

Patrícia F. da Silva¹

Lucia H. G. Chaves^{2*}

Jônatas R. M. de Sousa³

Whéllyson P. Araújo⁴

Francisco de A. F. D. da Silva⁵

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 20/12/2014. Aprovado em 20/03/2015.

¹ Engenheira Agrônoma, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande/UFMG, Avenida Aprígio Veloso, 882, CEP 58.109-970, Campina Grande (PB). E-mail: patrycyafs@yahoo.com.br

² Engenheira Agrônoma, Dra., Professora Titular da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande/UFMG, Campina Grande (PB). E-mail: lgharofalo@hotmail.com

³ Engenheiro Agrônomo, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande/UFMG, Avenida Aprígio Veloso, 882, CEP 58.109-970, Campina Grande (PB). E-mail: jonatasraulyno@gmail.com

⁴ Engenheiro Agrônomo, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande/UFMG, Avenida Aprígio Veloso, 882, CEP 58.109-970, Campina Grande (PB). E-mail: wpacordao@hotmail.com

⁵ Aluno de Eng. Agrícola - UFG - Campina Grande-PB. E-mail: franciscodeassis1395@hotmail.com;



Preparo de solo e fosfatagem - I. Crescimento de cana-de-açúcar

RESUMO

O estudo foi conduzido no município de Camutanga-PE, em um Argissolo Vermelho Amarelo Endoeutrófico, no ano de 2013, com o objetivo de avaliar o efeito de fertilizante fosfatado aplicado em área total antes do plantio da cana-de-açúcar e diferentes tipos de preparo do solo no crescimento de cana-de-açúcar. Os tratamentos instalados consistiram de parcelas (preparo de solo subsolagem e aração) e subparcelas (com e sem fosfatagem) com cinco repetições. Após uma gradagem foi incorporado 250 kg ha⁻¹ de MAP na área toda e em seguida 168 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no sulco de plantio. A variedade utilizada cana-de-açúcar RB93509 foi semeada em fevereiro de 2013 e colhida manualmente em março de 2014. Avaliou-se altura e diâmetro do colmo e os perfilhos foram quantificados. O manejo do solo associado à adubação fosfatada influenciou de forma significativa no crescimento da cana-de-açúcar. O comprimento e diâmetro do colmo e o número de perfilhos foram maiores quando realizadas a aração e a fosfatagem.

Palavras-Chaves: Sacharum SPP, variáveis de crescimento, adubação.

Soil preparation and phosphate - I. sugar cane Growth

ABSTRACT

SUMMARY: The study was carried in the Camutanga-PE municipality, a Yellow Ultisol in the year 2013 with the objective of evaluating the effect of phosphate fertilizer applied in the whole area before planting of sugarcane and different types of tillage on the growth of sugar cane. The treatments installed consisted of plots (tillage systems subsoiling (S) and plowing (A) and subplots (with and without phosphate applications) with five replications. After a harrowing was incorporated 250 kg MAP ha⁻¹ on the whole area and then 168 kg P₂O₅ ha⁻¹ in the planting furrow. The sugarcane variety RB93509 was sown in February 2013 and harvested manually in March 2014. It was evaluated stem height and diameter and the tillers were quantified. Soil management associated to fertilization significantly influenced the growth of cane sugar. The length and diameter of the stem and the number of tillers were higher when performed plowing and phosphate applications.

Key words: Sacharum SPP, growth variables, fertilization.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) possui potencial geneticamente favorável para acúmulo de açúcares, especialmente na forma de sacarose. Sob condições ideais de cultivo este potencial é otimizado, resultado do pleno desenvolvimento das plantas. Ao final do ciclo vegetativo ocorre a maturação, quando o acúmulo de sacarose é maximizado nas plantas cultivadas (SANTOS et al., 2011).

