

EFEITO DO PREPARO DE SOLO EM RELAÇÃO A PARÂMETROS FÍSICOS EM ÁREA DE CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Rafael De Paiva Andrade¹, Luis Antônio da Silva², Moniki Campos Janegitz³

¹Mestrando do Instituto Agronômico de Campinas (IAC) Campinas-SP, E-mail: rafael.andrade31@yahoo.com.

²Engenheiro Agrônomo, Faculdades Gammon, Paraguacu Paulista-SP.

³Professora, doutora em agricultura Faculdades Gammon, Paraguacu Paulista-SP.

RESUMO

A cultura da cana-de-açúcar tem se expandido cada vez mais no Brasil e o manejo de solo é um fator limitante ao seu máximo desenvolvimento. O objetivo deste trabalho é verificar qual a influência do modo de preparo na estrutura física do solo em área de cultivo de cana-de-açúcar. O experimento foi conduzido na fazenda São Cipriano, Anhumas - SP, em uma área de reforma de cana-de-açúcar que obteve cinco cortes no sistema de colheita mecanizado, sendo o experimento realizado em área de reforma de canavial, com cinco cortes, sobre um solo argiloso, onde recebeu diferentes preparo do solo com os implementos de Grade Aradora (GA), Grade Intermediária (GI), Arado Aiveca (AA) e Grade Niveladora (GN). Os tratamentos foram: T1: Testemunha; T2: GA+GI e T3: GA+GI+AA+GN, com 4 repetições. Houve apenas uma avaliação sendo: a densidade real, densidade de partículas, porosidade e a curva de resistência a “compactação” do solo. De forma geral, todos os dados mostram que o preparo de solo onde se exerceu um maior número de operações, resultou em respostas positivas para as variáveis analisadas. O preparo ao qual se tem maior número de operações (Grade Aradora (GA), Grade Intermediária (GI), Arado Aiveca (AA) e Grade Niveladora (GN)) foi o que proporcionou melhor porosidade, menor densidade e menor resistência a penetração em áreas de cultivo de cana-de-acúcar.

PALAVRA-CHAVE: Densidade; Compactação; Porosidade; Manejo do solo.

EFFECT OF SOIL PREPARATION IN RELATION TO PHYSICAL PARAMETERS IN SUGAR CANE CULTIVATION AREA

ABSTRACT

The cultivation of sugar cane has been expanding more and more in Brazil and soil management is a limiting factor to its maximum development. The objective of this work is to verify the influence of the method of preparation on the physical structure of the soil in an area cultivated with sugar cane. The experiment was conducted at the São Cipriano farm, Anhumas - SP, in a sugarcane reform area that obtained five cuts in the mechanized harvesting system, and the experiment was carried out in a sugarcane reform area, with five cuts, on a clayey soil, where it received different soil preparation with the implements of Plow Grid (PG), Intermediate Grid (IG), Plow Aiveca (PA) and Leveling Grid (LG). The treatments were: T1: Witness; T2: GA + GI and T3: GA + GI + AA + GN, with 4 repetitions. There was only one assessment: the actual density, particle density, porosity and the soil “compaction” resistance curve. In general, all data show that the preparation of soil where a greater number of operations was performed, resulted in positive responses to the variables analyzed. The preparation with the greatest number of operations (Plow Grid (PG), Intermediate Grid (GI),

Plow Aiveca (PA) and Leveling Grid (LG)) was the one that provided better porosity, lower density and less resistance to penetration in sugar cane cultivation areas.

KEYWORDS: Density; Compaction; Porosity; Soil management.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) é uma espécie de gramínea originária do sudeste da Ásia e hoje é cultivada em diversos países tropicais e subtropicais para a produção de etanol, açúcar e outros produtos. Devido a sua expansão de produção pelo país e o passar dos anos com o aumento das tecnologias, o processo produtivo sofreu algumas modernizações como, por exemplo, a expansão da mecanização da colheita e do plantio realizada pelas usinas de cana-de-açúcar. (TORQUATO et al., 2009)

Uma das características do sistema de colheita mecanizada da cultura da cana-de-açúcar é a utilização de colhedoras e transbordos com massa total variando de 20 a 30 t, cujo tráfego é repetido durante os vários ciclos da cultura sob condições variáveis de conteúdo de água no solo, com elevado potencial de compactação (BRAUNACK et al., 2006).

