



**SISTEMAS CONSERVACIONISTAS DE MANEJO DO SOLO PARA CANA-DE-AÇÚCAR EM
SUCESSÃO ÀS CULTURAS DA SOJA E AMENDOIM**

Olavo **Betiol**¹; Venâncio **Betiol**²; Larissa Morais da Silva **Ambrosio**³; Élcio Ríos Perez **Leal**⁴,
Denizart **Bolonhezi**⁵

Nº 18312

RESUMO – Nos municípios de Jardinópolis/SP (Latossolo Vermelho eutrófico) e Assis/SP (Neossolo Quartzarênico), foram plantadas as variedades de cana-de-açúcar CTC 9003 em março/2017 (mudas pré-brotadas) e RB 86-7515 (mudas em toletes) em maio/2017, respectivamente. Em Jardinópolis/SP, a cana-de-açúcar foi transplantada após a colheita da soja, em quatro diferentes manejos de solo (grade, grade+subsolador, Rip Strip® e plantio direto) dispostos de acordo com delineamento experimental blocos ao acaso e 5 repetições. Em Assis/SP, foram testados 5 diferentes opções de manejo de solo para cultivo de amendoim antecedente ao plantio da cana, bem como um tratamento pousio e *Crotalaria ochroleuca* L, os quais foram dispostos em parcelas de validação comercial de 2,0 hectares. Na colheita foram determinadas as características agrônômicas e tecnológicas do caldo, bem como a resistência mecânica à penetração. Para condição de Latossolo Vermelho eutrófico, o tratamento transplântio direto após soja proporcionou ganhos de 15 Mg ha⁻¹ na produtividade de colmos em relação ao preparo convencional (grade + subsolador). Todavia, em condição de Neossolo Quartzarênico, somente o manejo com Rip Strip para o amendoim não reduziu significativamente a produtividade de colmos em relação ao tratamento pousio e preparo convencional, que proporcionou ganhos de 23 Mg ha⁻¹ em relação ao plantio direto de amendoim

Palavras-chaves: *Saccharum officinarum* L., Plantio Direto, Preparo Reduzido, Resistência à Penetração, Produtividade de Colmos.

1 Autor, Bolsista CNPq (PIBITI): Graduando em Engenharia Agrônômica, CUML, Ribeirão Preto/SP; olavobetiol96@gmail.com

2 Colaborador: Bolsista de aperfeiçoamento FUNDAG: Graduação em Engenharia Agrônômica, CUML, Ribeirão Preto/SP.

3 Colaborador: Bolsista de aperfeiçoamento FUNDAG: Graduação em Engenharia Agrônômica, CUML, Ribeirão Preto/SP.

4 Colaborador: Bolsista FUNDAG: Graduando em Engenharia Agrônômica, CUML, Ribeirão Preto/SP.

5 Orientador; Pesquisador científico, IAC, Ribeirão Preto/SP; denizart@iac.sp.gov.br.



ABSTRACT – Two sugarcane varieties, CTC 9003 and RB867515, were planted in Jardinópolis/SP and Assis/SP, respectively. In Jardinópolis city, four treatments of soil managements were studied; conventional (moldboard and subsoiler), minimum tillage (Rip Strip[®] and no-tillage, according to randomized block experimental design and five replications. In Assis city, five treatments were evaluated for growing peanut crop prior to sugarcane plantation, as well as two more treatments (fallow and *Crotalaria ochroleuca* L. plus conventional tillage). For Oxisol conditions, the stalk yield in the direct transplant of sugarcane variety CTC 9003 was 15 Mg ha⁻¹ higher than conventional tillage with disking plus subsoiler. On the other hand, for Entisols, only the Rip Strip[®] used before planting of peanut crop has presented stalk yield similar to conventional tillage.

Keywords: *Saccharum officinarum* L., No-Tillage, Minimum Tillage, Soil Strength, Stalk Yield.

1. INTRODUÇÃO

Na região Centro-Sul do Brasil a cana-de-açúcar é cultivada em 9.480.577 milhões de hectares (ha), dos quais 5,7 milhões estão presentes no estado de São Paulo, região produtora com mais de 78 % dos canaviais colhidos sem queima prévia (Unica, 2018). Essa expansão está associada à retração das áreas reformadas, a intensa mecanização e a baixa pluviosidade nos dois últimos anos, fatores que induzem para o declínio da produtividade dos canaviais (queda de 82 para 68 t ha⁻¹). É imperativo para as usinas do setor a busca pelo aumento da produtividade, contudo aliado à redução nos custos e à maior preocupação com os impactos ambientais, sobretudo a erosão. O preparo do solo e as operações de plantio são responsáveis por quase 20% do custo total. Os aumentos nos custos são mais impactantes aos 70 mil fornecedores, os quais são responsáveis por cerca de 30% da produção de cana. Além disso, o período da reforma é o mais vulnerável aos processos erosivos, podendo ocorrer perdas de 49 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de solo.