Segundo Sousa et al. (2014), devido a elevada produção de biomassa de cana-de-açúcar por área e da remoção de grande parte dessa massa vegetal no processo da colheita, esta cultura possui alta demanda por nutrientes. Desta forma, à medida que diminui a fertilidade natural dos solos, ocorre a necessidade de se realizar revisões periódicas das adubações, a fim de repor os nutrientes exportados pela cultura.

Segato et al. (2006) afirmam que um entrave, cada vez mais recorrente para o produtor, além da fertilidade do solo, é o elevado gasto energético exigido nos preparos de solo para a implantação da cana-de-açúcar. Na implantação ou reforma de um canavial o preparo convencional é iniciado geralmente com as operações de aração, e gradagem e subsolagem. O preparo de solo inadequado pode vir a pulverizar a superfície dos solos, deixando-os mais suscetível ao processo de erosão (SOUZA et al., 2005).

O fósforo é considerado um elemento essencial para as plantas e é encontrado em baixa quantidade nos solos brasileiros, sendo que os principais fatores que afetam a disponibilidade de P no solo são o teor de matéria orgânica, o teor e o tipo de argila, a capacidade de troca de cátions, o poder tampão, os teores de cálcio, ferro e alumínio e a umidade fatores que interferem na absorção do elemento pelas plantas (BASTOS et al., 2008; KORNDÖRFER & MELO, 2009).

De acordo com Rajj et al. (1997), a recomendação de adubação fosfatada no plantio da cana-de-açúcar varia de 60 a 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, sendo que a dose a ser aplicada

está em função do K trocável e do P em resina, obtidos na análise de solo.

Na cana-de-açúcar o fósforo assume grande importância no enraizamento e no perfilhamento e, portanto, na produtividade final e no rendimento de açúcar (SANTOS, 2009). A deficiência de fósforo também é problemática, pois, segundo Mahadevaiah et al. (2007), reduz a absorção de nitrogênio e dificulta a clarificação do caldo durante a fabricação do açúcar, elevando o custo de fabricação em virtude da necessidade de adição de fosfatos solúveis para atingir o teor ideal de P₂O₅, fundamental para uma clarificação eficiente.

Nesse contexto torna-se de fundamental importância estudos que possibilitem o conhecimento do preparo de solo adequado associada à adubação fosfatada, no intuito de elevar a produção da cana-de-açúcar. Dada à relevância da temática, objetivou-se com o presente estudo avaliar o crescimento da cana-de-açúcar sob diferentes preparos de solo com e sem adubação fosfatada.

MATERIAL E MÉTODOS:

O experimento foi conduzido na Fazenda Camará que faz parte da Usina Central Olho D'Água (Latitude 7°25'7''S, Longitude 35°16'35''W e altitude de 109 m), localizada na bacia hidrográfica do Rio Goiana, no município de Camutanga - PE. O clima é quente e úmido com chuvas de outono e inverno, classificado como As' segundo Koppen. A temperatura média anual é de 25,3 °C com precipitação média anual de 1.100 mm, apresentando 06 (seis) meses secos, entretanto, durante o ciclo de cultivo do experimento a precipitação foi de 1.496 mm e a irrigação de 325 mm.

O solo da área experimental foi classificado como ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Tb Endoeutrófico Epiálico, A proeminente, textura média (leve)/argilosa, fase relevo suave ondulado (PVe) (EMBRAPA, 2013). As amostras do solo desta área foram coletadas nas profundidades 0-30 e 30-50 cm para caracterização química segundo a metodologia da Embrapa (1997) (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização química das amostras de solo da área experimental