Como a cultura da cana-de-açúcar é altamente mecanizada, prevê-se que mais de 30 operações ocorrem em um mesmo talhão ao longo de cinco anos. É inevitável que o solo esteja mais compactado ao longo dos anos no canavial. A reforma do canavial ocorre, em média, a cada cinco anos, mas, dependendo da produtividade da área, pode levar até mais anos para que esse processo aconteça (SANTIAGO; ROSSETTO, 2016).

Nessa cultura, tradicionalmente o preparo é realizado com arado aiveca ou subsolador seguido de grade, esses processos pulverizam o solo, deixando a área suscetível ao processo de erosão e tendo por consequência a atenuação da produtividade (GABRIEL FILHO et al., 2000). Dentre esses e outros fatos se é necessário a realização de práticas conservacionistas de manejo do solo para conter as perdas de solo pelo processo de erosão (SOUZA et al., 2006).

As práticas conservacionistas permitem a obtenção de condições favoráveis para a manutenção e recuperação da capacidade produtiva dos solos, devido ao fato de manter o carbono orgânico em níveis adequados (AMADO et al., 2001; BEUTLER et al., 2001) e subsequentemente melhorando a disponibilidade de nutrientes para as próximas culturas (REICOSKY; FORCELLA, 1998; BOER et al., 2007).

Existem vários outros benefícios que as práticas conservacionistas proporcionam aos solos, dentre eles a melhoria na estabilidade da estrutura dos solos (AITA et al., 2001),

aumento da disponibilidade dos nutrientes, como P, K, Ca e Mg (CALEGARI et al., 1992), e ainda a melhoria na atividade biológica do solo (SILVA et al., 2006).

A sistemática do preparo do solo se enquadra nas práticas conservacionistas do solo e visa a melhoria dos aspectos físicos e químicos do solo. De acordo com Kochhann; Denardin (2000), a sistemática do preparo do solo facilita o desenvolvimento radicular das plantas, eleva a taxa de infiltração e a capacidade de armazenamento de água, além de aumentar a permeabilidade do solo.

Diante deste exposto, o presente estudo tem por objetivo avaliar a influência do modo de preparo do solo em relação à estrutura física em área de cultivo de cana-de-açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS

A área avaliada foi na fazenda São Cipriano, em uma área de reforma de cana-de-açúcar que obteve cinco cortes no sistema de colheita mecanizado, situada no município de Anhumas, estado de São Paulo nas coordenadas geográficas latitude 22°24'43''S e longitude 51°24'23''O. Os preparos de solo e coleta dos resultados foram realizados no dia 9 de junho de 2018.

O experimento foi conduzido sobre um solo classificado como ARGISSOLO VERMELHO com textura média argilosa (30% de argila), onde recebeu diferentes tratamentos de preparo do solo com os implementos de Grade Aradora (GA), Grade Intermediária (GI), Arado Aiveca (AA) e Grade Niveladora (GN) (Tabela 1).

Dentro de cada área (tratamento) foi efetuado quatro repetições de cada variável analisada. A área útil de cada tratamento foi de 25 m². A testemunha constou-se de uma área sem preparo algum de solo, sendo uma área de cana-soca de 5 corte em sistema de plantio e colheita mecanizada e os demais tratamentos as modalidades de preparo de solo empregadas comumente.

Tabela 1 - Tratamentos utilizados no experimento.

Tratamentos	Tratos
Tratamento 1	Testemunha (sem preparo de solo)
Tratamento 2	Preparo com GA + GI

Tratamento 3 Preparo com GA + GI + AA + GN

Grade Aradora (GA), Grade Intermediária (GI), Arado Aiveca (AA) e Grade Niveladora (GN).

Para analisar os efeitos causado pelos diferentes tipos de preparo foi utilizado o penetrômetro de impacto modelo Stolf (STOLF, 1991), para detectar a curva de resistência a “compactação”, além de anéis volumétrico de aço (Kopecky) com bordas cortantes, que foram utilizados para coletar amostras indeformadas de solo, onde as amostras de solo foram colocadas em estufa a 105°C por 48h e calculada sua densidade, uma outra amostra de solo foi seca em estufa por 12h em 105°C e adicionado álcool, este volume adicionado era mensurado e realizado os cálculos para verificação da densidade de partículas e a porosidade (calculada a partir da densidade), sendo todos os procedimentos realizados segundo a metodologia descrita pela Embrapa (1997). A densidade real considera a porosidade, já a das partículas não.