Como alternativa para buscar manter a produtividade aliada com redução de custos e proteção do solo, está a adoção dos princípios da agricultura conservacionista, que tem como alicerce, o mínimo revolvimento do solo, a manutenção de resíduos na superfície e o uso de rotação de culturas. O sistema plantio direto apresenta estes princípios e compreende cerca de 36 milhões de hectares com produção de grãos no Brasil, todavia é muito pouco utilizado na cultura da cana-de-açúcar. Pesquisas conduzidas na década de 80 sinalizavam ser viável a adoção do manejo conservacionista de solo no sistema de produção canavieiro (Stolf, 1980). Atualmente, as pesquisas demonstram que a associação da colheita mecanizada sem queima com o plantio direto,



reduz em 10 vezes a erosão (Prove et al., 1995), reduz 8 vezes as emissões de CO₂ do solo (Bolonhezi et al, 2007), aumenta a produtividade (Bolonhezi et al., 2011) diminui o custo de implantação do canavial em até 40% (Bolonhezi, 2013). Contudo, devido à baixa qualidade das mudas e máquinas pouco eficientes, o sistema de plantio direto mecanizado não expande.

Outro aspecto a ser considerado e que define o tipo de manejo do solo a ser utilizado na reforma é o tipo de cultivo na entressafra. Somente no estado de São Paulo, dos 532 mil hectares destinados para reforma na safra 2017/18, pode-se dizer que cerca de 350 mil foram cultivados com soja e 122 mil ha com amendoim. Enquanto para soja é crescente a adoção da semeadura direta sobre palhiço de cana crua, para o amendoim ainda existem diversos mitos técnicos que dificultam a adoção. Independente da cultura (soja ou amendoim), ainda são muitas as dúvidas sobre a adoção dos manejos conservacionistas sobre a produtividade da cana-de-açúcar cultivada em sucessão.

Considerando o exposto, o trabalho tem como objetivos; estudar em duas regiões canavieiras e sucessões de culturas (amendoim e soja) a produtividade de colmos e açúcar da cana-de-açúcar em diferentes sistemas de manejo do solo (convencional, preparo reduzido e plantio direto).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Na região de Jardinópolis/SP (Fazenda Cresciúma), em canavial de 3 ha com histórico de 7 cortes mecanizados e sem queima, em solo classificado como LATOSSOLO Vermelho eutrófico, foi cultivado soja em semeadura direta sobre palhiço. A gleba apresentava 14,7 Mg ha⁻¹ de matéria seca de palhiço de cana crua por ocasião da semeadura direta da soja, quantidade reduzida a 8,7 Mg ha⁻¹ no final do ciclo da soja. Após a colheita da soja (entre 21/02/2017 e 03/03/2017) foram realizadas amostragens de solo, compostas para fins de fertilidade do solo e de anéis para caracterização física, as quais foram realizadas nas camadas 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm de profundidade. Os tratamentos de manejo de solo foram instalados conforme delineamento experimental blocos ao acaso com 5 repetições. Foram instalados quatro tratamentos de manejo de solo: 1) Preparo convencional com grade aradora + grade niveladora, 2) Preparo convencional com grade aradora + subsolagem, 3) Preparo reduzido com Rip Strip[®] ajustado para duas linhas e 4) Transplântio Direto. Cada parcela experimental compreendeu 4 sulcos a 1,5 m de espaçamento por 200 metros de comprimento, totalizando 1.500 m² por parcela experimental. A variedade de cana-de-açúcar utilizada foi a CTC-9003 e as mudas foram desenvolvidas pela BASF no sistema AgMUSA. O transplântio das mudas pré-brotadas foi realizado nos dias 27 e 28 de março de 2017.



12º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2018
01 a 03 de agosto de 2018 – Campinas, São Paulo
ISBN 978-85-7029-145-5

A adubação consistiu no fornecimento de 30 kg ha⁻¹ de N, 150 kg ha⁻¹ P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ K₂O, através da aplicação de 500 kg ha⁻¹ da formulação 6-30-10 e na ocasião foi aplicado 0,5 L ha⁻¹ do fungicida Comet (piraclostrobina), além do inseticida fipronil (0,25 kg ha⁻¹). Após 30 dias do transplântio, as parcelas experimentais receberam a aplicação da tecnologia Penergetic Kompost, complementada depois de 15 dias pelo Penergetic Planzen. Esse produto ficou como uma subparcela, com o intuito de verificar possível interação com os diferentes manejos de solo e reduzir o estresse durante os meses de inverno.