DETERMINAÇÕES	Profundidade	Profundidade
	0 – 30 cm	30 – 50 cm
pH (H ₂ O)	5,40	5,90
P (mg/dm ³)	11,00	8,00
Na (cmol _c /dm ³)	0,07	0,08
K (cmol _c /dm ³)	0,06	0,08
Ca + Mg (cmol _c /dm ³)	5,90	9,20
Ca (cmol _c /dm ³)	3,90	5,70
Mg (cmol _c /dm ³)	2,00	3,50
Al (cmol _c /dm ³)	0,35	0,07
H + Al (cmol _c /dm ³)	10,10	7,80
SB (cmol _c /dm ³)	6,04	9,36
CTC Efetiva (cmol _c /dm ³)	6,39	9,43
CTC (pH 7,0) (cmol _c /dm ³)	16,14	17,16
V (%)	37,40	54,50
M (%)	5,50	0,70
Na (PST %)	0,50	0,50
Sat. K (%)	0,40	0,50
Mat. Org. Total (%)	3,69	2,80
Fe (mg/dm ³)	136,60	144,60
Cu (mg/dm ³)	0,98	0,86
Zn (mg/dm ³)	1,49	1,16
Mn (mg/dm ³)	1,67	0,91

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com parcelas subdivididas, com dois tipos de preparo do solo (subsolagem e aração) com e sem fosfatagem, em cinco repetições, totalizando 120 unidades experimentais. Estes tratamentos foram dispostos em faixas, com quatorze de linhas de cultivo com largura de 16,8 m e comprimento de 50,0 m, totalizando uma área de 840,0 m². Nas subparcelas foram utilizadas com e sem fosfatagem as quais foram distribuídas ao acaso, dentro das faixas de preparo de solo; as subparcelas foram formadas por sete linhas de plantio com dez metros de comprimento, totalizando uma área de 84,0 m².

O preparo de solo consistiu de subsolagem ou aração logo após a aplicação dos corretivos calcário dolomítico e gesso agrícola, cujas doses foram calculadas pelo método da saturação por bases. Após 30 dias desta aplicação, foi realizada uma gradagem pesada para destruição de restos culturais e incorporação da fosfatagem, a qual foi realizada com utilização de adubo MAP na dose de 250 kg ha⁻¹ aplicado em área total. Em seguida fez-se a abertura dos sulcos de plantio nos quais foi realizada a adubação com uso da formulação 06-28-22 + Micros na dose de 600 kg ha⁻¹. Desta forma, o total de nutrientes aplicados foi de 36 kg ha⁻¹ de N, 168 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 132 kg ha⁻¹ de K₂O, mais 48 kg ha⁻¹ de micronutrientes.

A variedade utilizada foi a cana-de-açúcar RB93509 semeada em fevereiro de 2013. O plantio foi realizado

manualmente; os colmos foram repartidos deixando três gemas por rebolo e em seguida distribuídas dentro dos sulcos de plantio de modo que atingissem 18 gemas por metro linear. O controle das ervas daninhas foi realizado com o uso do herbicida Metribuzin, na dose de 3,0 L ha⁻¹.

Avaliou-se ao final do ciclo de cultivo, 360 DAP, dez plantas nas três linhas centrais, altura do colmo, do qual a altura foi mesurada com auxílio de uma fita métrica a partir do solo até o colarinho da folha (+1); diâmetro do colmo com o auxílio de um paquímetro no terço médio dos colmos; perfislos quantificados, através da contagem do número de plantas por metro.

As variáveis foram analisadas estatisticamente pelo teste F desdobrando-se as análises sempre que a interação fosse significativa, e as médias dos fatores manejo e adubação foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do programa computacional Sisvar (FERREIRA, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis altura e diâmetro de colmo e número de perfislos variaram significativamente a 1% de probabilidade em função do preparo de solo e da fosfatagem. A interação entre preparo de solo e fosfatagem influenciou ao nível de 1% somente para altura de colmo (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância da altura de colmo (AC), diâmetro do colmo (DC) e número de perfilhos (Perf) para a cultura da cana-de-açúcar sob diferentes preparos de solo (subsolagem e aração) com e sem fosfatagem.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		AC	DC	Perf
Bloco	4	0,001 ^{ns}	0,191 ^{ns}	0,102 ^{ns}
Preparo do Solo (PS)	1	0,231 ^{**}	4,771 ^{**}	1,556 ^{**}
Fosfatagem (F)	1	0,508 ^{**}	15,470 ^{**}	6,384 ^{**}
(PS) x (F)	1	0,008 ^{**}	0,609 ^{ns}	0,158 [*]
Resíduo	12	0,006	0,194	0,028
CV	-	0,74	1,57	1,57
Média Geral	-	3,39	28,11	10,77

^{*}, ^{**} e ^{ns}: significativo a 5%, 1% de probabilidade pelo Teste F e não significativo.

