

Planaltina, DF
Outubro, 2015

Autores

Marcos Aurélio Carolino de Sá
Engenheiro-agrônomo,
doutor em Agronomia,
pesquisador da Embrapa
Cerrados, Planaltina, DF

João de Deus Gomes dos Santos Júnior
Engenheiro-agrônomo,
doutor em Agronomia,
pesquisador da Embrapa
Cerrados, Planaltina, DF

Claudio Alberto Bento Franz
Engenheiro-agrícola,
mestre em Engenharia
Agrícola, pesquisador da
Embrapa Cerrados,
Planaltina, DF

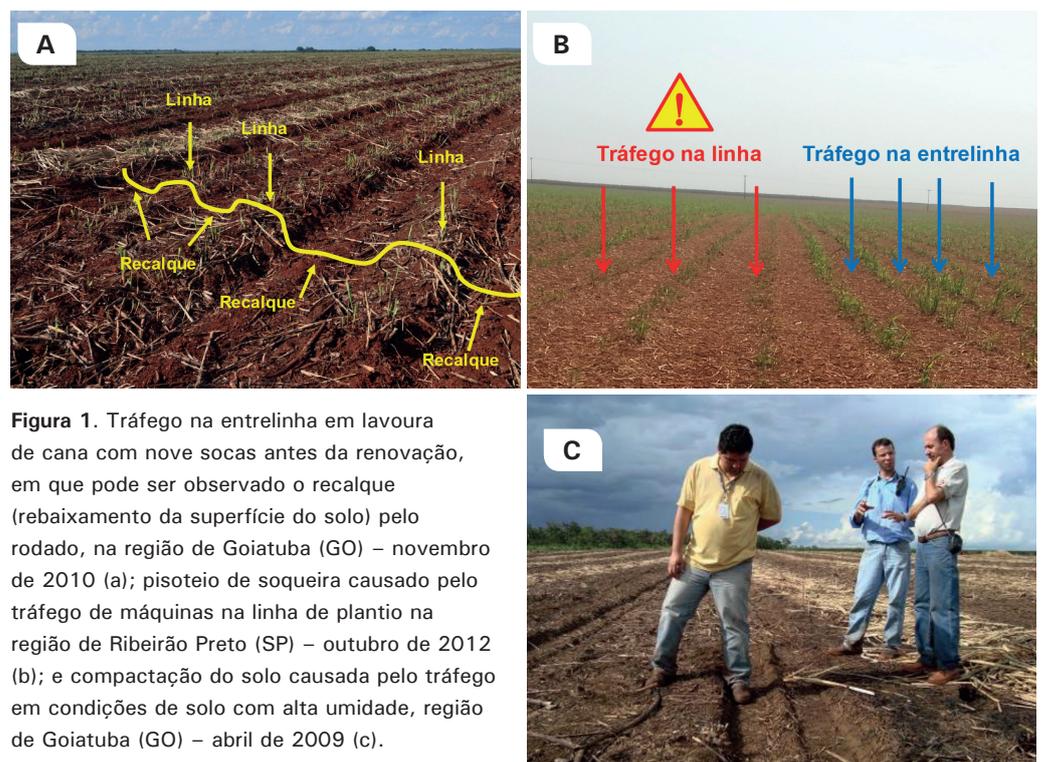
Thomaz Adolpho Rein
Engenheiro-agrônomo,
doutor em Soil and Crop
Science., pesquisador da
Embrapa Cerrados,
Planaltina, DF

Escarificação do Solo em Soqueiras de Cana-de-Açúcar

Considerações Gerais

A compactação do solo ocorre quando a pressão aplicada pelo tráfego de máquinas proporciona deformações ao solo e causa danos à sua estrutura, tais como: aumento na densidade do solo e consequente redução de poros e de permeabilidade, aumento na resistência à penetração de raízes (Figura 1a). Entretanto, há uma diferença entre compactação do solo propriamente dita e o pisoteio de soqueiras, que é o dano causado diretamente à planta pelo tráfego sobre a linha de plantio, proporcionando perda de vigor e falhas na lavoura (Figura 1b).

