

**MANEJO CONSERVACIONISTA DO SOLO ASSOCIADO À ADUBAÇÃO  
VERDE E SUBSTÂNCIAS HÚMICAS SOBRE CARACTERÍSTICAS  
AGRONÔMICAS E TECNOLÓGICAS DA  
CANA-DE-AÇÚCAR**

Antonio Cesar Bolonhezi <sup>1</sup>;Guilherme Afonso Facundo Schimtz <sup>2</sup>;Edson Belisário  
Teixeira <sup>3</sup>;Francisco Maximino Teixeira <sup>1</sup>;Nelcinei Antonio Ribeiro <sup>3</sup>; Denizart Bolonhezi  
<sup>4</sup>

**RESUMO**

A expansão da cana-de-açúcar para regiões de cerrado, demanda adoção de manejo de solo adequado, a fim de obter produtividades econômicas e maior longevidade das soqueiras, em virtude principalmente desta exploração estar sendo realizada sobre pastagens degradadas. Objetivou-se neste trabalho, avaliar o efeito de dois sistemas de preparo do solo (plantio direto e preparo reduzido), com e sem leguminosa adubo verde (*Crotalaria spectabilis*) em área de reforma, com e sem aplicação de substâncias húmicas, sobre a variedade RB867515 em solo originalmente sob vegetação de cerrado. O experimento foi conduzido no período de setembro/2007 a julho/2009, na Fazenda Jardim, área administrada pela Usina Alcoolvale, localizada no município de Aparecida do Taboado, MS. Utilizou-se delineamento experimental blocos casualizados, com os tratamentos arranjos em parcelas subdivididas, com quatro repetições. O preparo mínimo associado com *Crotalaria spectabilis*, proporciona aumentos de 17,6% sobre a produtividade de colmos. A associação de substâncias húmicas e *Crotalaria spectabilis* proporcionou aumentos da ordem de 24,4% sobre a quantidade de sacarose produzida por hectare, maior que o uso destes tratamentos isoladamente. Substâncias húmicas proporcionaram aumentos médios de 21,1 % na produtividade.

Palavras-Chave : *Saccharum* spp., plantio direto, rotação de culturas, fertilidade do solo

**SUMMARY**

**CONSERVATION SOIL MANAGEMENT ASSOCIATED WITH GREEN MANURE AND  
HUMIC SUBSTANCES ON AGRONOMIC AND TECHNOLOGIC CHARACTERISTICS  
OF SUGARCANE**

In recent years, the sugarcane crop area is increasing in regions with savana environment, mainly under degraded tropical pastures, in which is important the adoption of good agricultural practices, such as; conservation tillage and green manure, in order to improve the soil organic matter. The objective of this research was to evaluate the effect of two soil management (no-tillage and reduced tillage) in sugarcane

<sup>1</sup> Professores Agronomia-UNESP, Ilha Solteira (Bolonha@agr.feis.unesp.br). <sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo.  
<sup>3</sup> Engenheiros Agrônomos da Usina Alcoolvale. <sup>4</sup> Pesquisador Científico, APTA, centro-leste.

27 e 28 de junho de 2012 - Ribeirão Preto SP

area to renew (soil with savana as original vegetation), combined with or without green manure (*Crotalaria spectabilis*) and humic substance on the agronomic characteristics of the genotype RB867515. The trial was carried out from September 2007 to July 2009 at Jardim Farm belongs to Alcoolvale Mill's, located in Aparecida do Taboado city, South Mato Grosso State, Brazil. It was used the experimental design randomized blocks with the treatments arranged in a split-split-plot scheme, with four replications. The associations of reduced tillage x *Crotalaria spectabilis*, humic substances x green manure and humic substances isolated, can increase the stalk yield in 17,6%, the sucrose yield in average 24,4% and the stalk yield in 21,1% respectively.