O coeficiente de variação (CV %) observado no experimento (Tabela 2) é considerado baixo de acordo com a classificação proposta por Gomes & Garcia (2002) o que indica bom controle do delineamento estatístico sobre as variações ao acaso. Dutra Filho et al. (2011), estudando a cultura da cana-de-açúcar, encontraram resultados semelhantes, ou seja, coeficiente de variação (CV %) oscilando entre baixo e médio.

Os comprimentos dos colmos das plantas cultivadas com fósforo foram maiores quando comparados aos das plantas sem fosfatagem, independentemente do preparo do solo. Entretanto, o preparo do solo com e sem fósforo influenciou no comprimento dos colmos, ou seja, a subsolagem e a aração com fosfatagem aumentaram de 8,89 % e 10,84% no comprimento do colmo em relação às plantas sem adubação, respectivamente (Figuras 1A e 1B).

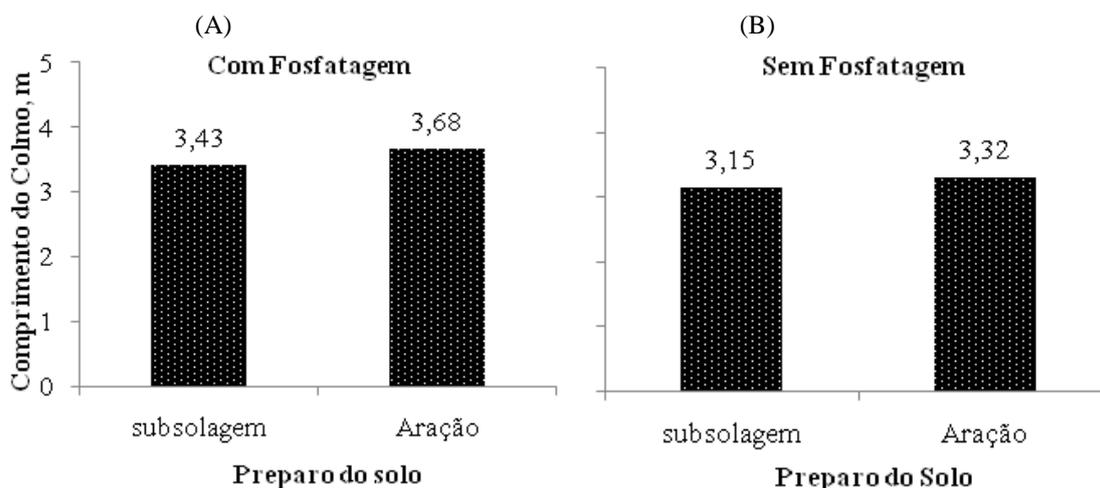


Figura 1. Médias do comprimento do colmo relativas ao preparo do solo dentro da fosfatagem (A) e sem fosfatagem (B) para cana-de-açúcar.

Os maiores valores de comprimento do colmo foram observados nas plantas cultivadas na área preparada com aração. Tais resultados corroboram com o entendimento de Carvalho et al. (2014) ao reportar que a maior profundidade de mobilização do solo, proporcionada pela aração, promoveu um consequente aprofundamento do fósforo no perfil do solo, já que este por ser pouco móvel no solo, tem tendência de permanecer nas posições onde foram originalmente aplicados. O revolvimento do solo com grades e arados em profundidades superiores a 25 cm, facilita o aprofundamento e uma melhor distribuição do fósforo em profundidade, favorecendo maior absorção deste elemento pelas plantas e, conseqüentemente, melhor desenvolvimento das mesmas.