Na região de Assis/SP, em canavial com histórico de 7 cortes mecanizados sem queima e solo classificado como NEOSSOLO Quartzarênico foi destinado talhão com 10 hectares para instalação de diversos sistemas de manejo de solo para a cultura do amendoim. Embora sem delineamento estatístico, devido às circunstâncias da pesquisa (*on farm*), os tratamentos consistiram de diversos manejos de solo empregados no cultivo do amendoim, além de um tratamento pousio e adubo verde (*Crotalaria ochroleuca* L.). Antes do início das operações de preparo de solo (26/11/2016), foram coletadas 10 amostras da palhada presente na superfície do solo, em área de 0,5 x 0,5 m, que após secagem indicaram quantidade estimada de 10.9 Mg ha⁻¹. Na mesma ocasião, foram coletadas amostras de terra para fins de fertilidade, considerando as seguintes profundidades; 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm. Como práticas corretivas, foram aplicados 1,7 Mg ha⁻¹ de calcário, 1.0 Mg ha⁻¹ de gesso agrícola e 350 Mg ha⁻¹ de fosfato, os quais foram incorporados nos sistemas de manejo de solo convencional e deixados sobre palhada nos sistemas conservacionistas. Os tratamentos estabelecidos foram; 1) Destruidor mecânico de soqueira + grade + arado + semeadura de amendoim, 2) Semeadura direta de amendoim, 3) Destruidor de soqueira + grade + subsolagem + semeadura do amendoim, 4) Rip Strip + Semeadura de amendoim, 5) Destruidor de soqueira + grade + Rip Strip + Semeadura de Amendoim, 6) Destruidor de soqueira + grade + subsolagem + Semeadura de *Crotalaria ochroleuca*; 7) Destruidor de soqueira + grade + subsolagem + pousio. A adubação de plantio e os tratos culturais seguiram os padrões do Grupo Agroterenas. A variedade RB 867515 foi plantada manualmente no dia 14/05/2017.

As avaliações no ensaio instalado na Agroterenas (Assis/SP), foram concentradas no estudo do sistema radicular (método do trado), realizada em novembro/2017 e maio/2018 e na colheita, realizada entre os dias 02 e 04 de maio de 2018. Na colheita realizada mecanicamente com colhedora e caminhão instrumentado com célula de carga, também foi realizada biometria. Na biometria foram determinados; biomassa seca dos colmos, folhas e ponteiro, número de



internódios, comprimento do colmo, massa de 1 colmo e diâmetro médio. Amostras de 10 colmos foram encaminhadas ao Laboratório da Agroterenas para a realização das análises tecnológicas.

Para o ensaio instalado em Jardinópolis/SP, foram realizadas avaliações (perfilhamento e acúmulo de biomassa seca) mensais a partir de maio/2017, as quais se estenderam até março de 2018. Foram realizadas duas amostragens do sistema radicular (método do trado), sendo uma em setembro/2017 e outra em março de 2018. A colheita foi realizada entre os dias 26 e 29 de maio de 2018, sendo colhidos dois sulcos de 15 metros em cada tratamento e pesagem com carregadeira e balança com dinamômetro. Além disso, biometria foi realizada em 1 metro de sulco de plantio, seguindo mesmo procedimento utilizado no ensaio de Jardinópolis/SP. Na colheita, uma amostra de 10 colmos de cada tratamento foi enviada ao Laboratório do Centro de Cana-de-Açúcar do IAC em Ribeirão Preto/SP.

Em ambos os ensaios, os dados foram submetidos a ANOVA e as médias foram comparadas através do teste de médias Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se do software estatístico AgroEstat (Barbosa & Maldonado Junior, 2011)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se na Figura 1, a distribuição da chuva (mm) e as temperaturas máximas e mínimas no período compreendido de março de 2017 e maio 2018 para Jardinópolis/SP e maio de 2017 e maio 2018 para Assis/SP. Considerando o período compreendido entre 02/03/2017 e 21/05/2018, a chuva acumulada foi de 1385,6 mm e a média das temperaturas máximas e mínimas foram respectivamente 33,29° e 16,32° C em Jardinópolis. Na região de Assis/SP o acúmulo de chuva foi de 1523,90 mm e temperaturas máximas e mínimas de 28,2 e 15,06 °C entre o período de 01/05/2017 e 01/05/2018. Embora a quantidade de chuva acumulada esteja dentro do requerimento da cultura, pelo menos 1200 mm de água durante o ciclo de desenvolvimento para obtenção de produções comerciais, faltou água em períodos decisivos da cultura, condição que penalizou a produtividade.