Key-words : *Saccharum* spp., no-tillage, crop rotation, soil fertility

## INTRODUÇÃO

Com a expansão da cana-de-açúcar para regiões de cerrado cujos solos caracterizam ambientes de produção desfavoráveis, são necessárias tecnologias que favoreçam o aumento de carbono no solo, pois, sabe-se que a diminuição gradativa da matéria orgânica do solo tem apresentado correlação com o declínio da produtividade da cana-de-açúcar ao longo dos anos. Na instalação ou renovação do canavial o cultivo de leguminosas adubos verdes, pode proporcionar aumentos na produtividade de colmos. BOLONHEZI et al (2009) concluíram que a adubação verde com leguminosas promoveu aumentos significativos na produtividade da cana-de-açúcar em ambiente de produção classificado como D. Além disso, o sistema de plantio direto da cana associado com o manejo dos resíduos da adubação verde reduzem a ocorrência de plantas daninhas (BOLONHEZI et al.2009b).Em pesquisas com plantio direto e rotação de culturas BOLONHEZI et al. (2010) verificaram que o plantio direto associado com soja é uma ótima opção de manejo, podendo amortizar cerca de 40 % dos custos de implantação de um canavial. PANKHURST et al. (2005) mencionam que na Austrália entre 1970 e 1990, o patamar de produtividade da cana-de-açúcar não aumentou mesmo com a introdução de novas variedades mais produtivas, fenômeno que denominam de "yield decline" o qual atribuem à monocultura.

O uso de substâncias húmicas (ácidos fúlvicos e húmicos) aplicados sobre os toletes no sulco de plantio é outra técnica com grande potencial para os ambientes de produção com limitações à produtividade. Essas substâncias apresentam benefícios físicos e químicos ao solo, assim como efeitos hormonais e interações com o sistema radicular, favorecendo o seu desenvolvimento e conseqüente melhor nutrição da planta. BOLONHEZI et al. (2008), concluíram que para a dose de 15 L ha<sup>-1</sup> da mesma mistura de SHs, obtiveram acréscimo de 12,5 t ha<sup>-1</sup> em produtividade de colmos, o que representa um incremento de 13,2% em relação à testemunha, assim como 1,82% em pol%cana, o que representa um incremento de 15,4% em qualidade tecnológica de colmos. ROSATO et al (2010) observaram aumento de sacarose em algumas variedades de cana-de-açúcar ao aplicar substâncias húmicas no sulco de plantio, com destaque para a SP81-3250, que apresentou ganhos da ordem de 2,27% em pol%cana. Concluíram que SHs pode ser uma técnica importante para o manejo varietal, visto a interação existente. As substâncias húmicas podem afetar diretamente

27 e 28 de junho de 2012 - Ribeirão Preto SP

o metabolismo das plantas por meio de mecanismos ainda não muito claros. O efeito das substâncias húmicas sobre o metabolismo das plantas foi resumido por NANNIPIERI et al. (1993): (a) da influência positiva sobre o transporte de íons, facilitando a absorção; (b) do aumento da respiração e da velocidade das reações enzimáticas do ciclo de Krebs, resultando em maior produção de energia metabólica sob a forma de ATP; (c) do aumento no conteúdo de clorofila; (d) do aumento da síntese de ácidos nucleicos; (e) do efeito seletivo sobre a síntese protéica; e (f) do aumento ou inibição da atividade de diversas enzimas.

A associação de adubos verdes com substâncias húmicas, pode ocasionar efeito sinérgico, potencializando os benefícios já conhecidos de forma isolada, conseqüentemente pode melhorar as condições de nutrição da planta, acúmulo de biomassa e sacarose. Objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito de dois sistemas de preparo do solo com e sem leguminosa adubo verde em área de reforma, com e sem aplicação de substâncias húmicas, sobre a variedade RB867515 em solo originalmente sob vegetação de cerrado.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de setembro/2007 a julho/2009, na Fazenda Jardim, área administrada pela Usina Alcoolvale, localizada no município de Aparecida do Taboado, MS, apresentando coordenadas geográficas de 51° 23' 20" longitude W e 20° 06' 04" latitude S, com 410 m de altitude. O clima é do tipo Aw segundo classificação climática de Köppen – Geiger, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, apresentando temperatura e precipitação média anual de 23,5 °C, 1560 mm, respectivamente

A área era originalmente coberta por vegetação típica de cerrado, sendo depois explorada com pastagem extensiva por longo período. O solo da área foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Álico, textura arenosa média (EMBRAPA, 1996). A análise química do solo foi realizada de acordo com metodologia descrita por RAIJ et al. (2001), no Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos da UNESP, campus de Ilha Solteira, apresentado na Tabela 1. O ambiente de produção foi caracterizado como E (DEMATTÊ, 2007).

