

ASSOCIAÇÃO DA CROTALÁRIA COM ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL NA PRODUTIVIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR

ASSOCIATION OF CROTALÁRIA AS GREEN MANURES AND MINERAL IN PRODUCTIVITY OF SUGAR CANE

José Messias MIRANDA¹; Marcos Vinícius RIGONI²; Fábio Teixeira SILVEIRA³

1. Professor, Doutor em Agronomia, Universidade Federal de Alfenas - UNIFENAS, Alfenas MG, Brasil. jose.miranda@unifenas.br;

2. Aluno do curso de Agronomia - UNIFENAS, Alfenas MG, Brasil.; 3. Engenheiro Agrônomo, Adecoagro, Usina Monte Alegre, Monte Belo, MG, Brasil.

RESUMO: Perante a boa aceitação da *Crotalaria juncea* na utilização como adubo verde na cultura da cana-de-açúcar, analisou-se a eficiência deste adubo verde bem como sua interação com a adubação química (adubos minerais) e a adubação orgânica utilizando (composto de torta de filtro) em áreas de cultivo de cana-de-açúcar. O experimento foi instalado em um Latossolo argilo-arenoso no município de Areado sul de Minas Gerais, pela empresa Usina Monte Alegre do Grupo Adecoagro, instalada no município de Monte Belo MG. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com seis tratamentos e três repetições. Os tratamentos utilizados foram respectivamente: *Crotalaria juncea* e adubação orgânica com composto de torta de filtro; *Crotalaria juncea* e adubação mineral; *Crotalaria juncea*; Adubação orgânica com composto de torta de filtro; Adubação mineral; Testemunha. Obteve-se resposta significativamente superior o uso de *Crotalaria juncea* como adubação verde associado com composto orgânico, tanto na produção de cana-de-açúcar como de açúcar. A utilização de apenas *Crotalaria juncea* como adubação verde na formação de um canavial foi prejudicial a todos os atributos avaliados.

PALAVRAS CHAVE: *Sacharum spp.* Adubação verde. Produtividade de açúcar.

INTRODUÇÃO

A adubação verde é uma prática conhecida desde a antiguidade, podendo ser definida como a incorporação ao solo de material vegetal não decomposto, produzido ou não no local. Desta operação, resultam alterações desejáveis no solo, em seus atributos químicos, físicos e biológicos, levando a cultura subsequente a se beneficiar destas mudanças, refletindo normalmente em maiores produtividades. Dos benefícios relevantes produzidos pelo uso de leguminosas como adubos verdes podem ser citados a adição de nitrogênio ao solo; manutenção da matéria orgânica do solo; reciclagem de nutrientes; cobertura do terreno, minimizando problemas com erosão e controlando planta daninhas; diminuição populacional e controle de nematóides; redução de problemas com a compactação do solo.

A monocultura da cana-de-açúcar e degradação do solo vem sendo intensamente estudado em vários países. De acordo com Rossetto e Dias (2005), o uso de resíduos como a vinhaça, torta de filtro e a palhada remanescente da colheita mecanizada da cana “crua” pode proporcionar incrementos na matéria orgânica do solo, minimizando os problemas do monocultivo. Na região centro-sul, durante a reforma do canavial, o solo permanece um longo período inutilizado, visto que, o término da colheita ocorre em meados de

novembro e o plantio ocorre nos meses de fevereiro e março. Durante todo este período o solo encontra-se exposto e sujeito a erosão.

A intensidade da deficiência de nitrogênio depende da relação C/N do material e da quantidade utilizada. Os dois principais resíduos orgânicos da cana-de-açúcar são a torta de filtro e a vinhaça. A torta de filtro é mais rica em P₂O₅ e CaO, é empregada principalmente em cana-planta, nas dosagens de 30 t/ha (sulco) e 60 t/ha (área total), substituindo parcialmente ou totalmente a adubação fosfatada, dependendo da dosagem de P₂O₅ recomendada (ISHIMURA, 2000).