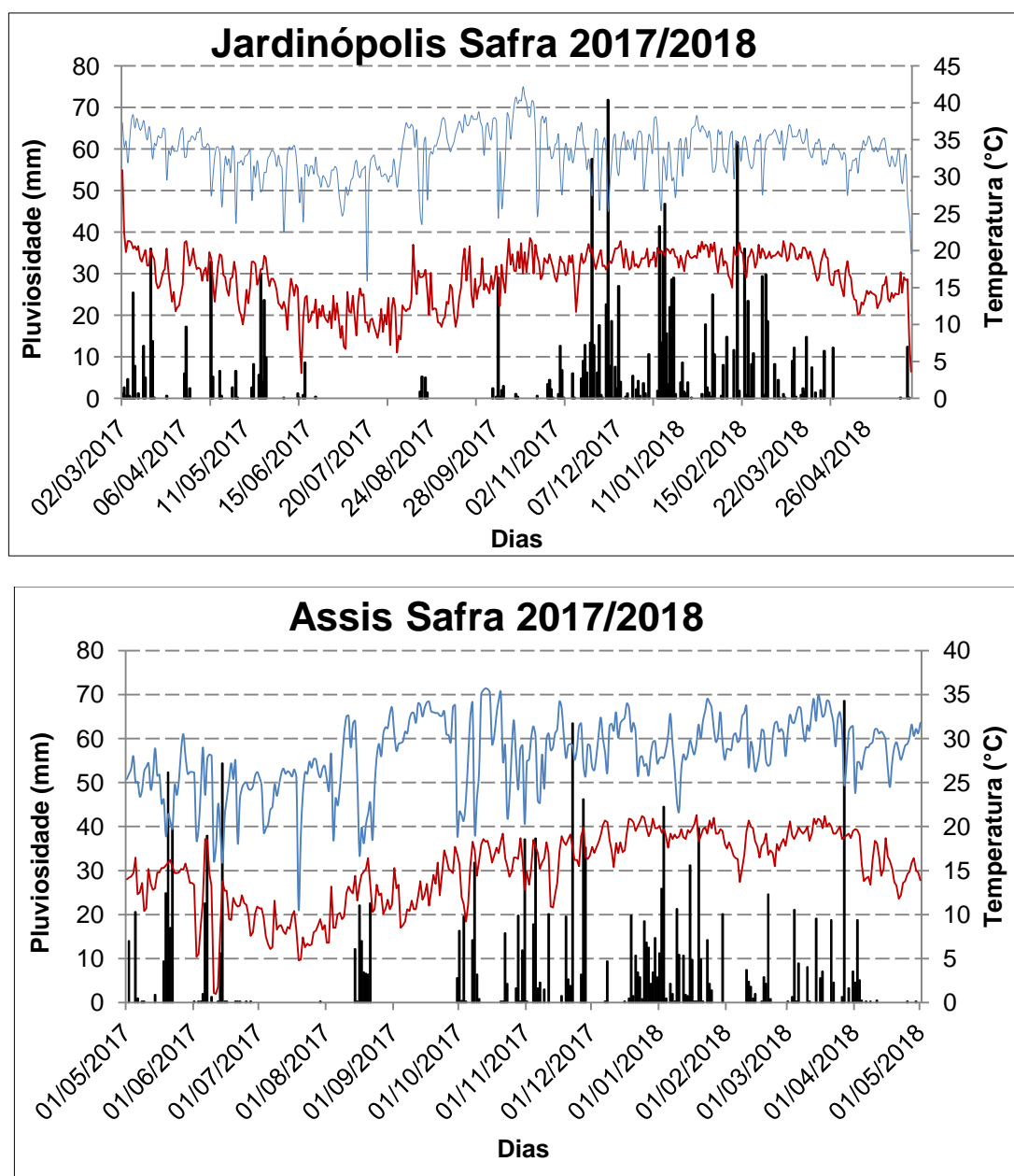


Figura1. Distribuição de chuva e temperatura média na região de Jardinópolis, SP (acima) e Assis, SP (abaixo) na safra 2017/2018. Fonte CIIAGRO/IAC.

Com relação aos resultados da biometria realizada no ensaio de Jardinópolis/SP, deve-se salientar que trata-se de propagação por mudas pré-brotadas, condição que demandou irrigação nos primeiros 30 dias. Nota-se na Figura 2, que houve diferença estatística somente nas avaliações realizadas nos meses de julho e agosto, quando manejo com gradagem proporcionou maior acúmulo de biomassa seca da parte aérea. Contudo, na avaliação do mês de agosto a maior produtividade foi constata no tratamento plantio direto.