**Tabela 1. Análise química do solo da área experimental, Usina Alcoolvale, Aparecida do Taboado, MS, 2008.**

Profundidade (cm)	P (mg dm <sup>-3</sup> )	M.O (g dm <sup>-3</sup> )	pH CaCl <sub>2</sub>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	SB	CTC	V
				.....	.....	.....	.....	.....	.....
0-20	3	12	4,1	0,7	11	8	19,7	34,7	57
20-40	3	11	4,1	0,2	1	3	4,2	24,2	17

Utilizou-se delineamento experimental blocos casualizados, com tratamentos arranjados em parcelas sub-subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos principais foram os dois sistemas de manejo do solo (plantio direto) e preparo reduzido (gradagem sobre a palha), as sub-parcelas constituíram-se das duas doses de substâncias húmicas (0 e 15 L ha<sup>-1</sup>) e as sub-subparcelas da presença ou ausência do

27 e 28 de junho de 2012 - Ribeirão Preto SP

cultivo de *Crotalaria spectabilis*. As unidades experimentais foram constituídas de cinco linhas de 10 m de comprimento, no espaçamento 1,5 m perfazendo uma área total de 75 m<sup>2</sup>, considerando-se área útil apenas as três linhas centrais. As substâncias húmicas (HUMITEC®), composta por 0,12 kg kg<sup>-1</sup> de ácidos húmicos e 0,03 kg kg<sup>-1</sup> ácidos fúlvicos, associados a 4% de cloreto de potássio e mais 8% de nitrogênio total, foram aplicados sobre os toletes de cana-de-açúcar no momento da cobertura das mudas com bico leque e volume de calda de 50 L ha<sup>-1</sup>, concomitante à esta operação, foi aplicado inseticida à base de fipronil, na dose de 0,250 kg do p.c. ha<sup>-1</sup>.

De acordo com a metodologia de GHELLER et al. (1999), avaliou-se a produtividade de colmos por hectare foi obtida por meio da colheita de 15 colmos despontados, de cada linha da área útil da parcela, totalizando 45 colmos. Para a determinação da massa dos 45 colmos foi utilizada uma balança do tipo dinamômetro, com precisão de 0,050 kg. Por meio dessa massa, do número médio de colmos por metro e o espaçamento entrelinha, foi possível determinar a produtividade de colmos expressa em toneladas por hectare. Por ocasião da colheita foram retirados e identificados 10 colmos ao acaso entre os 45 colmos, os quais foram enviados para o Laboratório de Pagamento de Cana por Teor de Sacarose (PCTS) da Usina Alcoolvale para determinação do °Brix, pol (%) cana, Fibra (%) cana, AR (% cana), com base na metodologia descrita pelo CONSECANA (2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se na Tabela 2., que em razão de ter sido constatada interação significativa entre os fatores estudados, estão apresentados os resultados dos desdobramentos para a variável produtividade de colmos. De modo geral, as SHs promoveram aumentos significativos sobre a produtividade de colmos, sendo estes da ordem de 15,0% (14,19 t ha<sup>-1</sup>), independente do cultivo de leguminosas e do preparo do solo. Observa-se que o incremento na produtividade atribuído ao cultivo de *Crotalaria spectabilis* foi menor que a resposta à aplicação das SHs, evidenciando assim, que apenas as SHs são suficientes para atingir o máximo de produtividade de colmos, sendo esta não alcançada apenas com o cultivo de crotalária. O efeito das SHs foi mais pronunciado que a adubação verde, pois esta depende da decomposição dos resíduos e considerando os baixos indicadores de fertilidade do solo, o efeito das SHs é direto.

**Tabela 2. Produtividade de colmos em função da adubação verde, substâncias húmicas e preparo do solo. Aparecida do Taboado, MS, 2009.**

Adubo Verde/Preparo do Solo		Substâncias Húmicas		
		Com	Sem	Média
		Produtividade de colmos - t ha <sup>-1</sup>		
Com	Reduzido	108,81 A <sup>1</sup> a <sup>2</sup> a <sup>1</sup> 3	108,68 Aaa1	108,75 aa1
Adubo Verde	Plantio Direto	109,04 Aaa2	90,58 Bba2	99,81 ba2
	Média	108,93 Aa	99,63 Ba	104,28 a
Sem	Reduzido	115,01 Aaa1	93,53 Bab1	104,27 aa1
Adubo	Plantio Direto	103,82 Aaa2	87,11 Baa2	95,46 ba2

27 e 28 de junho de 2012 - Ribeirão Preto SP

Verde	Média	109,41 Aa	90,32 Bb	99,87 a
	Média	109,17 A	94,98 B	102,07
	CV%		8,09	

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Médias entre preparo do solo seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

<sup>3</sup> Letras minúsculas na coluna seguidas de mesmo número, ambos em itálico, comparam adubo verde para o mesmo preparo, sendo as médias seguidas da mesma letra, iguais entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