O efeito das máquinas na degradação da estrutura do solo depende das pressões aplicadas e da umidade do solo no momento do tráfego. Tem sido relatado na literatura que atualmente boa parte das pressões aplicadas ao solo de canaviais se deve ao conjunto trator-transbordo, o qual parece ser o grande responsável pela compactação (SILVA et al., 2006; SOUZA, 2012). Entretanto, qualquer que seja o maquinário, quanto maior a umidade do solo maior será a compactação (TIM CHAMEN et al., 2015). Visando atender a demanda de matéria-prima para a indústria, é comum no setor sucroalcooleiro a realização de operações motomecanizadas, principalmente colheita em turnos contínuos de trabalho que somados se estendem por 24 horas/dia. Eventualmente, isso pode ocorrer quando o solo apresenta teor de água elevado. Na região do Cerrado, em especial no Estado de Goiás, condições de umidade favoráveis à compactação do solo (Figura 1c) também ocorrem no início e no final de safra, o que coincide com o início e final do período seco, ocasião em que é comum a ocorrência de chuvas.



Algumas usinas utilizam a escarificação nas entrelinhas para aplicação de fertilizantes e como prática para amenizar a compactação do solo, embora os resultados sejam controversos. Em trabalhos realizados no Paraná (PAULINO et al., 2004) e em Mato Grosso (BIANCHINI et al., 2014), não foi constatado aumento de produtividade e qualidade da cana-de-açúcar em função da escarificação das entrelinhas das soqueiras.

A partir de alguns resultados de pesquisa obtidos no Estado de Goiás, em que se avaliou experimentalmente o efeito da escarificação do solo nas entrelinhas da soqueira na produtividade da cana, são apresentadas neste trabalho algumas recomendações técnicas para o manejo da compactação do solo.

Produtividade de Colmos e Açúcar

O efeito da escarificação da soqueira foi avaliado na região de Goiatuba (GO) durante um ciclo de produção (cinco cortes) em cana de ciclo precoce (SP 86155), cuja colheita normalmente é no início de safra (abril/maio), condição em que a probabilidade de haver tráfego com solo úmido é bastante alta. Foi implantado um experimento com dois tratamentos (com e sem escarificação) numa área de Latossolo com textura muito argilosa.

Em solos muito argilosos, o efeito da compactação tende a ser mais drástico, por serem estes solos mais propensos a deformações (REICHERT et al., 2010). O espaçamento entre linhas foi de 1,5 m e o maquinário utilizado corresponde ao padrão normalmente adotado pela maioria das usinas na região. A primeira colheita (cana planta) foi realizada em abril de 2009, e as escarificações (quatro ao todo) foram realizadas anualmente entre 40 e 50 dias após cada colheita, numa profundidade de 25 cm a 30 cm, com apenas uma haste no centro da entrelinha. Embora o equipamento utilizado possua caixa para distribuição de fertilizantes (Figura 2), a adubação das soqueiras foi feita superficialmente em ambos os tratamentos.



Fotos: Marcos Aurélio Carolino de Sá

Figura 2. Detalhe do implemento utilizado para escarificação (a) e embuchamento, frequente a partir da segunda soca, em função do aumento na quantidade de palha (b).

A escarificação não afetou a produtividade de colmos e açúcar, que são apresentadas acumuladas ao longo de quatro cortes nas condições com e sem escarificação (Figura 3). O total de colmos acumulado em quatro socas (Figura 3a), de 354,8 t/ha e 348,4 t/ha, corresponde a um valor médio de 88,7 t/ha e 87,1 t/ha por soca, respectivamente para os tratamentos com e sem escarificação. Quanto à produção de açúcar (Figura 3b), os valores acumulados de 51,1 t/ha e 50,1 t/ha correspondem às médias de 12,8 t/ha e 12,5 t/ha, para os tratamentos com e sem escarificação, respectivamente. As diferenças de 1,8% na produtividade de colmos e 2% na produtividade de açúcar não foram significativas. Esses resultados concordam com o que foi observado em solos de textura média por Paulino

et al. (2004) em Astorga, norte do Paraná e por Bianchini et al. (2014) na região de Nova Olímpia, Mato Grosso, em que os autores também não verificaram aumento de produtividade em função da escarificação de soqueiras.