A maior média do diâmetro do colmo foi evidenciada nas plantas cultivadas em solo preparado com aração (Figura 2A), promovendo um aumento de 3,51% nesta

variável quando comparadas as plantas cultivadas em solo submetido a subsolagem. Segundo Dedecek et al. (2007) são vários os fatores que interferem nas respostas das culturas quando submetidas aos diferentes preparos do solo, por exemplo, distinções existentes entre os sistemas radiculares, clima, características dos solos, impedimento físico e resíduos vegetais.

O preparo de solo para implantação do canavial representa uma etapa crucial na longevidade da cultura, em que o solo será novamente revolvido após o quinto ou sexto corte da cana-de-açúcar, dependendo da variedade ou produtividade. Assim a escolha adequada do preparo do solo fornecerá ao produtor condições de permanecer com seu cultivo durante vários cortes sem que haja perda na sua produção (CARVALHO et al., 2011). Castro (1989) destacou, na cultura da cana-de-açúcar, o uso de arados de discos que promove maior desagregação do

solo, possuindo maior facilidade de penetração em maiores profundidades, invertendo melhor o solo na camada arável, permitindo maior incorporação de restos vegetais e de sementes de plantas daninhas, possibilitando melhor seu controle.

Já a aplicação de fósforo na cultura da cana-de-açúcar promoveu um aumento de 6,42% no diâmetro do colmo em relação às plantas sem fosfatagem atingindo a maior média em 28,99 cm (Figura 2B). Zambrosi (2011)

estudando a adubação com fósforo em cana-soca e sua interação com magnésio verificou que a adubação com 45 e 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na média dos tratamentos de Mg, aumentou em 17% o diâmetro dos colmos quando comparado ao que não recebeu fertilizante fosfatado. O fato dos tratamentos sem fosfatagem não contribuírem para o desenvolvimento da variável pode estar relacionado com a baixa disponibilidade e mobilidade do fósforo no solo (ALVAREZ et al., 1960).

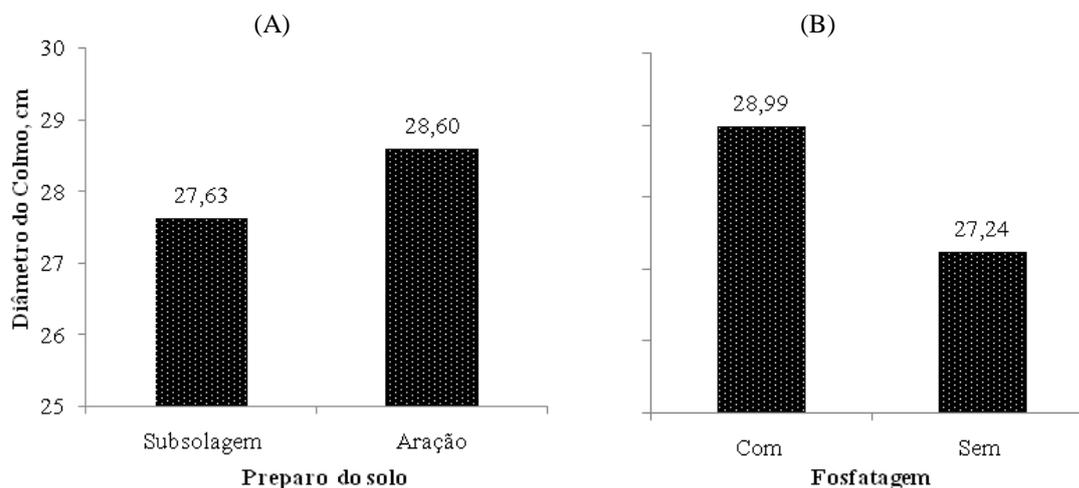


Figura 2. Médias do diâmetro do colmo relativas ao preparo do solo (A) e fosfatagem (B) para cana-de-açúcar.