O efeito da matéria orgânica sobre os microorganismos pode ser avaliado a partir da biomassa e atividade microbiana, parâmetros que representam integração de efeitos desta sobre as condições biológicas do solo, (BAYER; MIELNICZUK, 1999). Recomenda-se esperar no mínimo 90 dias para manejo da *Crotalaria*, para que haja melhor aproveitamento da biomassa em termos de custo benefício, ou seja, se o manejo for feito antes de 90 dias, a biomassa produzida não justificará a prática. Caso a área tenha sido submetida a preparo de solo adequado antes da implantação do adubo verde, pode-se realizar a operação de sulcação logo após a roçada da *Crotalaria juncea*, sendo este o manejo mais correto do ponto de vista conservacionista, (ESALQ, 2005).

Perante esta boa aceitação da *Crotalaria juncea* na utilização como adubo verde na cultura da cana-de-açúcar, objetivou-se neste trabalho, analisar a eficiência da *Crotalaria juncea* bem como sua interação com a adubação química (adubos minerais) e a adubação orgânica utilizando (composto de torta de filtro) em áreas de reforma.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Usina Monte Alegre do grupo Adecoagro, situada no município de Monte Belo MG, em área de renovação de um canal de quinto corte, cujo solo é um Latossolo de textura argilo-arenoso, localizado no bairro Capetinga do município de Areado MG. A análise granulométrica e química do solo realizada antes da implantação da cultura revelou os seguintes valores para a camada de 0-20 cm de profundidade: argila = 402 g kg⁻¹, silte = 71 g kg⁻¹ e areia = 527 g kg⁻¹; M.O = 29 g dm⁻¹; CTC = 6,7 cmol_cdm⁻³; V% = 36; pH (CaCl₂) = 5,5; pH (H₂O) = 6,0; P Mehlich 1 = 3,0 mgdm⁻³; K⁺ = 0,07 cmol_cdm⁻³; Ca⁺² = 3,2 cmol_cdm⁻³; Mg⁺² 0,9 cmol_cdm⁻³ e H + Al⁺³ = 4,3

cmol_cdm⁻³. Na camada de 20-40 cm de profundidade os valores da análise química foram: M.O = 23 g dm⁻¹; CTC = 5,3 cmol_cdm⁻³; V% = 26; pH (CaCl₂) = 4,9; pH (H₂O) = 5,1; P Mehlich 1 = 1,9 mgdm⁻³; K⁺ = 0,05 cmol_cdm⁻³; Ca⁺² = 2,1 cmol_cdm⁻³; Mg⁺² 0,6 cmol_cdm⁻³ e H + Al⁺³ = 3,9 cmol_cdm⁻³. O delineamento experimental utilizado foi de bloco casualizados com seis tratamentos e três repetições. As parcelas possuíam dimensões de 10 metros de comprimento por 4,5 metros de largura ou quatro linhas de cana-de-açúcar, com espaçamento de 1,50 m entre as linhas. Respeitou-se uma distancia de 0,5 metros entre parcelas e a distancia de 1,5 metros entre blocos. Os tratamentos utilizados foram respectivamente:

Tratamento1: *Crotalaria juncea* e adubação orgânica com composto de torta de filtro;
Tratamento2: *Crotalaria juncea* e adubação mineral;
Tratamento3: *Crotalaria juncea*;
Tratamento4: Adubação orgânica com composto de torta de filtro;
Tratamento5: Adubação mineral;
Tratamento 6: Testemunha (Controle).

Tabela 1. Composição do composto orgânico de torta de filtro, analisada no laboratório de fertilidade do solo da UNIFENAS, Alfenas MG:

COMPOSTO ORGÂNICO DE TORTA DE FILTRO	VALOR
pH Cl ₂ Ca	7,0
pH H ₂ O	7,3
Alumínio (Al ³⁺)	0 cmol _c dm ⁻³
H ⁺ + Al ³⁺	2,03 cmol _c dm ⁻³
Cálcio (Ca ²⁺)	73,13 cmol _c dm ⁻³
Magnésio (Mg ²⁺)	8,58 cmol _c dm ⁻³
Potássio (K ⁺)	3,55 cmol _c dm ⁻³
Soma de Bases (SB)	85,26 cmol _c dm ⁻³
Capacidade de Troca (CTC)	87,29 cmol _c dm ⁻³
Fósforo (P)	801,20 mg dm ⁻³
Carbono (C)	167,17 g dm ⁻³
Ferro (Fe)	8,52 mg dm ⁻³
Zinco (Zn)	3,98 mg dm ⁻³
Cobre (Cu)	1,30 mg dm ⁻³
Manganês (Mn)	182,60 mg dm ⁻³
Matéria Orgânica (M.O)	37 %

Na área experimental do projeto, para o preparo do solo, realizou-se uma gradagem pesada para destruir a soqueira de cana remanescente, aplicação de calcário e gesso de acordo com análise de solo, aração profunda realizada por arados de aiveca, gradagem destorroadora realizada por uma grade intermediária e por final uma gradagem niveladora. No dia 05 de novembro de 2008 realizou-se o plantio da *Crotalaria juncea* utilizando um espaçamento entre linhas de 0,5 metros,

colocando 25 sementes por metro linear ou 35 quilogramas por hectare, somente nas parcelas que receberão o tratamento da *Crotalaria juncea*.

No dia 27 de fevereiro de 2009 efetuou-se a incorporação no solo da crotalaria utilizando uma grade intermediária tracionada mecanicamente. As parcelas foram sulcadas no espaçamento de 1,5 m entre linhas por 0,40 m de profundidade. Logo em seguida as parcelas foram novamente demarcadas

respeitando os seus devidos localizações do croqui inicialmente demarcado.

A adubação mineral foi feita manualmente após a sulcação, sendo o adubo distribuído de forma uniforme nos sulcos de plantio na quantidade de 0,075 g por metro linear, na profundidade de 50 centímetros, totalizando uma quantidade de 500 Kg por ha da formulação 12-23-23. A recomendação da adubação obtida através de análise de solo com base nas recomendações do CTC (Centro Tecnológico Canavieiro de Piracicaba SP). A adubação orgânica feita mecanicamente por um equipamento conhecido como distribuidor de composto acoplado a trator, nas parcelas designadas para receber tal tratamento. A dosagem utilizada foi de 16 t por ha, 2,4 kg por metro linear, valores também recomendados pelo CTC.

Os feixes de mudas foram retirados manualmente dos caminhões e distribuídos por todo o experimento. A distribuição das mudas nos sulcos e picação dos toletes realizadas completamente manual. A densidade de plantio, quantidade de uma cana e meia por metro linear cruzando-se pé com ponta, a variedade escolhida SP 89 1115, foi estabelecida através do histórico da variedade da muda, obtida na empresa de realização do projeto. Logo após a distribuição das mudas nos sulcos, foram feito a picação em toletes que variaram de duas a três gemas (órgão de propagação) por tolete, resultando em 14 a 16 gemas por metro linear. A cobertura e tratamento com inseticidas dos toletes realizada de uma única vez por um implemento conhecido como tampadeira de cana, preparada com equipamentos para o tratamento dos toletes de muda. Este implemento acoplado a trator realizou as seqüências operações: O trator desloca sobre os toletes de cana, dentro do sulco, em seguida dois bicos pulverizadores faz o tratamento dos toletes com inseticidas e em seguida recobre-se com 3 a 5 centímetros de terra.

O inseticida utilizado no plantio foi o fipronil (Regente 800 WG), na dosagem de 0,25 kg. ha⁻¹ sendo diluídas em 75 litros d'água. A operação de retampa realizada manualmente com a utilização de uma enxada para tampar alguns toletes de cana-de-açúcar que não foram totalmente cobertos pelo equipamento de cobertura.

Os tratamentos culturais do experimento foram com base nos métodos seguidos pela empresa onde foi instalado o projeto, sendo uma aplicação de herbicida pós-emergência (nome do herbicida e a dose usada) e uma capina manual durante a fase de perfilhamento da cana-de-açúcar. Nesta fase avaliou-se o número de perfílios por metro linear nos diversos tratamentos utilizados.