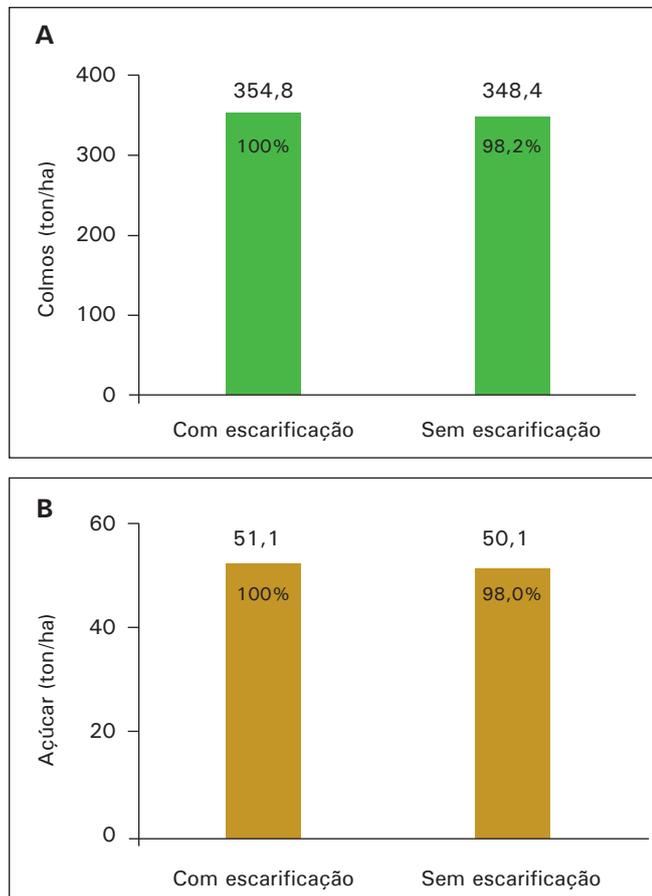


Figura 3. Produtividades acumuladas em quatro socas de colmos (a) e de açúcar (b), expressas em toneladas por hectare (t/ha) e porcentagem (%), em função da escarificação de um Latossolo Vermelho acriférrico textura muito argilosa do Cerrado em área de produção da Usina Goiasa, em Goiatuba (GO), variedade SP86155. Os tratamentos não apresentaram diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Efeitos no Solo

Foi determinada a resistência mecânica do solo à penetração com penetrômetro de impacto, conforme Stolf (1991), em transecto perpendicular à linha de plantio, logo em seguida à escarificação feita após o segundo corte, em 2010. Os valores de resistência foram bastante elevados, devido ao fato de que o solo se encontrava com umidade baixa (cerca de 24% em base peso). Nos resultados espacializados no perfil do solo (Figura 4), observa-se que valores de resistência mais elevados estão localizados nas entrelinhas. Ainda assim,

pode-se observar que o efeito da escarificação foi pontual, ou seja, restrito à área de atuação do implemento no centro da entrelinha, em que se percebe uma coloração mais clara (solo solto = baixa resistência à penetração), contrastando com o perfil do solo sem escarificação.

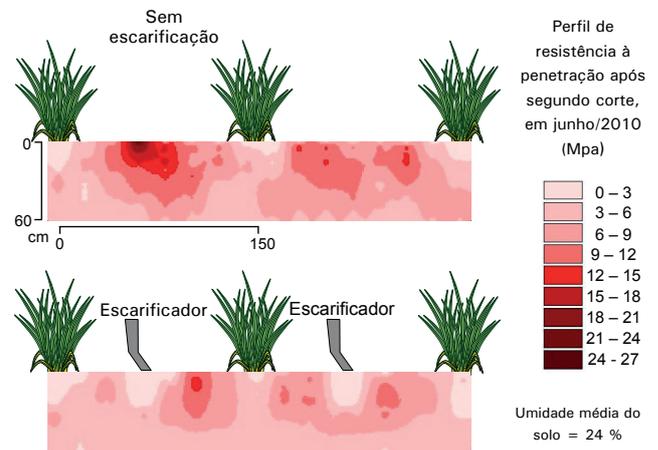


Figura 4. Variação da resistência à penetração no perfil de um Latossolo Vermelho acriférrico textura muito argilosa na Usina Goiasa, em Goiatuba (GO), nas condições sem e com escarificação, mostrando o local de ação do implemento. Ilustração: Marcos Aurélio Carolino de Sá

A densidade do solo foi avaliada a 20,0 cm do centro da linha de plantio e na entrelinha, a 37,5 cm e 75,0 cm do centro da linha de plantio até uma profundidade de 50 cm, conforme Claessen (1997). Antes da colheita mecânica da cana planta, os valores de densidade do solo (linhas pretas) eram mais baixos próximo da linha de plantio (Figura 5a), entre 0,9 g/cm³ e 1,1 g/cm³. A partir dessa avaliação foram observados valores substancialmente mais elevados, ao redor de 1,3 g/cm³, no centro da entrelinha, a 75 cm da linha de plantio (Figura 5c), provavelmente resultado das operações de plantio e “quebra-lombo”, operação realizada após a brotação da cana planta com objetivo de nivelar a superfície do solo e favorecer as operações subseqüentes, como a colheita.