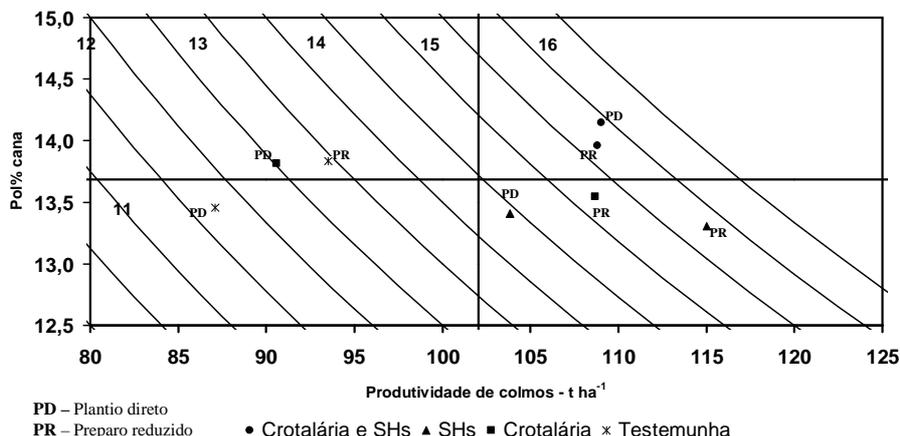
Por outro lado, mesmo que as duas tecnologias proporcionem resultados positivos sobre a produtividade de colmos, o consórcio delas não proporcionou incrementos maiores que os observados quando se usa apenas SHs (aumento de 17%) e *Crotalaria spectabilis* (aumento de 5%).

Esses resultados são ainda mais expressivos que os 13,2% de incremento obtido por BOLONHEZI et al. (2008) para a mesma concentração e dose de SHs em solo originalmente coberto por cerrado. Este incremento na produtividade pode estar relacionado com o efeito dos ácidos húmicos sobre o desenvolvimento de raízes laterais da cana, o qual correlaciona-se com a atividade da H<sup>+</sup>-ATPase (CANELLAS et al., 2006). Efeito semelhante já foi comprovado pela ação de ácidos húmicos extraídos da torta de filtro, que servem como estimuladores do crescimento de raízes (BUSATO et al., 2010).

Através da análise das isoquantas para produtividade de colmos, pol%cana e TPH (Figura 2), observa-se que todos os tratamentos que receberam a aplicação de SHs, apresentaram-se nos quadrantes de maior produtividade de colmos, ou seja, acima da média do ensaio. No entanto, apenas os tratamentos que constavam da associação de *Crotalaria spectabilis* e SHs, apresentaram-se no quadrante que representa os maiores rendimentos, ou seja, apresentavam boa produtividade de colmos assim como qualidade tecnológica, proporcionando assim quantidades de sacarose por hectare (TPH) na faixa de 15 a 15,5 t ha<sup>-1</sup>. Faixa essa que também se enquadrou o tratamento com SHs em preparo reduzido, pois mesmo esse apresentando a menor Pol%cana, por outro lado teve a maior produtividade de colmos.

Tonelada de pol ha<sup>-1</sup> - TPH

27 e 28 de junho de 2012 - Ribeirão Preto SP



**Figura 2. Isoquantas para produtividade de colmos, pol%cana e TPH em função da adubação verde, substâncias húmicas e preparo do solo. Aparecida do Taboado, MS, 2009.**

De modo geral, as SHs quando usadas isoladamente, proporcionou incrementos sobre a produtividade de colmos, mas não sobre a qualidade tecnológica, já o cultivo de leguminosa adubo verde aumentou exclusivamente o teor de sacarose, dessa forma, a associação das duas tecnologias proporcionou aumentos sobre a produtividade e a qualidade tecnológica dos colmos, resultando em valores elevados de TPH.

Quanto ao efeito do manejo de solo, a combinação do preparo reduzido com cultivo de *Crotalaria spectabilis*, proporcionou aumentos de 17,6% em TPH. Provavelmente, a trituração dos resíduos do adubo verde, contribuiu para intensificar a decomposição e liberação do N fixado e do K extraído, contribuindo assim para um maior acúmulo de biomassa da cana-de-açúcar, resultados que concordam com os obtidos por DUARTE JÚNIOR & COELHO (2008).