No dia 09 de maio de 2010 realizou-se a colheita das parcelas experimentais com a queima prévia da cana para facilitar as avaliações. A parcela útil constou de duas ruas centrais, desprezando 1 metro em cada extremidade e com isto obteve-se uma área de 24 metros quadrados por parcela. Inicialmente mediu-se a altura dos colmos até o início do pendramento (última folha). Posteriormente foi avaliado o número de colmos bem como o seu diâmetro a 30 cm do solo e peso total de matéria verde. Também coletou amostra de cada tratamento e enviados ao laboratório de análise da Usina Monte Alegre para determinação de Brix, teor de fibra e cálculo da percentagem de açúcar.

Após tabulado os dados foram analisados utilizando computador PC e o programa estatístico SAS (Statistical System Analises), que posteriormente convertido para o sistema Word e língua Portuguesa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O volume pluviométrico e temperaturas máximas e mínimas ocorrido durante o período de condução do presente ensaio, atenderam as necessidades para a cultura da cana de açúcar na região do sul de Minas Gerais (Tabela 2). Podemos observar de o volume, bem como a sua distribuição foram altamente favoráveis, com redução do seu volume a partir de abril de 2010 com que veio beneficiar o corte e pesagem das parcelas experimentais. Com relação às temperaturas não foram registradas temperaturas baixas que pudesse afetar o crescimento da plantas, com ausências de ocorrência de geadas, pelo contrário propiciaram ambiente favorável ao pleno crescimento das plantas.

No atributo número de colmos por hectare apresentamos variações, destacando-se o tratamento onde utilizou apenas a adubação química (Tabela 3). A utilização da *Crotalaria juncea* como adubação verde provocou uma redução significativa no número total de colmos por hectare, sendo de 14.667 colmos inferiores ao anterior. Os demais tratamentos tiveram um comportamento similar, não diferindo entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Com relação ao diâmetro de colmo medido a altura de 30 centímetros do solo, não apresentou diferenças significativas, ao contrário do que se esperava, pois com a redução do número de colmos por hectare poderia haver uma compensação com o aumento do diâmetro.

Tabela 2. Precipitação pluvial em milímetros, temperaturas máximas e mínimas, média mensal, registrada na estação meteorológica da Usina Monte Alegre, Monte Belo MG.

Meses	Temp. mínima (°C)	Temp. máxima (°C)	Precipitação (mm)
Fevereiro/09	17,4	28,4	224,8
Março/09	17,1	27,7	188,0
Abril/09	12,1	26,1	68,2
Mai/09	10,6	24,8	52,9
Junho/09	8,5	22,4	55,4
Julho/09	10,3	24,6	20,7
Agosto/09	10,7	24,8	48,9
Setembro/09	14,5	27,3	152,6
Outubro/09	16,3	27,3	226,7
Novembro/09	18,4	29,3	158,0
Dezembro/09	18,7	27,1	343,5
Janeiro/10	18,6	28,7	182,7
Fevereiro/10	17,8	28,9	171,9
Março/10	17,5	28,7	84,7
Abril/10	14,0	26,3	55,4
Mai/10	10,5	24,4	23,5
Total:			2057,9

Tabela 3. Número e diâmetro em centímetro de colmos de cana de açúcar, em função aos tratamentos do ensaio na Usina Monte Alegre, Monte Belo MG.

Tratamentos	Nº de Colmos. ha ⁻¹	Diâmetro do Colmo (cm)
1. Crotalaria + Composto	77.667 AB ^(*)	2,82A
2. Crotalaria + Adubo	77.222 AB	2,83 A
3. Crotalaria	66.000 B	2,57A
4. Composto	76.778 AB	2,65 A
5. Adubo	80.667 A	2,79 A
6. Testemunha	74.778 AB	2,51 A
C. V. (%)	6,10	6,14

(*) Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na altura das plantas apresentou uma variação significativa em função dos tratamentos com o uso de *Crotalaria juncea* + Composto e

Crotalaria juncea + Adubo, indicando uma associação entre estes componentes utilizados (Tabela 4).