Vale ressaltar que o número de perfilhos foi maior no tratamento aração com fosfatagem quando comparado aos tratamentos em que foi efetuada a subsolagem com fosfatagem e aqueles que não receberam fosfatagem (Figuras 3A e 3B). Fato este que pode estar relacionado com a maior profundidade de revolvimento do solo pelo arado o que, conseqüentemente, proporciona a melhor distribuição do adubo fosfatado na área favorecendo, assim, o maior desenvolvimento da cultura. Neste sentido, Bianchini et al. (2001) comentam que na cultura da cana-de-açúcar a adoção do correto manejo do solo pode melhorar as características físicas e químicas, o que pode

ter ocorrido no presente estudo, pois a aração elevou em média 6,74 % o número de perfilhos por touceira, quando comparada as plantas cultivadas na área onde foi realizada a subsolagem com fosfatagem.

Conforme Santos et al. (2010), concluíram que a produtividade de perfilhamento foi influenciado positivamente pelas doses de P₂O₅ e torta de filtro aplicadas ao solo. Korndörfer & Alcarde (1992), estudando o efeito da adubação fosfatada sobre o crescimento da cana-de-açúcar, constataram que este elemento proporcionou aumento no perfilhamento, culminando com maior produtividade de colmos.

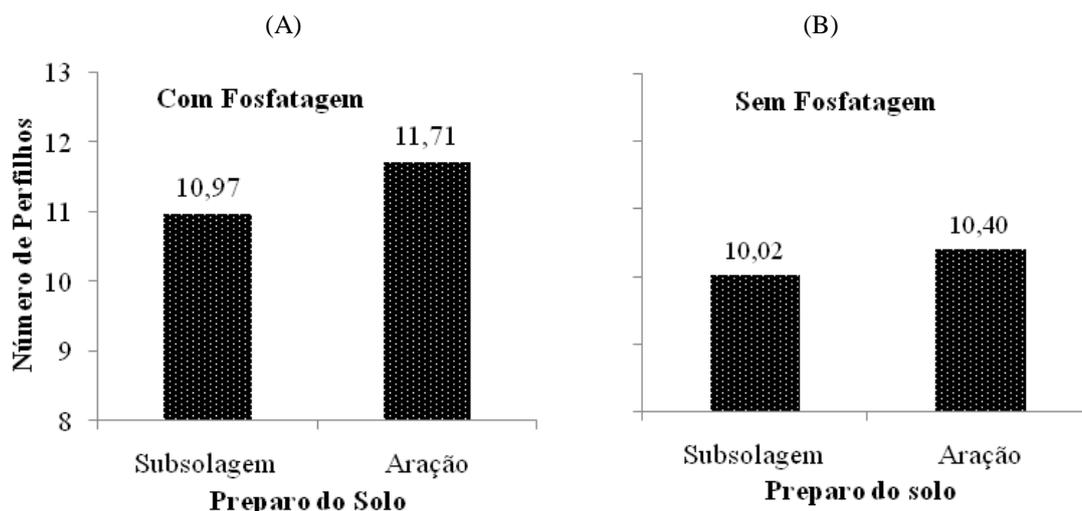


Figura 3. Médias do número de perfis relativas ao preparo do solo dentro da fosfatagem (A) e sem fosfatagem (B) para cana-de-açúcar.

CONCLUSÕES

O manejo do solo associado à adubação fosfatada influenciou de forma significativa no crescimento da cana-de-açúcar.

O comprimento e diâmetro do colmo e o número de perfis foram maiores quando realizadas a aração e a fosfatagem.

REFERÊNCIAS

Alvarez, R.; Amaral, A.Z.; Arruda, H.V. Ensaio de adubação N-P-K em cana-de-açúcar. *Bragantia*, Campinas, v.19, n.único, p.1061-1069, 1960.

Bastos, A. L.; Costa, J. P. V.; Silva, I. F.; Raposo, R. W. C.; Souto, J. S. Influência de doses de fósforo no fluxo difusivo em solos de Alagoas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.12, n.2, p.136-142, 2008.