O efeito da escarificação pode ser observado no centro da entrelinha (75 cm da linha) para a quarta soca, em que os valores de densidade foram substancialmente mais elevados para a condição sem escarificação, próximos a 1,3 g/cm³ (linhas verdes – Figura 5c), quando comparado à condição com escarificação, cerca de 1,2 g/cm³ (linha vermelha – Figura 5c). Observa-se também no

gráfico que as linhas verde e vermelha estão mais afastadas superficialmente, na camada entre 10 cm e 15 cm de profundidade, mantendo-se afastadas até 30 cm de profundidade, ou seja, onde atuou o escarificador. Isso confirma o efeito localizado da

escarificação, que também foi demonstrado com os resultados de resistência à penetração apresentados na Figura 4. Comportamento semelhante foi observado para a primeira, segunda e terceira socas (dados não mostrados).

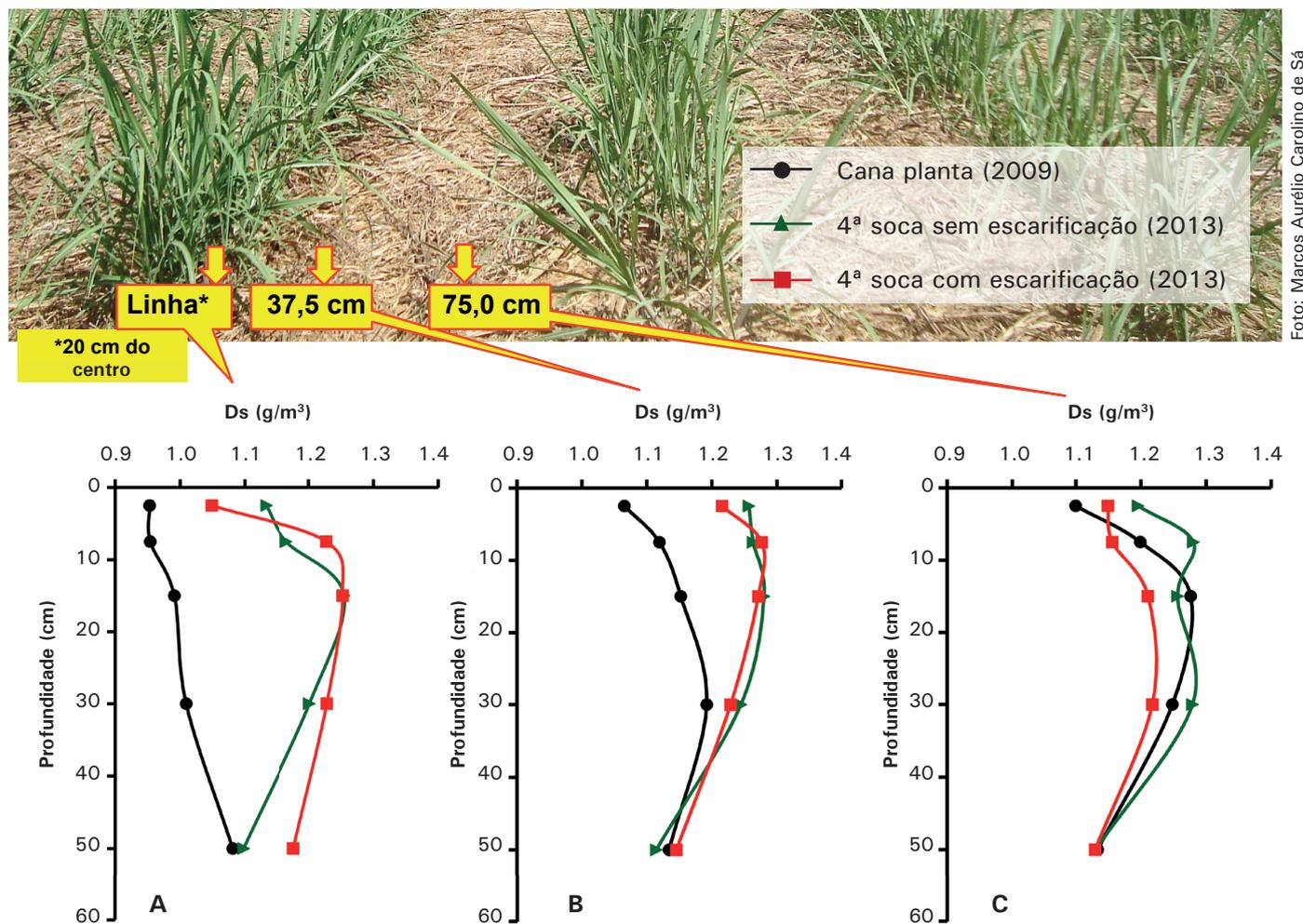


Figura 5. Densidade do solo (Ds) em diferentes intervalos de profundidade de um Latossolo Vermelho acriférrico textura muito argilosa num experimento conduzido na Usina Goiasa, em Goiatuba (GO), nas posições: 20 cm do centro da linha de plantio (a); a 37,5 cm (b) e 75,0 cm linha ou meio da entrelinha (c) antes da colheita mecânica da cana planta em 2009 e antes da colheita mecânica da quarta soca, em 2013. A escarificação foi realizada anualmente após cada corte.

Outro ponto importante a ser observado é que, na quarta soca, os valores de densidade do solo se apresentavam elevados (entre $1,2 \text{ g/cm}^3$ e $1,3 \text{ g/cm}^3$) tanto a 20 cm quanto a 37,5 cm da linha de plantio (Figuras 5a e 5b) para ambos os tratamentos. Isso pode ser considerado como um indicativo de que os rodados não trafegaram apenas no centro das entrelinhas, mas numa faixa que se estendia até próximo das linhas de plantio, compactando o solo em praticamente toda a entrelinha. Isso pode ser atribuído à falta de padronização das bitolas e larguras de rodados dos veículos que trafegaram na área (colhedoras, transbordos, tratores).