Tabela 4. Altura em metros e número de perfílos por metro linear, em função aos tratamentos do ensaio na Usina Monte Alegre, Monte Belo MG.

Tratamentos	Altura da Planta (m)	Número de perfílos/m
1. Crotalaria + Composto	2,32 A ^(*)	27,66AB
2. Crotalaria + Adubo	2,30 A	30,66A
3. Crotalaria	1,95BC	17,33C
4. Composto	2,14 ABC	27,66 AB
5. Adubo	2,22 A	33,00A
6. Testemunha	1,87C	20,00C
C. V. (%)	4,42	13,90

(*) Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A Testemunha apresentou-se limitando significativamente a altura das plantas e com comportamento similar ao tratamento onde se

utilizou a *Crotalaria juncea* como adubação verde. Com relação ao número de perfílos por metro linear ao uso de Adubo químico e a sua associação

com a *Crotalaria juncea* destacaram significativamente dos demais. Porém a utilização de *Crotalaria juncea* como adubação verde para a formação de lavoura de cana-de-açúcar induziu ao menor número de perfilhos com 17,33 contra 33,00 por metro linear do anteriormente citado.

Para a produção em toneladas de cana de açúcar por hectare o tratamento onde utilizou a *Crotalaria* mais o Composto apresentaram produtividade altamente significativa com 163,07 t (Tabela 5). O contrário do tratamento onde se utilizou apenas a *Crotalaria juncea* como adubação verde, destacou-se dos demais com produtividade de 111,99 t, exibindo uma redução de 51,08 t de cana de açúcar por hectare. De acordo com Ishimura (2000), os efeitos da matéria orgânica nos solos são de ordem química, física e biológica, sendo seu conteúdo, em quantidade significativa, indispensável para as relações entre estas propriedades. Entretanto, o uso agrícola altera esse

conteúdo, sendo observada redução acentuada quando são utilizados métodos de preparo com intenso revolvimento do solo e sistemas com baixa adição de resíduos vegetais, propiciando nessa situação, processos de degradação das propriedades químicas, físicas e biológicas e conseqüentemente queda da produtividade das culturas e manejo não sustentável. Para a utilização de apenas composto à produtividade resultante foi de valor intermediário, 133,34 t, sugerindo a existência de uma associação entre a *Crotalaria juncea* e o Composto orgânico com 163,07 t. Resultado idêntico quando se analisa a produção de açúcar em toneladas por hectare na qual aparece um diferencial de 7,06 t de açúcar por hectare entre o tratamento de *Crotalaria juncea* + Composto em relação ao de apenas *Crotalaria juncea* (Tabela 5). Tanto na produção de cana de açúcar como na de açúcar a Testemunha produziu 15,17 t de cana de açúcar e 1,95 t de açúcar superior ao tratamento com o uso de *Crotalaria juncea*.

Tabela 5. Produtividade de cana de açúcar e açúcar em toneladas por hectare, em função aos tratamentos do ensaio na Usina Monte Alegre, Monte Belo MG.

Tratamentos	Produção cana de açúcar (t)	Produção de açúcar (t)
1. <i>Crotalaria</i> + Composto	163,07 A ^(*)	22,29A
2. <i>Crotalaria</i> + Adubo	137,66AB	18,81AB
3. <i>Crotalaria</i>	111,99B	15,23B
4. Composto	133,34AB	18,34AB
5. Adubo	148,82AB	20,83AB
6. Testemunha	127,16AB	17,18AB
C. V. (%)	12,05	11,91

(*) Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV.

A associação do composto orgânico com a *Crotalaria juncea* pode ser explicada pelo fornecimento, constante e efetivo de material orgânico para o solo, propicia o efeito positivo cumulativo de suprimento de nutrientes, e de benefício biológico, porém, a origem e tipo de resíduos orgânicos são importantes. Ainda, segundo Ishimura (2000) após a aplicação do adubo orgânico há o enriquecimento biológico do solo, passando por uma fase de intensa atividade de microorganismos podendo ocorrer uma redução de nitrogênio disponível para a cultura devido à sua absorção pelos os microorganismos para decompor o material. A intensidade da deficiência de nitrogênio depende da relação C/N do material e da quantidade utilizada.

