsito de maquinário nestas áreas, evidenciados pela menor RP e Ds no tratamento SPS e menor Ds no tratamento S. Não houve diferença significativa entre as camadas do LVw para o volume de MAC e de PT. O volume de MIC foi maior somente na camada de 0,00 - 0,10 metros.

Entre os solos observa-se maior volume de poros no LVef, com exceção de MAC na camada de 0,0 - 0,10 metros (Tabela 4). O maior volume de poros neste solo é devido ao maior teor de matéria orgânica, que contribui para diminuir a Ds, e aumentar os espaços porosos que podem ser ocupados por ar nos macroporos e água nos microporos (ANDRADE, STONE, SILVEIRA, 2009).

Os usos do solo durante a reforma do canavial não afetaram os teores de sólidos solúveis, Pol da cana e o açúcar recuperável no 3º corte de cana-de-açúcar cultivada no LVef e no LVw (Tabela 5). A planta é um bom parâmetro de qualidade física do solo, em tratamentos que apresentaram redução de algum indicador de qualidade física do solo e não tiveram efeito negativo na produtividade.

O sistema de colheita adotado neste experimento não queima a palhada e a mantém na superfície do solo, melhorando os atributos físicos dos solos que proporcionam produção de colmos maiores e, conseqüentemente, o aumento da produtividade da cana-de-açúcar (SOUZA et al., 2005). Os autores observaram que em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico a presença de palhada no solo proporcionou um aumento de 20 Mg ha⁻¹ de cana-de-açúcar em relação ao tratamento sem presença da palhada.

Os usos do solo durante a reforma do canavial não alteraram os parâmetros tecnológicos da cultura (sólidos solúveis e açúcar total recuperável) (Tabela 5). Os valores observados estão acima do mínimo ideal, segundo Silva et al. (2007) °Brix acima de 18 indica boa qualidade da cana-de-açúcar produzida. O ATR observado também está dentro da margem proposta por Oliveira et al. (1999), o qual sugere teores de açúcar total recuperável acima de 119 kg t⁻¹. O Pol da cana-de-açúcar colhida nos dois solos está dentro do estabelecido por Azevedo et al. (2003) que indica boa qualidade da cana-de-açúcar com Pol entre 16 - 21%. Porém, Klein (2010) sugere que os parâmetros tecnológicos da cultura da cana-de-açúcar sofrem influências da época de colheita e pelo potencial genético da cana-de-açúcar.

Tabela 5: Produtividade (Prod.) e parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar (sólidos solúveis - S.S, açúcar total recuperável - ATR e sacarose aparente por cento de caldo - Pol) do terceiro corte da cana de açúcar, no Latossolo Vermelho eutroférico e no Latossolo Vermelho ácido.

	Latossolo Vermelho eutroférico				Latossolo Vermelho ácido			
	Prod. Mg ha⁻¹	S.S °Brix	ATR kg t⁻¹	Pol %	Prod. Mg ha⁻¹	S.S °Brix	ATR kg t⁻¹	Pol %
SMS	77,90	18,59	144,83	16,61	75,60	19,14	149,44	17,24
SCS	108,50	18,43	143,24	16,38	82,60	18,93	147,92	17,11
SPS	101,76	19,10	149,97	17,24	68,60	19,02	149,75	17,19
S	89,47	18,06	140,04	15,89	69,40	19,82	154,48	17,87
F	1,43^{NS}	1,49^{NS}	1,62^{NS}	1,87^{NS}	0,45^{NS}	1,56^{NS}	0,84^{NS}	0,79^{NS}
DMS	48,80	1,49	13,69	1,71	38,95	1,40	12,99	1,66
CV(%)	26,80	4,28	5,04	5,54	29,06	3,87	4,60	5,07