Esse fato corrobora com as observações de Souza et al. (2015). Os autores relataram que, na região de Pradópolis (SP), em lavouras de cana plantadas com espaçamento de 1,5 m, a utilização de transbordos com bitola de 2,0 m e tratores com bitola de 1,5 m proporciona um pisoteio de 73% da área cultivada, ou seja, uma faixa de aproximadamente 1,10 m na entrelinha, ficando apenas 20 cm do centro de cada linha sem pisoteio. Mesmo que não haja o dano causado pelo pisoteio da soqueira, o tráfego pode ocorrer bem próximo da linha compactando o solo nesta posição, semelhante ao observado neste estudo na região de Goiatuba (GO).

Em recente revisão bibliográfica de Tim Chamen et al. (2015), compilando trabalhos de vários países e com várias culturas agrícolas, os autores constataram que intervenções mecânicas (como subsolagens ou escarificações) nem sempre são eficientes por apresentarem um efeito passageiro e normalmente são opções caras de mitigação da compactação do solo, seja pelo custo econômico ou mesmo ambiental, uma vez que o revolvimento do solo favorece mineralização de matéria orgânica e emissão de gases de efeito estufa como o CO₂, sendo preferível, no manejo das culturas, a adoção de práticas preventivas, como o controle de tráfego, para prevenir a compactação do solo. Durante a condução deste estudo, foi observado que a presença de palha na superfície do solo dificultava a escarificação, principalmente após a segunda soca, proporcionando embuchamento do implemento (Figura 2b) e contribuindo para aumentar o tempo de execução da operação e o gasto de combustível (Diesel), cuja queima também contribui para emissão de gases de efeito estufa, concordando com Tim Chamen et al. (2015).

Seguindo essa linha de raciocínio, a simples padronização das bitolas em espaçamentos múltiplos ao espaçamento da cultura poderia contribuir muito para redução da área pisoteada, pela concentração do pisoteio no centro da entrelinha, principalmente do conjunto trator-transbordo.