Os dados foram avaliados por meio da estatística descritiva calculando-se a média, mediana, variância, assimetria de Person, curtose e coeficiente de variação. Utilizou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov a 5% de significância para verificar a hipótese de normalidade. Para fins de comparação, foram adotados os limites do coeficiente de variação (CV) propostos por Warrick; Nielsen (1980), para a classificação da variabilidade dos atributos avaliados em: baixa (CV < 60%) e alta (CV > 60%). Além de teste de Tukey a 5% de probabilidade para diferenciação das médias.

RESULTADO E DISCUSSÃO

De forma geral para todas as variáveis analisadas, houve diferença nos resultados, sendo estes valores expressos na Tabela 2. A compactação do solo pode exercer efeito direto na resistência mecânica a penetração, densidade e porosidade. Vale ressaltar que o manejo deste solo bem como textura, mineralogia e matéria orgânica também exercem efeitos nesses atributos (SILVA et al., 2010).

Segundo Reis; Reis (2002) a fase inicial do processo para o estudo de dados coletados começa com a realização da Análise Descritiva, a qual se utiliza métodos de Estatística Descritiva para se organizar, resumir e descrever os aspectos importantes do conjunto de características observadas ou comparar tais características entre dois ou mais conjuntos. Ainda segundo os autores, quanto menor for o Coeficiente de Variação (CV%) de um

conjunto de dados, menor é a sua variabilidade, sendo que o mesmo expressa o quanto da escala de medida, representada pela média, é ocupada pelo desvio-padrão. Levando em consideração a Estatísticas Descritivas realizadas nos dados obtidos (Tabela 2), o CV% em sua maioria, os valores são baixos, estando dentro dos padrões de confiabilidade.

As medidas obtidas pelos cálculos de assimetria nos possibilitam analisar uma certa distribuição dos números de acordo com as relações entre suas medidas de moda, média e mediana. Sendo assim a assimetria é o grau de afastamento em que uma distribuição de apresenta do seu eixo de simetria. Se este afastamento estiver lado esquerdo, apresentará resultados negativos e se ele estiver do lado direito, os resultados apresentados serão positivos. Observa-se na estatística descritiva (Tabela 2) realizada que os dados presentes se encontram dentro do padrão.

Conforme os resultados expressos na Tabela 2, na profundidade do solo de 20-40cm, houve maior descompactação, valores representados pelos dados de densidade real e porosidade, se comparado ao perfil superficial do solo de 0-20cm (Tabela 2). Fato observado até mesmo pelos menores valores de CV% e Assimetria, porém, a densidade de partículas (DP) quase não se alterou, ao qual não se considera a porosidade para a sua determinação.

Tabela 2 - Médias da análise de estatística descritiva para as variáveis densidade aparente ou real (DAP), densidade das partículas (DP) e porosidade, submetido aos diferentes preparos de solo nas profundidades de 0-20cm e 20-40cm e número de impactos (NI) e resistência a penetração (MPa), analisados de 0-65cm de profundidade, Anhumas, 2018.

Profundidade 0-20cm								
Tratamentos	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	CV (%)	Curtose	Assimetria	Desvio Padrão
DAP (Densidade aparente ou real)								
g cm ⁻³								
Testemunha	1,83	1,83	1,80	1,85	79,21	-2,79	-0,49	0,02
GA+GI	1,48	1,43	1,36	1,73	8,67	1,23	0,99	0,17
GA+GI+AA+GN	1,53	1,54	1,48	1,58	37,77	1,68	-0,31	0,04
DP (Densidade das partículas)								
g cm ⁻³								
Testemunha	2,25	2,31	1,90	2,50	8,27	-1,58	-0,57	0,27
GA e GI	2,15	2,14	2,06	2,27	23,42	-0,51	0,45	0,09
GA+GI+AA+GN	2,31	2,31	2,13	2,50	11,55	-5,82	0,03	0,20
Porosidade (%)								
Testemunha	17,93	20,69	4,40	25,96	1,83	0,68	-0,84	9,81
GA e GI	31,12	31,42	24,10	37,56	4,97	-3,71	-0,14	6,27

