

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM SOQUEIRA DE CANA-DE-AÇÚCAR
SUBMETIDO A DIFERENTES FORMAS DE PREPARO DE SOLO

ANTONIO CARLOS DA SILVA JUNIOR

Uberlândia - MG
Setembro – 2012

ANTONIO CARLOS DA SILVA JUNIOR

ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM SOQUEIRA DE CANA-DE-AÇÚCAR
SUBMETIDO A DIFERENTES FORMAS DE PREPARO DE SOLO

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Agronomia, da
Universidade Federal de Uberlândia, para
obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo.

Orientadora: Profa. Dra. Regina Maria
Quintão Lana

Uberlândia - MG
Setembro – 2012

ANTONIO CARLOS DA SILVA JUNIOR

ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM SOQUEIRA DE CANA-DE-AÇÚCAR
SUBMETIDO A DIFERENTES FORMAS DE PREPARO DE SOLO

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Agronomia, da
Universidade Federal de Uberlândia, para
obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 05 de setembro de 2012

Profa. Dra. Regina Maria Quintão Lana
Orientadora

Profa. Dra. Adriane de Andrade Silva
Membro da Banca

Engº. Agrº. Everton Martins Arruda
Membro da Banca

Aos meus pais, Antonio Carlos e Eli Pavan,
meu irmão Thiago Henrique
com muito amor, gratidão e respeito,

OFEREÇO

À minha noiva Beatriz Conte Venturelli, pelo amor, carinho,
apoio e compreensão nos meus momentos de ausência,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado forças e iluminado meu caminho para que pudesse concluir mais uma etapa de minha vida.

Ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia (ICIAG/UFU), pelas inúmeras oportunidades de crescimento pessoal e profissional.

Às Profas. Dra. Adriane de Andrade Silva e Dra. Regina Maria Lana Quintão, pelos ensinamentos, orientação, confiança, apoio e amizade e todos aos demais Professores que de alguma forma me ajudaram nessa etapa da minha vida.

À empresa Dow AgroSciences pela oportunidade de estágio no decorrer do curso.

À M.Sc. Eng^a Agr^a Mariana Ferreira Bittencourt e Eng^o Agr^o Jaédino Rossetto, pela, apoio, ensinamentos, profissionalismo e sincera amizade.

À Eng^a Agr^a Nathália Lanza, pela amizade, incentivo e ajuda.

Ao Eng^o Agr^o Everton Arruda, pela amizade e ajuda na realização deste trabalho.

Ao Marco Aurélio (LAMAS-UFU), pela amizade e ensinamentos e paciência.

À todos da V Turma de Agronomia da UNESP – REGISTRO, pela amizade e convivência no período em que permanecemos juntos.

Aos Profs. da UNESP-REGISTRO, Dr. Leandro Godoy, Dr. Rogério Farinelli, Dr. Patrick Schmidt, Dr. Élcio Yano, Dr. Wilson Moraes, Dra. Elza Alvez e em especial a Dra. Juliana Lima, pelos ensinamentos e amizade.

Ao pessoal da NUPAM-FCA-UNESP, Eduardo Negrisoni, Marcelo Corrêa, Lucas Perin (Mamão) e Guilherme (Paiação), pela oportunidade de estágios, amizade e ensinamentos.

À todos da Equipe de Qualidade e Conservação de Forragens (ESALQ/USP).

À todos da 43^o e 44^o Turma de Agronomia do ICIAG/UFU, pela amizade e convivência.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho.

MUITO OBRIGADO!

Sumário

1. - Introdução Geral.....	9
2. - Revisão de Literatura	11
3. - Material e Métodos.....	14
3.1. - Localização e implantação do experimento	14
3.2. - Caracterização do clima	14
3.3. - Caracterização físico-química do solo	15
3.4. - Delineamento experimental.....	16
3.5. - Tratamentos	16
3.6. - Plantio da cana-de-açúcar.....	17
3.7. - Avaliações realizadas	17
3.7.1. - Análise do solo.....	17
3.8. - Análises estatísticas.....	18
4. – Resultados e Discussão.....	19
5. - Conclusão	25
6. – Referências	26
7. - Anexo	29
7.1. - Croqui do experimento da área de renovação de canavial.....	29