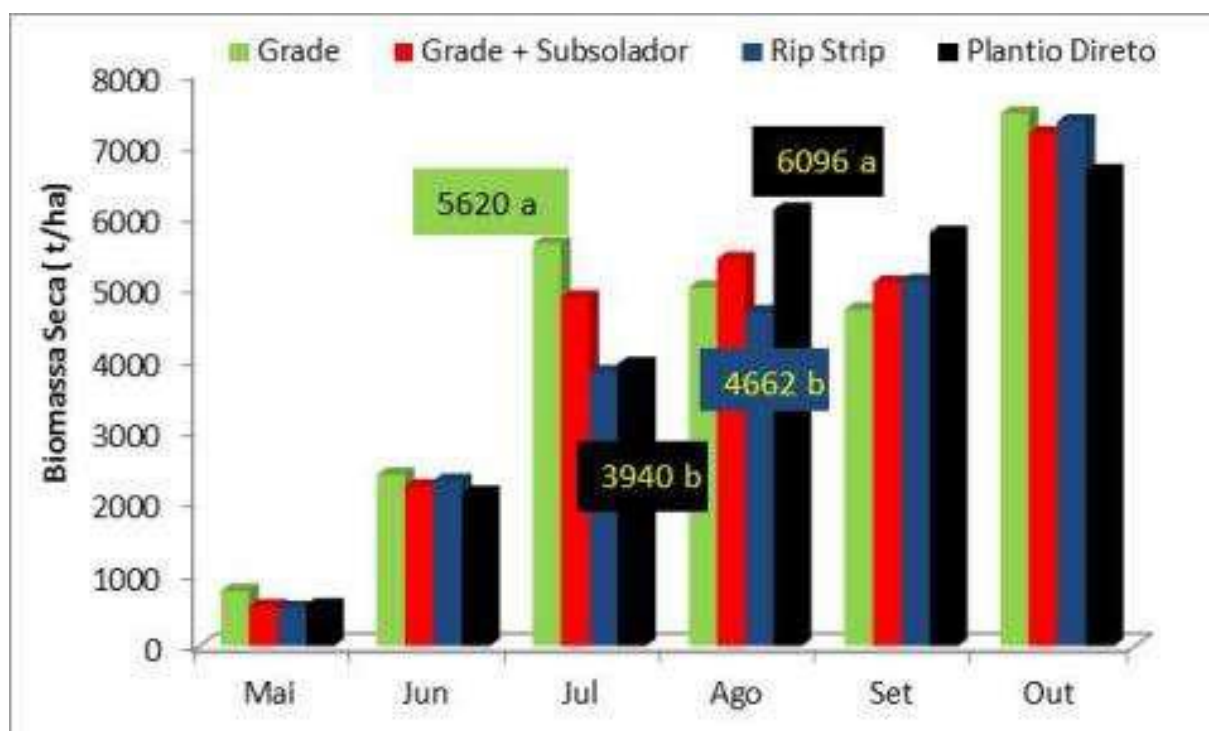


Figura 2. Acúmulo de biomassa seca da parte aérea na variedade de cana-de-açúcar CTC 9003, transplantada em diferentes manejos de solo em sucessão à soja na reforma de canaviais.

Os resultados da biometria na colheita demonstram que houve diferença estatística somente para o estande final de plantas, conforme pode-se verificar nos gráficos da Figura 3. Contudo na colheita final, verificou-se que o transplântio direto proporcionou ganhos médios de 15 TCH em comparação ao manejo com grade+ subsolador e Rip Strip (Figura 5). Nenhuma diferença estatística foi observada entre os tratamentos quanto às características tecnológicas do caldo. Embora não tenha-se constatado diferenças estatísticas entre o transplântio direto e o manejo com grade aradora, na prática ganhos de 9 TCH, além dos benefícios em termos de redução de custo e erosão, pode-se inferir que a adoção pode ser viável para implantação de canaviais em sistema de mudas pré-brotadas. Noronha (2018) estudou o efeito de diferentes manejos de solo em sucessão ao cultivo de mucuna-verde, para implantação de canavial em sistema MPB para duas variedades de



12º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2018
01 a 03 de agosto de 2018 – Campinas, São Paulo
ISBN 978-85-7029-145-5

cana nas condições de Latossolo Vermelho eutrófico e constataram ganhos em produtividade de 18 TCH para o manejo com Rip Strip em comparação com uso de grade e arado, ficando o transplântio direto em posição intermediária. De acordo com Abd El Mawla et al. (2014), este sistema reduz a quantidade de mudas de 10 para 2 t ha⁻¹, economiza 2000 m⁻³ na quantidade de água utilizada na irrigação, melhora a sincronização do perfilhamento e conseqüente uniformização do estande e reduz tempo de formação do canavial. Este método de propagação, consiste da extração das gemas, formação da muda em substrato sob ambiente protegido e posterior plantio em campo e pode proporcionar ganhos de 18% na produtividade do canavial (Mohanty et al., 2015). No Brasil já é conhecido desde o final da década de 80 (Stolf & Tokeshi, 1990), mas recentemente foi remodelado pelo IAC através do sistema conhecido como MPB .

Para as condições de Assis/SP em Neossolo Quartzarênico, verifica-se na Figura 4 os resultados da biometria realizada na pré-colheita. Observa-se que o plantio da cana-de-açúcar após amendoim que havia sido semeado sem preparo do solo, proporcionou diminuição significativa no comprimento dos colmos em comparação com o tratamento com Rip Strip para amendoim. Essa redução no comprimento dos colmos refletiu em queda de 23 TCH na produtividade de colmos no tratamento plantio direto de amendoim seguido do plantio direto da cana-de-açúcar. Convém salientar que o melhor tratamento foi o pousio combinado com destruidor mecânico da soqueira e subsolagem, o qual superou inclusive o efeito residual do cultivo da *Crotalaria ochroleuca* L. A maioria dos resultados encontrados na literatura mencionam ganhos expressivos na produtividade de colmos da cana-de-açúcar em sucessão ao cultivo de adubos verdes, porém a maioria desses, foram realizados em condição de cana queimada e preparo convencional. Não foram verificadas diferenças para as características tecnológicas do caldo. Pode-se inferir que devido ao fato de não ter ocorrido tráfego com pulverizações durante o período de reforma, aliado ao fato de maior extração de nutrientes do solo, o tratamento pousio conferiu menor risco de compactação e diminuição da oferta de nutrientes. Essas informações foram obtidas e serão inseridas por ocasião da publicação do artigo futuramente.