### CONCLUSÕES

1. O preparo reduzido associado ao cultivo de *Crotalaria spectabilis*, proporciona aumentos de 17,6% sobre a produtividade de colmos.
2. A associação de substâncias húmicas com cultivo de *Crotalaria spectabilis* aumenta em média 24,4% a produtividade de sacarose, quantidade maior que o efeito isolado de cada um destes tratamentos, denotando efeito sinérgico.
3. A aplicação de substâncias húmicas aumenta a produtividade de colmos em 21,1%.

### LITERATURA CITADA

BOLONHEZI, A.C.; FERNANDES, F.M.; TEIXEIRA, E.B.; VALÉRIO FILHO, W.V.; SCHMITZ, G. A. F; Ácidos húmicos e fúlvicos aplicados no sulco de plantio de cana-de-açúcar em solo de cerrado In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 9., Maceió, 2008. **Anais...** Maceió: STAB, 2008. p. 559-564.

BOLONHEZI, A. C., SCHMITZ, G. A. F., FERNANDES, F. M., TEIXEIRA, E. B., Marrette, M. E., SOUZA, W. C. R. Management of soil with leguminosae green fertilizers in control of weeds in area of reform of sugarcane In: ISSCT Agronomy Workshop, 2009b, Uberlandia(MG). **ISSCT Agronomy Workshop.** , 2009. p.52 – 53

BOLONHEZI, A.C.; SOUZA, W.C.R.; FERNANDES, F.M.; SCHMITZ, G.A.F.; TEIXEIRA, E.B. e MARRETTE, M. Leguminosae Green manure in cane-brake reforms área in savannah soil. In: ISSCT Agronomy Workshop, 2009, Uberlandia (MG). **ISSCT Agronomy Workshop.** , 2009a. p.54.

BOLONHEZI, D., CARLOS, J. A.; BOLONHEZI, A. C., FERREIRA NETO, L. A. Adubação verde no sistema de produção da cana-de-açúcar. **Revista Canavieiros.** Piracicaba(SP), p.28 - 30, 2010.

BOLONHEZI, D., MONTEZUMA, M. C., FINOTO, E., IVAN, L.M.A., GOMES, G.V., BOLONHEZI, A. C. Influence of conservation tillage and crop rotation on sugarcane yield In: 16º CONGRESO DE LA ORGANIZACION INTERNACIONAL DE CONSERVACION DE SUELO, 2010, Santiago. **Proceedings...** Santiago: Sociedad Chilena de la Ciencia del suelo, 2010. p.18 - 23.

BUSATO, J.G.; ZANDONADI, D.B.; DOBBS, L.B.; FAÇANHA, A.R.; CANELLAS, L.P. Humic substances isolated from residues of sugarcane industry as root growth promoter. **Sci. Agric.**, v.67, n.2, p. 206-212, 2010.

CONSECANA. Conselho dos produtores de cana-de-açúcar, açúcar e álcool do Estado de São Paulo. **Manual de Instruções.** Piracicaba, SP, 4ed., 2003. 116p.

DEMATTÊ, J. A. Levantamento semi-detalhado de solos relacionados aos grupos de manejo em ambientes de produção das terras da Alcoolvale. CD-ROM, Dezembro, 2007.

DUARTE JÚNIOR, J.B.; COELHO, F.C. A cana-de-açúcar em sistema de plantio direto comparado ao sistema convencional com e sem adubação. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.12, n.6, p.576–583, 2008

GHELLER, A C. A. et al. Manual de método alternativo para medição da produção de cana-de-açúcar. UFSCAR-CCA-DBV, 1999. 7p.

# Agr energia VI Workshop

ISBN:

978-85-85564-24-7

27 e 28 de junho de 2012 - Ribeirão Preto SP

NANNIPIERI, P. et al. **Proprietà biochimiche e fisiologiche della sostanza orgânica**. In: NANNIPIERI, P., ed. Ciclo della sostanza orgânica del suolo. Bologna, Pàtron, 1993. p.67-78.

PANKHURST, C.E.; BLAIR, B.L.; MAGAREY, R.C.; STIRLING, G.R.; GARSIDE, A.L. Effects of biocides and rotation breaks on soil organisms associated with the poor early growth of sugarcane in continuous monoculture. **Plant and Soil**, v.268, p.255-269, 2005.

ROSATO, M. M., BOLONHEZI, A. C., FERREIRA, L. H. Z. Substâncias húmicas sobre qualidade tecnológica de variedades de cana-de-açúcar. **Scientia Agraria (UFPR. Impresso)**, v.11, p.43 - 48, 2010.