O manejo de espécies de leguminosas em rotação com a cana-de-açúcar no momento da renovação do canavial, resultam em melhorias nas características químicas, físicas e biológicas do solo (MASCARENHAS; TANAKA, 2000), aumentando a retenção dos nutrientes, o controle de plantas

daninhas, fitopatógenos e da erosão do solo (MOURA, 1995). A matéria orgânica atua diretamente nas características biológicas do solo, pois atua como fonte de carbono, energia e nutrientes para os microorganismos quimioheterotróficos e, através da mineralização do nitrogênio e enxofre orgânico atua como fonte de energia aos microorganismos quimioautótrofos. Esses dois tipos de microorganismos sobressaem em quantidade e importância no solo. O efeito da matéria orgânica sobre os microorganismos pode ser avaliado a partir da biomassa e atividade microbiana, parâmetros que representam integração de efeitos desta sobre as condições biológicas do solo, (BAYER; MIELNICZUK, 1999).

CONCLUSÕES

Obteve-se resposta significativamente superior para o uso de *Crotalaria juncea* como adubação verde associado com composto orgânico

de torta de filtro, tanto na produção de cana-de-açúcar como de açúcar.

A utilização da *Crotalaria juncea* como adubação verde na formação de um canavial, em

todos os atributos avaliados, não apresentou respostas significativas.

ABSTRACT: *Crotalaria juncea* is very usual as green manures in sugar cane crop; these experiments analyzed the efficiency of *Crotalaria juncea* as green manure and the interaction with chemical manures (mineral fertilizers) and organic manures using compost of “torta de filtro” in sugar cane fields. The experiments were carried out with typic dystrophic Red latosol (oxisol) in Areado city of Southern Minas Gerais, installed by Monte Alegre Group Adecoagro in the city of Monte Belo – Minas Gerais. The block design was randomized with six treatments and three replicates. The treatments were: *Crotalaria juncea* and organic manures with “compost of “torta de filtro””; *Crotalaria juncea* and Chemical manures (mineral fertilizers); *Crotalaria juncea*; Organic manures with compost of “torta de filtro”; Chemical manures (mineral fertilizers) and control. Response obtained was significantly higher using as green manure *Crotalaria juncea* associated with organic manures, in both productions sugar cane and sugar. Using only *Crotalaria juncea* as Green Manure in the formation of a sugar cane field was damaging to all attributes.

KEYWORDS: *Sacharum spp.* Green manure. Sugar productivity.

REFERÊNCIAS

BAYER, C; MIELNIZZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A; CAMARGO, F. A. O. (Eds) **Fundamento da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: ed. Gênese, p. 9-26, 1999.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ” (ESALQ). Departamento de solos e nutrição de plantas. **Utilização de adubação verde na cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba, p. 20-28, 2005

ISHIMURA, I. **Adubação orgânica em hortaliças**. In: Dia de Campo sobre adubação verde para agricultura orgânica. 2000, Piracicaba. Curso regional de agricultura orgânica. Piracicaba: ESALQ, p. 85-93, 2000.

MASCARENHAS, H. A. A.; TANAKA, R. T. Soja e adubos verdes uma boa opção na renovação do canavial. **O Agrônomo**, Campinas, n. 52, p. 19, 2000.

MOURA, R. M. Dois anos de rotação de cultura em campos de cana-de-açúcar para controle de meloidogenose. **Revista Brasileira de Fitopatologia**, Brasília, v. 20, p.597-600, 1995.

ROSSETO, R.; DIAS, F. L. F. Nutrição e adubação da cana-de-açúcar: Indagação e reflexões. Informações agronômicas, **Potafós**, Piracicaba, n. 110, p. 6-11, 2005.