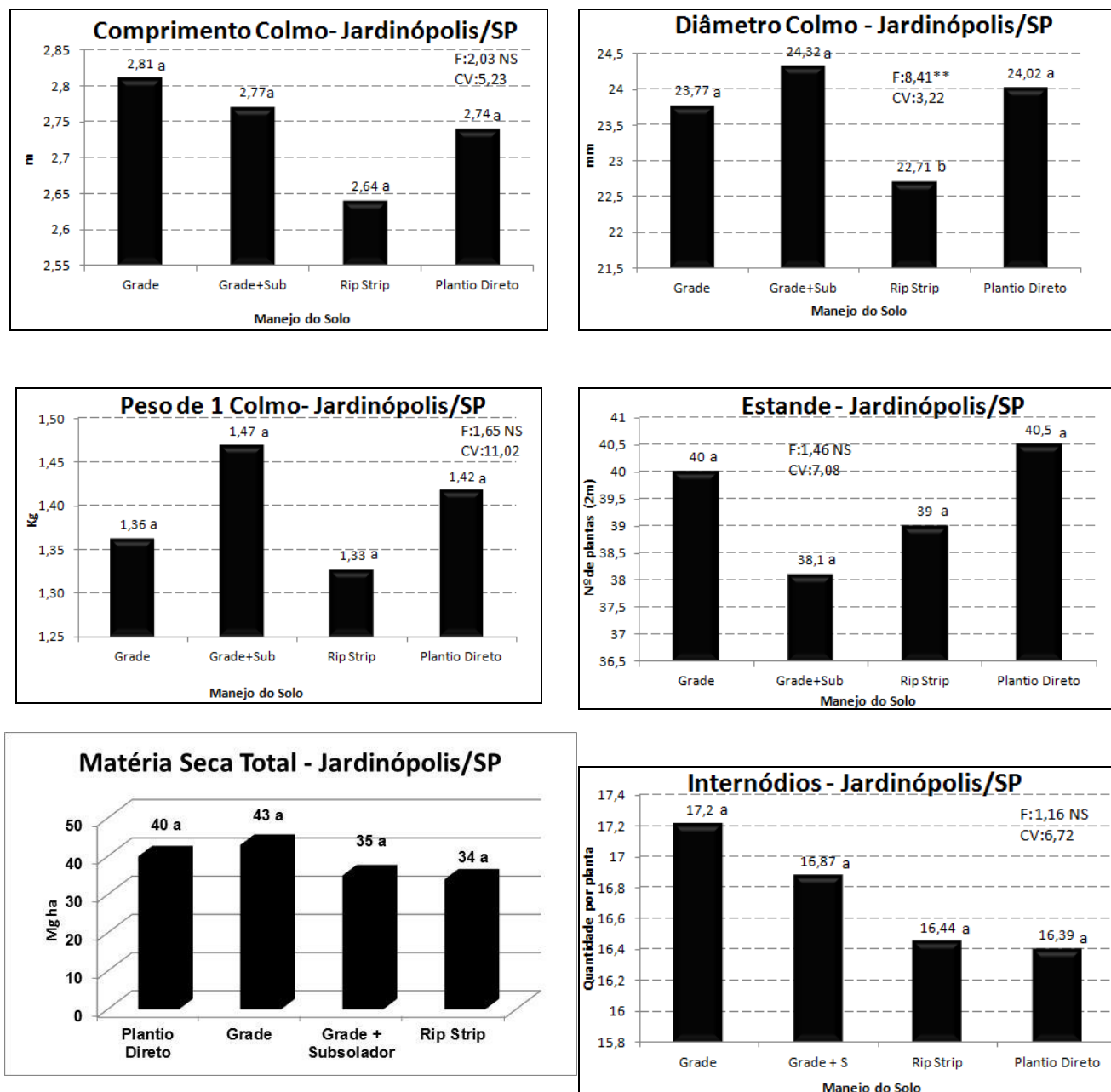


Figura 3. Resultados da biometria realizada na colheita na variedade CTC 9003 submetida a diferentes manejos de solo realizados após a colheita da soja cultivada na reforma. Jardinópolis/SP, 2018.