Resumo

A cana-de-açúcar (*Saccharum sp.*) é uma cultura de grande importância para a economia nacional e tem expandido seu cultivo pela região central do país. Anteriormente, seu cultivo se concentrava no estado de São Paulo, mas pela importância energética, tem avançado para regiões que eram tradicionalmente conhecidas pela forte presença da produção de grãos, a região do cerrado. O cultivo da cana-de-açúcar exige muito de mecanização, que podem causar alterações no solo deixando-o exposto a erosão e ainda causar um decréscimo na produção. O objetivo desse estudo foi verificar a influência de diferentes tipos de preparo de solo interferindo nos atributos químicos do solo, em área de reforma de canavial no primeiro ano de cana soca. O experimento foi realizado na usina Jalles Machado, em Goianésia – GO. Utilizou-se a variedade CTC 02. O experimento foi implantado em delineamento de blocos casualizados (DBC) com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: dessecação + calcário + aração + grade (T1); calcário + subsolador + grade (T2); dessecação + calcário + plantio direto (T3); dessecação + calcário + subsolador + plantio direto (T4); destruidor de soqueira + calcário + subsolador (T5) e destruidor de soqueira + calcário + grade + aração + grade (T6). Foram avaliados os atributos químicos do solo: pH, H+Al, Al³⁺, V%; a matéria orgânica; os macro e micronutrientes do solo (Cu, Fe, Mn e Zn). As variáveis analisadas foram submetidas aos testes de pressuposições, a análise de variância e ao teste de Tukey, a 1 e 5% de probabilidade. Conclui-se que os diferentes métodos de preparo do solo ocasionaram pouca influência na alteração dos atributos químicos.

Palavras-chaves: *Saccharum spp*, reforma de canavial, atributos químicos do solo

Abstract

The sugar cane (*Saccharum* spp.) is a crop of great importance to the national economy and its cultivation has expanded the central region of the country. Previously, concentrated in the state of São Paulo, but has advanced to the savannah region traditionally known for the strong presence of grain production by energetic importance. The cultivation of sugar cane requires a lot of mechanization, which can cause changes in the soil that can leave you exposed to erosion and also cause a decrease in production. The study aims to determine the influence of different types of tillage interfering in soil chemical properties in the area of reform in the first year of sugarcane ratoon cane. The experiment was conducted at Usina Jalles Machado in Goianésia – GO. It was planted the CTC 02 variety and it was set the following tills with four replications: desiccation + limestone + plowing + harrow (T1); limestone + subsoiler + plowing (T2); desiccation + limestone + zero till (T3); desiccation + limestone + subsoiler + zero till (T4); ratoon destroyer + limestone + subsoiler (T5) and ratoon destroyer + limestone + plowing + harrow + plowing (T6). There were evaluated the following soil chemical attributes: pH, H+Al, Al, Al⁺³, V%; the organic matter; macronutrients and micronutrients from soil. The analyzed variables were submitted to presuppositions test, variance and Tukey, at 1 and 5% of probability. The tested tillage had little influence on soil chemical attributes.

Keywords: *Saccharum* spp, Sugarcane renovation area, soil chemical attributes

1. - Introdução Geral

A cana-de-açúcar (*Saccharum sp.*) é uma cultura de grande importância para a economia nacional e tem expandido seu cultivo pela região central do país. Anteriormente, seu cultivo se concentrava no estado de São Paulo, mas pela importância energética, tem avançado para regiões que eram tradicionalmente conhecidas pela forte presença da produção de grãos, a região do cerrado. O desenvolvimento nessa região não é limitado por questões de manejo e condições climáticas.

Assim novas usinas tem se instalado nos estados de Minas Gerais e Goiás, não só como uma alternativa para a geração de açúcar e etanol, mas na co-geração de energia advindo de reciclagem de bagaço de cana, e outros sub-produtos, além do aproveitamento da vinhaça e torta na adubação da cana, sendo considerada uma fonte de energia limpa e umas das opções para as resoluções de problemas ambientais relacionados a combustíveis fósseis. Atualmente, o Brasil possui tecnologia de ponta, reconhecida no mundo todo, na produção e utilização do etanol, com possibilidade de expansão e exportação da produção.

A produtividade da cana-de-açúcar esta relacionada a diferentes fatores, onde se pode destacar, a escolha da variedade, o solo onde será produzido, o clima, tratamentos culturais e um bom controle fitossanitário. De acordo com Vitti e Mazza (2002), o planejamento das atividades envolvidas com a cultura, por todo o seu ciclo, é uma etapa importante na sua exploração econômica.

O cultivo da cana-de-açúcar exige muito de mecanização, que pode causar alterações no solo deixando-o exposto a erosão e ainda causar um decréscimo na produção. As opções de implementos disponíveis para o preparo do solo promovem de maneira própria, alterações diferenciadas aos atributos químico, físico e biológico do solo (SÁ, 1998).

Modificações na estrutura do solo associadas à compactação e à perda da estabilidade dos agregados alteram a distribuição do tamanho dos poros, absorção de nutrientes, bem como a retenção, o movimento e a disponibilidade de água no solo (MACHADO et al., 2008). Que por sua vez interfere direta ou indiretamente na disponibilidade dos nutrientes da solução do solo para a planta, afetando assim a nutrição da mesma.