5. CONCLUSÕES

1. Os usos do solo com diversificação de culturas durante a reforma do canavial não alteram a agregação do Latossolo Vermelho eutrófico e do Latossolo Vermelho ácrico 30 meses após a reforma do canavial.
2. Um período de pousio entre dois cultivos de soja proporciona menor densidade e resistência a penetração e maior porosidade total no Latossolo Vermelho ácrico 30 meses após a reforma do canavial.
3. Um cultivo de soja durante a reforma do canavial proporciona maior porosidade total e menor densidade no Latossolo Vermelho ácrico.
4. Os usos do solo durante o período de reforma do canavial não afeta a produtividade e a qualidade do 3º corte da cana-de-açúcar.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBROSANO, E. J.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G. M. B.; SHAMMASS, E. A.; DIAS, F. L. F.; ROSSI, F.; TRIVELIN, P. C. O.; MURAOKA, T.; SACHSM R. C. C.; AZCÓN, R. Produtividade de cana-de-açúcar após cultivos de leguminosas. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p. 810-818, 2011.

AMBROSANO, E. J.; TRIVELIN, P. C. O.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G. M. B.; SCHAMMASS, E. A.; GUIRADO, N.; ROSSI, F.; MENDES, P. C. D. MURAOKA, T. Utilization of nitrogen from green manure and mineral fertilizer by sugarcane. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, p. 534-542, 2005.

ANDRADE, R da S.; STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M da. Culturas de cobertura e qualidade física de um Latossolo em plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Capina Grande, v. 13, p. 411-418, 2009.

AZEVEDO, J.A.G.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C.; CARNEIRO, P.C.S.; LANA, R.P.; BARBOSA, M.H.P.; FERNANDES, A.M.; RENNÓ, F.P. Composição química bromatológica, fracionamento de carboidratos e cinética da degradação *in vitro* da fibra de três variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 32, n. 6, p. 1443-1453, 2003.

BAQUERO, J. E.; RALISCH, R.; MEDINA, C. C.; TAVARES FILHO, J.; GUIMARÃES, M. F. Soil physical properties and sugarcane and sugarcane root growth in a red oxisoil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, p.63-70, 2012.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, E. **Conservação do solo**, 6.ed. São Paulo, 2008. p. 121-123.

CANARACHE, A. Penet – a generalizade semi-empirical model estimating soil resistance to penetration. **Soil Tillage Research**, Columbus, v. 16, p. 51-70, 1990.

CAVALIERI, K. M. V.; SILVA, A. P. da.; ARVIDSSOM, J.; TORMENA, C. A. Influência da carga mecânica de máquina sobre as propriedades físicas de um Cambissolo Háplico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 477-485, 2009.

CENTURION, J. F.; CARDOSO, J. P.; NATALE, W. Efeito de formas de manejo em algumas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho em diferentes agroecossistemas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, p. 254-258, 2001.

CENTURION, J. F.; FREDDI, O. S.; ARATANI, R. G.; METZNER, A. F. M.; BEUTLER, A. N.; ANDRIOLI, I. Influência do cultivo de cana-de-açúcar e da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos Vermelhos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p.199-209, 2007.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: Cana-de-açúcar terceiro levantamento, dezembro de 2013**. Brasília, 2013.

CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ALCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CONSECAN. **Manual de Instruções**, Piracicaba, 2003, 116p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual e métodos de análise de solo**. 2ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

FERNANDES, B.; GALLOWAY, H. M. Efeito das rodas do trator em propriedades físicas de dois Latossolos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 34, p. 562-568, 1987.

FERNANDES, C.; CORÁ, J. E.; MARCELO, A. V. Soil uses in the sugarcane fallow period to improve chemical and physical properties of two Latosols (Oxisols). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 283-294, 2012.

FILDALSKI, J.; AULER, P. A. M.; BERALDO, J. M. G.; MARUR, C. J.; BARBOSA, G. M. C.; FARIA, R. T. Availability soil water under tillage systems, mulching management and citrus rootstocks. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, p. 917-924, 2010.

FLORES, J. P. C.; ANGHINONI, I.; CASSOL, L. C.; CARVALHO, P. C. F.; LEITE, J. G., D. B.; FRAGA, T. I.; Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistemas plantio direto em integração lavoura pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 771-780, 2007.