GA+GI+AA+GN	33,33	33,97	27,61	37,75	6,94	-3,34	-0,40	4,80
Profundidade 20-40cm								
DAP (Densidade aparente ou real) g cm ⁻³								
Testemunha	1,66	1,67	1,60	1,70	40,53	0,93	-0,58	0,04
GA+GI	1,58	1,58	1,55	1,61	63,46	-3,30	0,06	0,02
GA+GI+AA+GN	1,51	1,51	1,40	1,61	15,20	-4,88	-0,06	0,10
DP (Densidade das partículas) g cm ⁻³								
Testemunha	2,36	2,34	2,27	2,50	21,22	-2,98	0,61	0,11
GA+GI	2,33	2,33	2,17	2,50	17,26	0,76	0,12	0,14
GA+GI+AA+GN	2,38	2,35	2,15	2,67	10,06	-2,49	0,40	0,24
Porosidade (%)								
Testemunha	29,69	28,34	26,21	35,89	6,82	1,84	0,93	4,36
GA+GI	32,13	32,45	26,14	37,45	6,93	1,59	-0,21	4,63
GA+GI+AA+GN	36,12	35,42	27,72	45,93	4,82	1,49	0,28	7,50
Número de Impactos (NI)								
Testemunha	22,25	20,50	20,00	28,00	5,76	3,68	1,36	3,86
GA e GI	17,00	17,50	12,00	21,00	4,54	1,50	-0,40	3,74
GA+GI+AA+GN	10,00	9,00	8,00	14,00	3,54	1,50	1,06	2,83
MPa								
Testemunha	2,82	2,64	2,59	3,40	7,20	3,69	1,36	0,39
GA e GI	2,28	2,33	1,78	2,69	6,04	1,47	-0,38	0,38
GA+GI+AA+GN	1,57	1,47	1,37	1,98	5,47	1,58	1,07	0,29

Ainda na Tabela 2 em relação a número de Impactos e Resistência a penetração, oriundos do teste do penetrômetro de impacto, nos mostram uma assimetria dentro dos padrões e um CV% baixo, dando confiabilidade os resultados.

De acordo com a Tabela 3, era esperado alteração nos resultados, se tratando de uma área de cultivo cana-de-açúcar, onde ela estava instalada a 5 anos sem qualquer tipo de intervenção mecânica neste solo e ainda sofrendo tráfego mecânico intenso de máquinas oriundo do sistema de cultivo e colheita, durante esse tempo.

Tabela 3 – Médias dos tratamentos em função do preparo e parâmetros físicos do solo como densidade aparente ou real (DAP), densidade das partículas (DP), porosidade, Anhumas, 2018.

Tratamentos	DAP (g cm ⁻³)	DP (g cm ⁻³)	Porosidade (%)
0-20cm			

Testemunha	1,83 b	2,25 a	17,93 b
GA e GI	1,49 a	2,15 a	31,12 ab
GA+GI+AA+GN	1,53 a	2,31 a	33,32 a
Média	1,62	2,24	27,46
CV%	6,38	9,07	26,46
Fcalc	12,94**	0,63 ^{ns}	5,25**
20-40cm			
Testemunha	1,66 b	2,36 a	29,7 a
GA e GI	1,58 ab	2,33 a	32,12 a
GA+GI+AA+GN	1,51 a	2,38 a	36,12 a
Média	1,58	2,36	32,65
CV%	4,2	7,28	17,39
Fcalc	5,28**	0,08 ^{ns}	1,31**

Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% **. ^{ns}: Não significativo.

Segundo os estudos conduzidos por Vasconcelos (2011), o autor relata que a análise de porções do perfil de um solo (60% de argila) contendo uma densidade em torno de 1,45 g cm⁻³ não continham raízes de cana-de-açúcar, porém estudos realizados por Sa et al. (2016) mostraram um nível de densidade crítica do solo em um solo com 66,2% de argila é de 1,33 g cm⁻³ para o crescimento de raízes de cana-de-açúcar, sendo a variedade estudada a SP 86155. O presente experimento resultou em DAP maiores, sendo as médias de 1,62 g cm⁻³ na camada de 0-20 e 1,58 g cm⁻³ na camada de 20-40 cm, expressos na Tabela 3. Todavia, os valores obtidos neste experimento estão de acordo com Reinert; Reichert (2006), onde os mesmos citam que os valores normais para os solos argilosos variando de 0,9 a 1,7 g cm⁻³.