Como exemplo de manejo eficiente da redução da compactação do solo, Souza (2012) relata que um transbordo com bitola ajustada para 3,0 m, tracionado por trator com bitola de 1,5 m, reduziu o pisoteio de 73% para 46% da área (que corresponde a uma redução da faixa pisoteada de 110 cm para aproximadamente 70 cm no meio da entrelinha). Nessas condições, mesmo a colhedora apresentando bitola próxima de 1,9 m, o potencial de compactação de suas esteiras tende a ser menor do que o dos rodados dos transbordos, segundo o autor, que observou também melhoria nas características físicas do solo e na produtividade, com aumento de 18% na produção de colmos e 20% na de açúcar.

Considerações Finais e Recomendações

No presente estudo, verificou-se que a escarificação das entrelinhas da soqueira não proporcionou aumento na produtividade de colmos e açúcar. O efeito no solo foi localizado e restrito apenas à

área de atuação das hastes, o que não resultou em melhorias no perfil de solo como um todo, o qual permaneceu compactado até próximo da linha de plantio. Com base nesses resultados e nas evidências observadas em literatura, a escarificação nas entrelinhas de canaviais deve ser evitada, dando-se preferência a práticas preventivas da compactação do solo que podem ser mais eficientes, como evitar o tráfego em condições de solo úmido e a padronização das bitolas das máquinas em espaçamentos múltiplos ao espaçamento da cultura.

Agradecimentos

À Usina Goiasa Agrícola S/A pelo apoio na realização deste trabalho.

Referências

- BIANCHINI, A.; VALADÃO JUNIOR, D. D.; ROSA, R. P.; COLHADO, F.; DAROS, R. F. Soil chiseling and fertilizer location in sugarcane ratoon cultivation. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 57-65, jan./fev., 2014.
- CLAESSEN, M. E. C. (Org.). *Manual de métodos de análise de solo*. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPq, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPq. Documentos, 1).
- PAULINO, A. F.; MEDINA C. 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, set./out. 2004.
- REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; SUZUKI, L. E. A. S.; HORN, R. Mecânica do solo. In: VAN LIER, Q. de J. (Ed.). *Física do solo*. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. p. 29-102.
- SILVA, R. B. da; LANÇAS, K. P.; CARDOSO, V. M. F.; MIRANDA, E. E. V. de. Atributos físicos, mecânicos e dinâmicos do solo como indicadores do impacto do cultivo e do tráfego em perímetros irrigados. *Irriga*, Botucatu, v. 11, n. 3, p. 384-401, 2006.
- SOUZA, G. S. de. *Controle de tráfego agrícola e seus efeitos nos atributos do solo e na cultura da cana-de-açúcar*. 2012. 98 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- SOUZA, G. S. de; SOUZA, Z. M. de; COOPER, M.; TORMENA, C. A. Controlled traffic and soil physical quality of an Oxisol under sugarcane cultivation. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 72, n. 3, p. 270-277, May/June 2015.
- 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*, Campinas, v. 15, n. 3, p. 229-235, 1991.
- TIM CHAMEN, W. C.; MOXEY, A. P.; TOWERS, W.; BALANA, B.; HALLETT, P. D. Mitigating arable soil compaction: a review and analysis of available cost and benefit data. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, v. 146, Part A, p. 10-25, Mar. 2015.

Soil chiseling in sugarcane ratoon

Abstract

Experimental results obtained in the state of Goiás, Brazil, about soil chiseling and its effects on soil compaction and sugarcane ratoon productivity were reported. In soil compaction management of sugarcane ratoon, chiseling should be avoided, giving preference to compaction avoidance technologies.

Index terms: soil compaction; soil tillage; soil bulk density.

Circular Técnica, 28

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Cerrados

Endereço: BR 020, Km 18, Rodovia Brasília/
Fortaleza

Caixa postal: 08223 CEP 73310-970

Fone: (61) 3388-9898

Fax: (61) 3388-9879

E-mail: www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

1ª edição

1ª impressão (2015): 300 exemplares



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



Comitê de publicações

Presidente: Claudio Takao Karia

Secretária executiva: Marina de Fátima Vilela

Secretárias: Maria Edilva Nogueira e

Alessandra Silva Gelape Faleiro

Expediente

Supervisão editorial: Jussara Flores de O. Arbues

Revisão de texto: Jussara Flores de O. Arbues

Normalização bibliográfica: Rejane Maria de Oliveira

Editoração eletrônica: Leila Sandra G. Alencar

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza*

Alexandre Moreira Veloso