FONSECA, G. C.; CARNEIRO, M. A. C.; COSTA, A. R.; OLIVEIRA, G. C de.; BALBINO, L. C. Atributos físicos, químicos e biológicos de Latossolo Vermelho distrófico de cerrado sob duas rotações de cultura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, p. 22-30, 2007.

GROSSMAN, R. B.; REINSCH, T. G. Bulk density and linear extensibility. In: DANE, J.H.; TOPP, G.C. (eds.). **Methods of soil analysis**. Madison: Soil Science Society of America, 2002. Part 4, p.201-228. (Book-Series, 5).

JUHÁSZ, C. E. P.; COOPER, M.; CURSI, P. R.; KETZER, A. O.; TOMA, R. S. Savanna woodland soil micromorfology related to water retention. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 64, p. 344-354, 2007.

KASPER, M.; BUCHAN, G.D.; MENTLER, A.; BLUM, W.E.H. Influence of soil tillage systems on aggregate stability and the distribution of C and N in different aggregate fractions. **Soil and Tillage Research**, v.105, p.192-199, 2009.

KLEIN, V. **Características agronômicas, químicas e bromatológicas de variedades de cana-de-açúcar para uso forrageiro**. 2010. 39f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2010.

LEME FILHO, J.R.A. **Estudo comparativo dos métodos de determinação de estimativa dos teores de fibra e de açúcares redutores em cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2005. 151p. Dissertação (Mestrado em Ciência e tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; PERIN, A.; ANJOS, L. H. C dos. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, p. 1269-1276, 2011.

LUCA, E. F de.; FELLER, C.; CERRI, C. C.; BARTHÈS, B.; CHAPLOT, V.; CAMPOS, D. C.; MANECHINI, C. Avaliação de atributos físicos e estoques de carbono e nitrogênio em solos com queima e sem queima de canavial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p.789-800, 2008.

MARCELO, A. V.; CORÁ, J. E.; FERNANDES, C.; MARTINS, M. R.; JORGE, R. F. Crop sequences in no-tillage system: effects on soil fertility and soybean, maize and rice yield. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 417-428, 2009.

MATIAS, S. S. R.; CORREIA, M. A. R.; CAMARGO, L. A.; FARIAS, M. T de.; CENTURION, J. F.; NÓBREGA, J. C. A. Influência de diferentes sistemas de cultivos nos atributos físicos e no carbono orgânico do solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7 p. 414-420, 2012.

MONTEIRO, H. C de. F., CANTARUTTI, R. B., NASCIMENTO JÚNIOR, D., REGAZZI, A. J.; FONSECA, D. M da. Dinâmica de decomposição e mineralização de nitrogênio em função da qualidade de resíduos de gramíneas e leguminosas forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.3, p.1092-1102, 2002.

NIMMO, J. R.; PERKINS, K. S. Aggregate stability and size distribution. In: DANE, J. H.; TOPP, G. C.; eds. **Methods of soil analysis**. Madison, Soil Science Society of America, 2002. Part 4, p.317-328 (SSSA, Book-Series, 5).

OLIVEIRA, M.D.S.; TOSI, H.; SAMPAIO, A.A.M.; VIEIRA, P.F.; SANTIAGO, G. Avaliação de duas variedades de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tempos de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.8, p.1435-1442, 1999.

ORLANDO FILHO, J.; ROSSETO, R.; MURAOKA, T.; ZOTELLI, H. B. Efeitos de sistemas de despalha (cana crua x cana queimada) sobre algumas propriedades do solo. **STAB-Açúcar e Álcool Subprodutos**, Piracicaba, v. 16, p. 30-34, 1998.

PORTUGAL, A. F.; COSTA, O. D. A. V.; COSTA, L. M da.; SANTOS, B. C. M. Atributos químicos e físicos de um Cambissolo Háplico Tb sob diferentes usos na zona da mata mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p. 249-258, 2008.