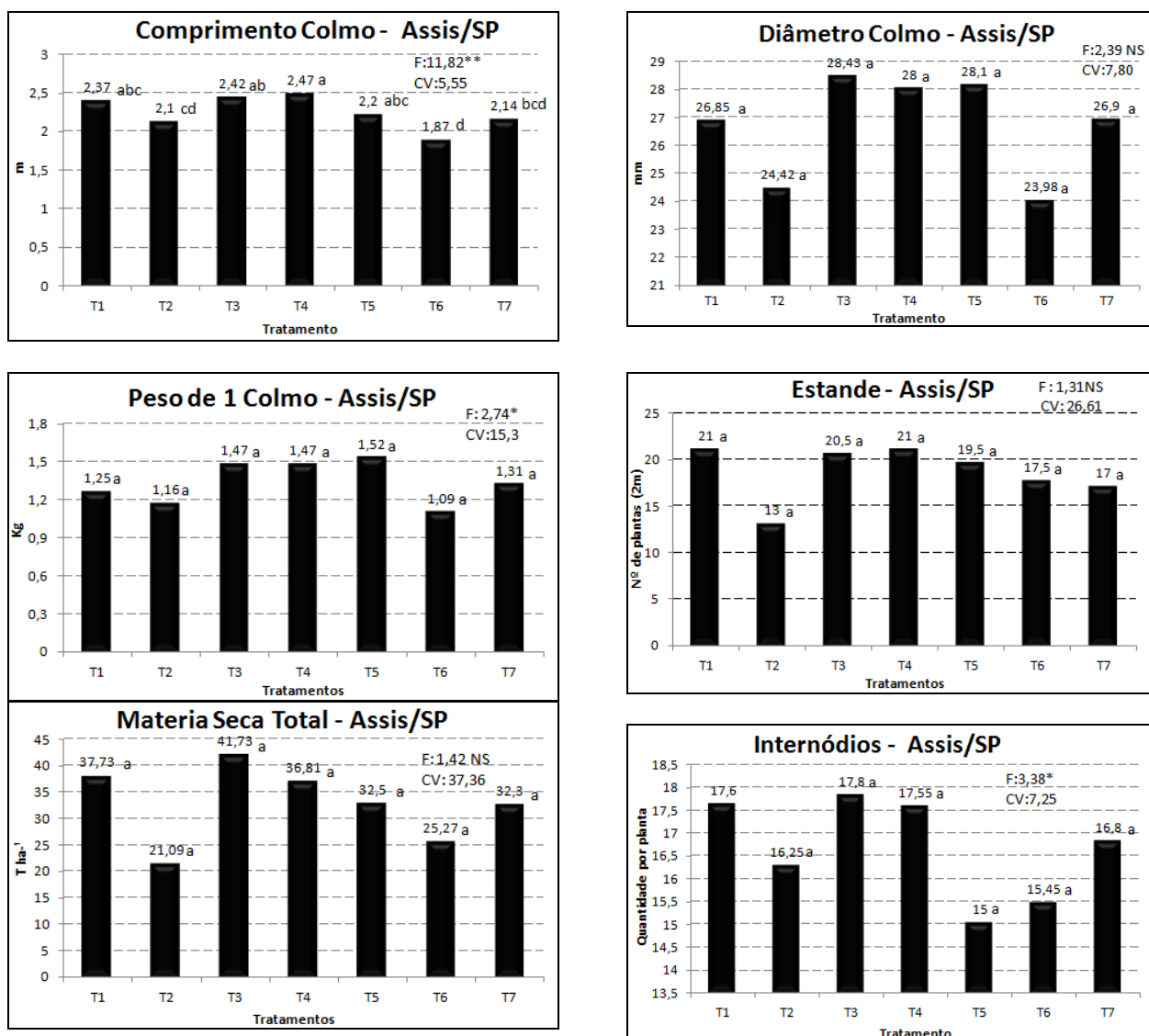


Figura 4. Resultados da biometria realizada na colheita na variedade RB 86-7515. Assis/SP, 2018. Legendas: T1 – Destruidor Mecânico + Grade + Subsolação + Pousio; T2- Destruidor Mecânico + Grade + Subsolação + *Crotalaria ochroleuca*; T3- Destruidor Mecânico + Grade + Amendoim; T4- Rip Strip + Amendoim; T5-Destruidor Mecânico + Grade + Amendoim; T6-Plantio Direto de Amendoim; T7- Destruidor Mecânico + Grade + Arado + Amendoim.