Para os valores de DP nas duas camadas do solo (Tabela 3), não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos empregados, confirmando os resultados obtidos por Viana et al. (2011). Este fato se explica pois a DP está relacionada com o tipo de mineralogia em que o solo é formado, devido ao seu material de origem, sendo assim alterações físicas sofridas pelo solo em diferentes sistemas de manejo, não são suficientes para alterar a DP, independente do manejo em que se emprega ao solo.

Já em relação a porosidade, está se refere basicamente ao espaço contido dentro dos agregados, o qual é ocupado pela água ou pelo ar. Este parâmetro pode ser calculado a partir de medidas de densidade. O espaço poroso ocupado varia na razão inversa da densidade do

solo pois quanto maior a densidade menor a porosidade, sendo o contrário também verdadeiro (LEPSCH, 2011).

Para as duas profundidades analisada foi observado no tratamento ao qual utilizou a GA+GI+AA+GN como preparo do solo melhores valores de DAP, DP e porosidade, mesmo que não diferindo estatisticamente de outros tratamentos. Este fato pode ser explicado pela quantidade de vezes que se teve interferência mecânica no solo através dos equipamentos utilizados, resultando em uma maior desagregação das partículas.

Os resultados médios obtidos com a realização do teste do penetrômetro de impacto estão expressos na Figura 1. Entretanto, até a camada de 25 cm, os dois tipos de preparo de solo empregados exerceram efeito, de forma a descompactar o solo, após está profundida, até a camada de 45 cm, apenas o preparo com GA+GI+AA+GN exerceu grande influência de forma positiva a melhorar a Resistência a Penetração (MPa).

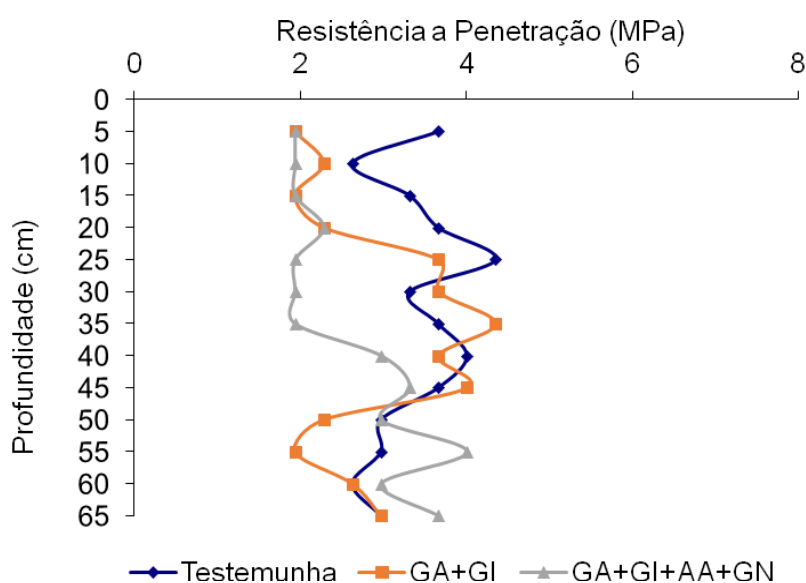


Figura 1 - Média de Resistência a Penetração (MPa), resultado do solo submetido aos diferentes preparos de solo, analisados de 0-65cm de profundidade, Anhumas, 2018.

Segundo Miller (1987), a penetração das raízes no solo (crescimento) pode ser retardada se a resistência a penetração do solo atingir valor na ordem de 3,0 MPa, ou seja, essa compactação resulta no decréscimo de água e nutrientes para a planta. Levando em consideração o valor

descrito pelo autor acima, o preparo de solo com GA+GI+AA+GN apresentou valores menores a 3,0 MPa até a camada de 45cm, onde a leitura foi de 3,32 MPa, isto pode ser explicada pela faixa de trabalho dos equipamentos utilizados, sendo elas de 40cm no solo, este adensamento abaixo da camada de trabalho do implemento é conhecida popularmente como “pé de grade” (SILVA, 1992).