Bianchini, A.; Magalhães, P. S. G.; Braunbeck, O. Cultivo do solo em áreas decana crua. *Revista STAB*, Piracicaba, v. 19, n. 5, p. 30- 33, 2001.

Carvalho, L. A.; Meurer, I.; Silva Junior, C. A.; Cavalieri, K. M. V.; Santos, C. F. S.; Dependência espacial dos atributos físicos de três classes de solos cultivados com cana-de-açúcar sob colheita mecanizada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 15, n. 9, p. 940-949, 2011.

Carvalho, L. A.; Rezende, I. S.; Panachuki, E.; Silva Junior, C. A.; Novak, E.; Silva, G. F. C. Variáveis físicas do solo e produtividade de cana-de-açúcar sob sistemas de preparo na reforma de canavial. *Centro Científico Conhecer*, Goiânia, v.1, n.01; p. 259-274, 2014.

Castro, O. M. Preparo do solo para a cultura do milho. Campinas: Fundação Cargill, 1989. 41 p. (Série técnica 3)

Dedecek, R. A.; Curcio, G. R.; Rachwal, M. F. G.; Simon, A. A.; Efeitos desistemas de preparo do solo na erosão e na produtividade da acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 17, n. 3, p. 205-215, 2007.

Dutra Filho, J. A.; Melo, L. J. O. T.; Resende, L. V.; Anunciação Filho, C. J.; Bastos, G. Q. Aplicação de técnicas multivariadas no estudo da divergência genética em cana-de-açúcar. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v.42, n.1, p.185-192, 2011.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013, 353p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

Ferreira, D. F. Estatística básica. 2. ed. Lavras: UFLA, 2009, 664p.

Gomes, P. F.; Garcia, C. H. Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais - Exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309p.

Korndörfer, G. H.; Melo, S. P. Fontes de fósforo (fluida ou sólida) na produtividade agrícola e industrial da cana-de-açúcar. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.33, n.1, p.92-97, 2009.

Korndörfer, G. H; Alcarde, J. C. Acúmulo e teor de fósforo em folhas de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 16, n. 1, p. 212-222, 1992.

Mahadevaiah, M. S.; Kumar, Y.; Galil, M. S. A.; Suresha, M. S.; Sathish, M. A.; Nagendrappa, G. A simple spectrophotometric determination of phosphate in sugarcane juices, water and detergent samples. *E-Journal of Chemistry*, v.4, p.467-473, 2007.

Raij, B. van; Cantarella, H.; Quaggio, J. A.; Furlani, A. M. C. (ed.) *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2.ed. Campinas: IAC, 1997. 285p. Boletim Técnico, 100.

Santos, D. H. Adubação da cana-de-açúcar com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. Presidente Prudente: Unoeste, 2009. 35p. Dissertação Mestrado.

Santos, D. H.; Silva, M. A.; Tiritan, C. S.; Foloni, J. S.S.; Echer, F. R. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.15, n.5, p.443-449, 2011.

Santos, D. H.; Tiritan, C. S.; Foloni, J. S. S; Fabris, L. B. Produtividade de cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 454-461, 2010.

Segato, S. V.; Mattiuz, C. F. M.; Mozambani, A. E. Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar. In: SEGATO et al. *Atualização em produção de cana-de-açúcar*. Piracicaba: Livrocere, 2006. p.19-36.

Sousa, S. F.G.; Marasca, I.;Paludo.; Silva, P. R. A.; Lanças, K. P. Avaliação da produtividade da cultura de cana de açúcar com e sem a aplicação de fósforo em profundidade utilizando um equipamento de preparo profundo mecanizado. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 43, 2014, Campo Grande. Anais.... Campo Grande: SBEA, 2014. CD Rom.

Souza, Z. M.; Prado, R. M.; Paixão, A. C. S.; Cesarin, L. G. Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 4, n. 2, p.249-256, 2005.

Zambrosi, F. C. B. Adubação com fósforo em cana-soca e sua interação com magnésio. *Bragantia*, Campinas, v. 71, n. 3, p.400-405, 2011.