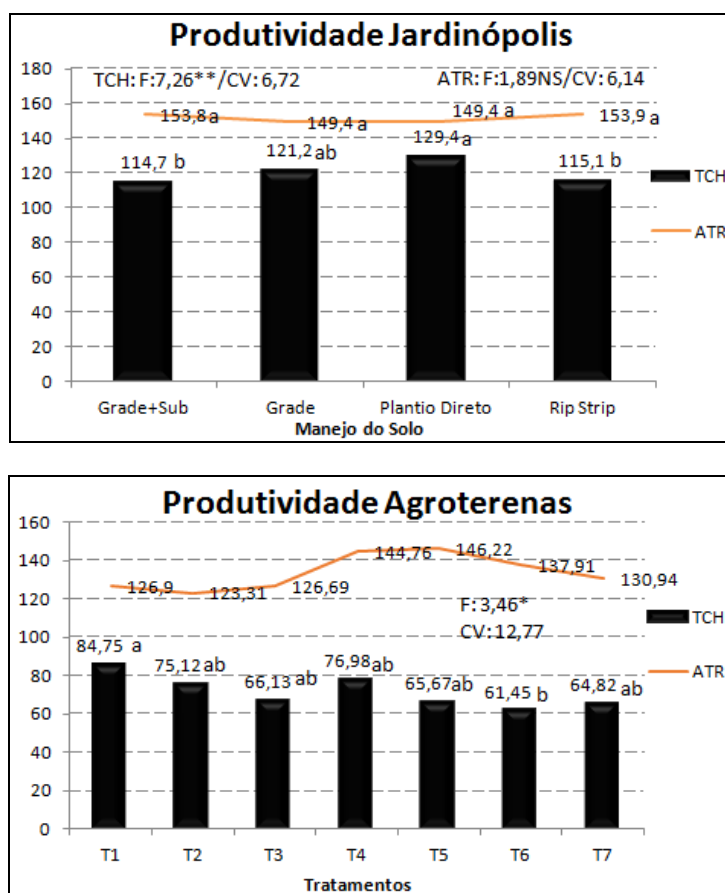


Figura 5. Produtividade de colmos (Mg ha⁻¹) do primeiro corte da variedade RB 86-7515 em diferentes sistemas de manejo utilizados para o amendoim. Assis/SP, 2018. Legendas: T1 – Destruidor Mecânico + Grade + Subsolação + Pousio; T2- Destruidor Mecânico + Grade + Subsolação + *Crotalaria ochroleuca*; T3- Destruidor Mecânico + Grade + Amendoim; T4-Rip Strip + Amendoim; T5-Destruidor Mecânico + Grade + Amendoim; T6-Plantio Direto de Amendoim; T7-Destruidor Mecânico + Grade + Arado + Amendoim.

4. CONCLUSÃO

O transplante direto da variedade CTC 9003, após soja semeada diretamente na reforma de cana crua, proporcionou ganhos de 15 Mg ha⁻¹ na produtividade de colmos no primeiro corte, em comparação com sistema convencional de preparo do solo com grade + subsolador.

Em condição de Neossolo Quartzarênico, a produtividade de colmos da variedade de cana-de-açúcar RB867515 foi reduzida em 23 Mg ha⁻¹ quando plantada após amendoim em semeadura direta, em comparação com o plantio sobre área mantida em pousio e preparo convencional.



5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ pela bolsa de iniciação científica PIBITI e de produtividade em desenvolvimento tecnológico DT-2. À Fundação AGRISUS (PA 2059/17) pelo financiamento da pesquisa. À Fazenda Cresciúma (José Odilon de Lima Neto) e à Agroterenas pelo apoio na instalação e condução da pesquisa. À Basf e Agricef pelo fornecimento das mudas de AgMusa e empréstimo da transplantora. À Coopercitrus pelo empréstimo de trator e à KBM pelo empréstimo do Rip Strip.

6. REFERÊNCIAS

BARBOSA, J.C.; MALDONADO Jr., W. **AgroEstat – Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos**. UNESP, Jaboticabal, 2015, 396 p.

BOLONHEZI, D. **Sistemas conservacionistas de manejo do solo para cultivares de amendoim em sucessão à cana crua e pastagem**. 2007. 158 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal.

BOLONHEZI, D.; ROSSINI, D.B.; COSTA, N.; MARCONATO, M.B.; CANTARELLA, H.; GENTILIN JUNIOR, O.; GARCIA, J.C.; SANT'ANA, S.A. de; BOLONHEZI, A.C. Surface application of lime for sugarcane production under no-tillage system. Balancing Sugar and Energy Production in Developing Countries: Sustainable Technologies and Marketing Strategies. **Proceedings...INTERNATIONAL SUGAR CONFERENCE, IV**, New Delhi, India, p.140-144, 2011

BOLONHEZI, D. Plantio direto e calagem na reforma de cana crua. **A Granja**, v. 769, n. 1, p. 75-77, 2013.

MAWLA, H.A.; HEMIDA, B.; MAHMOUD, W.A. Study on the mechanization of sugar cane transplanting. **International Journal of Engineering and Technical Research**, v. 2, n.8, 2014.

MOHANTY, M.; DAS, P.P.; NANDA, S.S. Introducing SSI (Sustainable Sugarcane Initiative) technology for enhanced cane production and economic returns in real farming situations under east coast climatic conditions of India. **Sugar Tech**, 17(2):116-120, 2015.

NORONHA, R.H.F. **Plantio direto de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar em sistemas de manejo conservacionista de solo**. Tese de Doutorado, UNESP-FCAVJ, 2018, 77 p.

PROVE, B. G.; GOOGAN, V. J.; TRUONG, P. N. V. Nature and magnitude of soil erosion in sugarcane land on the wet tropical coast of north-eastern. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v. 35, p. 641-649, 1995.

STOLF, R. Cultivo mínimo para a cana-de-açúcar. Boletim Técnico PLANALSUCAR, Piracicaba, v.6., n.1, p.5-42, 1985.

STOLF, R.; TOKESHI, H. A ratoon transplanting technique for renewing sugarcane fields. **Sugarcane**, 2, 19, p. 6-9, 1990.

UNICA. União da Indústria de cana-de-açúcar. Dados e Cotações: estatística e produção no Brasil. Disponível em <http://unica.com.br/dadoscotacao/estatistica> Acesso em 20 junh 2018.