PORTUGAL, A. F.; COSTA, O. D. V.; COSTA, L. M da. Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da Zona da Mata mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, p. 575-585, 2010.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H. & QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agrônomo, 2001. 284p.

ROSIM, D. C.; MARIA, I. C de.; SILVA, R. L e.; SILVA, A. P da. Compactação de um Latossolo Vermelho distroférico com diferentes quantidades e manejo de palha na superfície. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 4, p. 502-508, 2012.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 11-21, 2008.

SCHIAVO, J. A.; COLODRO, G. Agregação e resistência à penetração de um Latossolo Vermelho sob sistema de integração lavoura-pecuária. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 3, p. 406-412, 2012.

SCHJONNING, P.; MUNKHOLM, L. J.; ELMHOLT, S.; OLESEN, J. E. Organic matter and soil till in arable farming: management makes a difference within 5-6 years. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Philadelphia, v. 122, p. 157-172, 2007.

SILVA, A. R.; DIAS JÚNIOR, M. de. S.; LEITE, E. P. Camada de resíduos florestais e pressão de préconsolidação de dois Latossolos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 62, p. 89-93, 2007.

SILVA, E.A.; FERREIRA, J.J.; RUAS, J.R.M.; PAES, J.M.V.; MACÊDO, G.A.R. Utilização da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.28, n.239, p.102-119, 2007.

SILVA, R. P. **Atributos de Latossolos e produtividade da cana-de-açúcar em decorrência da diversificação de culturas no período de reforma do canavial**. 2013. 38f. Dissertação (Mestrado em Agronomia (Ciência do Solo)) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2013.

SILVA, W. R. N da. S.; NUNES, M. C. M.; CALDEIRA, D. S. A.; ARANTES, E. M.; SOUZA, L. H. C de. Resistência à penetração de um Latossolo Vermelho sob cultivo de cana-de-açúcar em diferentes manejos. **Revista Agrotecnologia**, Anápolis, v. 3, p. 49-61, 2012.

SILVEIRA NETO, A. N de.; SILVEIRA, P. M da.; STONE, L. F.; OLIVEIRA, L. F. C de. Efeitos de manejos e rotação de culturas em atributos físicos do solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 36, p. 29-35, 2006.

SOANE, B. D. The role organic matter in soil compactibility: a review of some practical aspects. **Soil Tillage Research**, Columbus, v. 16, p. 179-201, 1990.

SOUSA NETO, E. L. de.; ANDRIOLI, I.; BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. Atributos físicos do solo e produtividade de milho em resposta a culturas de pré-safra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, p. 255-260, 2008.

SOUZA, H. A.; MARCELO, A. V.; CENTURION, J. F. Carbono orgânico e agregação de um Latossolo Vermelho som colheita mecanizada de cana-de-açúcar. **Revista Ciências Agrônômicas**, Fortaleza, v. 43, p. 658-663, 2012.

SOUZA, Z. M. de.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial da estabilidade de agregados e matéria orgânica em solos de relevos diferentes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, p. 491-499, 2004.

SOUZA, Z. M. de.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; SAENZ, C. M. S.; Spatial variability of aggregate stability in Latosols under sugarcane. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 245-253, 2009.

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

STRECK, C. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; KAISER, D. R. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, p. 755-760, 2004.

TAVARES FILHO, J.; BARBOSA, G. M. C.; RIBON, A. A. Physical properties of dystrophic Red Latosol (Oxisol) under diferente agricultural uses. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, p. 925-933, 2010.

TAYLOR, H. M.; ROBERTSON, G. M.; PARKER, J. J. Soil strength root penetration relations for medium to coarse textured soil materials. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 102, p. 18-22, 1966.

TORMENA, C. A.; SILVA, A. P.; LIBARDI, P. L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, p. 573-581, 1998.

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

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Agregação e estoque de carbono em Argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, p. 213-223, 2011.

WENDLING, B.; JUCKSCH, I.; MENDONÇA, E de S.; NEVES, J. C. L. Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, p. 487-494, 2005.