CONCLUSÃO

O modo de preparo do solo exerce influência na estrutura física do solo, sendo que o preparo ao qual se tem maior número de operações (Grade Aradora (GA), Grade Intermediária (GI), Arado Aiveca (AA) e Grade Niveladora (GN)) foi o que proporcionou melhor porosidade, menor densidade e menor resistência a penetração em áreas de cultivo de cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS

- AITA, C.; BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; GONÇALVES, C. N.; DAROS, C. O. Plantas de cobertura do solo como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.157-165. 2001.
- AMADO, T. J. C.; BAYER, C.; ELES, F. L.; BRUM, A. C. Potencial de culturas de coberturas em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.189-197. 2001.
- BEUTLER, A. N.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; FERREIRA, M. M.; CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Resistência à penetração e permeabilidade de Latossolo Vermelho distrófico típico sob sistemas de manejo na Região dos Cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 167-177. 2001.
- BOER, C. A.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F.R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 1269-1276. 2007.
- BRAUNACK, M. V.; MCGARRY, D. Traffic control and tillage strategies for harvesting and planting of sugarcane (*Saccharum officinarum*) in Australia. **Soil and Tillage Research**, v. 89, p. 86-102. 2006.
- CALEGARI, A. Manejo de adubação verde. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROTAÇÃO DE CULTURAS, 2., 1992, Campo Mourão. **Ata**. Campo Mourão: Associação dos Engenheiros Agrônomos de Campo Mourão, 1993. P. 104-116.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212 p.

GABRIEL FILHO, A.; STROHHAecker, L.; FEY, E. Profundidade e espaçamento da mandioca no plantio direto na palha. **Ciência Rural**, v. 33, p. 461-467. 2003.

LEPSCH, I. F. **Dezenove lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 456 p.

MILLER, D. E. Effect of subsoiling and irrigation regime no dry bean production in the Pacific Northwest. **Soil Science Society of Americana Journal**, v. 51, p. 784-787. 1987.

REICOSKY, D. C.; FORCELLA, F. Cover crop and soil quality interactions in agroecosystems. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 53, p. 224-229. 1998.

REINERT, D. J. REICHERT, J. M. **Propriedades físicas do solo**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2006. 18 p.

REIS, E. A., REIS I. A. **Análise Descritiva de Dados**. Belo Horizonte: UFMG 2002. 64 p.

SA, M. A. C.; SANTOS JUNIOR, J. D. G.; FRANZ, C. A. B.; REIN, T. A. Qualidade física do solo e produtividade da cana-de-açúcar com uso da escarificação entre linhas de plantio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol.51, n.9, pp.1610-1622. 2016.

SANTIAGO, A. D.; ROSSETTO, R. **Preparo de Solo**. Embrapa, 2016. Disponível em http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_20_711200516716.html. Acessado em 14 de junho de 2018.

SILVA, J. G. **Ordens de gradagem e sistemas de aração do solo: desempenho operacional, alterações na camada mobilizada e respostas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1992. 180 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1992.

SILVA, R. F.; AQUINO, A. M.; MERCANTE, F. M.; GUIMARÃES, M. F. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 697-704. 2006.

SILVA, A. P.; TORMENA, A. C.; DIAS JUNIOR, M. S.; IMHOFF, S.; KLEIN, V. A. Indicadores de qualidade física do solo. In: VAN LIER, Q. de J. (Ed.). **Física do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. P. 241-281.

SOUZA, L. D.; SOUZA, L. S.; GOMES, J. C. Exigências edáficas da cultura da mandioca. In: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. P.70-214.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.15, p.229-235. 1991.

TORQUATO, S. A.; FRONZAGLIA, T.; MARTINS, R. condicionantes e impactos da colheita mecanizada em alguns estados produtores de cana-de-açúcar. **Revista de Economia política do Desenvolvimento**, vol. 3, n. 8, p. 123-146. 2010.

VAZ, S. M. O setor sucroalcooleiro e a sustentabilidade ambiental. **Revista Ajes**, v. 2, n. 5. 2011.

VASCONCELOS, A. C. M. Dinâmica do desenvolvimento radicular da cana de açúcar. In: VASCONCELOS, A. C. M.; MIRANDA, L. D. **Dinâmica do desenvolvimento radicular da cana-de-açúcar e implicações no controle de nematóides**. 2.Ed. Campinas: Adonis, 2011. P. 12-43.

VIANA E. T.; BATISTA M. A.; TORMENA C. A.; COSTA A. C. S.; INOUE T.T. Atributos físicos e carbono orgânico em Latossolo vermelho sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 2105-2114. 2011.