O manejo do preparo de solo tem o objetivo de proporcionar boas condições ao desenvolvimento das plantas, pois é impossível obter altas produtividades se não há condições favoráveis para o desenvolvimento radicular. A descompactação do solo, que é um dos principais objetivos do preparo de solo, conforme descrito por Kochhann e Denardin (2000) facilita o desenvolvimento radicular das plantas, eleva a taxa de infiltração e a capacidade de armazenamento de água e aumenta a permeabilidade do solo.

As alterações nos atributos físicos do solo em decorrência do uso intensivo de máquinas e implementos utilizados nas práticas tradicionais de plantio e cultivo tem evidenciado a necessidade de uma nova abordagem sobre o manejo diferenciado da fertilidade do solo na cultura cana-de-açúcar, uma vez que os efeitos físicos acabam assumindo uma grande importância, decorrentes dessas práticas de manejo (TAVARES FILHO et al., 1999).

Com isso, objetivou-se verificar a influência de diferentes tipos de preparo de solo interferindo nos atributos químicos do solo, em área de reforma de canavial no primeiro ano de cana soca.

2. - Revisão de Literatura

A cana-de-açúcar é uma cultura que vem sendo implantada em grande parte do território nacional, tornando-se uma cultura de grande importância para o desenvolvimento do país. Atualmente, o cultivo da cana-de-açúcar não está somente relacionada à produção agrícola, assim como a produção de açúcar, mas também como grande colaboradora na produção de energia para o país, com potencial para atender a demanda crescente, tanto no mercado interno quanto no externo.

A área de cana colhida destinada à atividade sucroalcooleira, na safra (2011/2012), está estimada em 8.434,3 mil hectares, distribuída em todos estados produtores. O Estado de São Paulo continua sendo o maior produtor, com 52,60% (4.436,53 mil hectares), seguido por Minas Gerais, com 9,0% (759,21 mil hectares), Goiás, com 7,97% (672,43 mil hectares), Paraná, com 7,26% (612,25 mil hectares), Mato Grosso do Sul, com 5,70% (480,86 mil hectares), Alagoas, com 5,39% (454,54 mil hectares) e Pernambuco, com 3,85% (324,73 mil hectares). Nos demais estados produtores, as áreas são menores, mas, com bons índices de produtividade. A previsão do total de cana que será moída na safra 2011/12 é de 588,915 mil toneladas, com uma queda de 5,6% em relação à safra 2010/11, o que significa que haverá 35 mil toneladas a menos para moagem nesta safra (CONAB, 2011).

A produtividade média brasileira está estimada em 69.824 kg ha⁻¹, 9,8% menor que a da safra 2010/11 que foi de 77.446 kg ha⁻¹. Do total da cana esmagada 48,95% serão destinadas à produção de açúcar, as quais devem produzir 37.069,0 mil toneladas do produto. O restante serão destinado à produção de etanol, gerando um volume total de 23,687 bilhões de litros de álcool. Deste, 38,57% serão de álcool anidro e o restante serão de álcool hidratado (CONAB, 2011).

Sabe-se que um bom manejo do solo no cultivo de culturas agrícolas como a cana-de-açúcar pode trazer vários benefícios para nossos solos, principalmente com as novas perspectivas de mecanização das áreas e ampliação dos conhecimentos das práticas conservacionistas.

De uma forma geral, a cultura da cana-de-açúcar tem apresentado baixas produtividades em virtude da contínua utilização de métodos convencionais de manejo do solo (MORGADO e VIEIRA, 1999). Procurando sempre adaptar o melhor manejo para aumentar a produtividade e diminuir a degradação do solo.

Na cana-de-açúcar, os primeiros manejos do solo, pode influenciar a produção entre os cortes consecutivos, quando as condições de preparo não são empregadas com tecnologia adequada para cada tipo de solo (FREITAS, 1987).

Prado e Centurion (2001) dizem que as práticas de preparar o solo podem ser nocivas ao mesmo. No preparo do solo, o intuito é fornecer condições mais próximas das ideais para que o sistema radicular possa absorver os nutrientes de modo a proporcionar o máximo potencial produtivo.

A escolha do preparo de solo sempre estará condicionada às condições do solo e de sua susceptibilidade aos danos causados pela compactação e pela erosão. O direcionamento do manejo do solo convencional abrangeria preferencialmente os solos com maiores níveis de agregação, com maiores teores de argila e que demonstrassem susceptibilidade à compactação (MILLER, 2008).

O preparo do solo não se limita somente às operações que afetam diretamente a sua estrutura física, mas também envolve aquelas ligadas aos fatores que determinam o pH e o ambiente. Estes fatores são adequados para absorção eficiente de nutrientes (FREITAS, 1987) e para facilitar a infiltração da água, contribuindo para o controle da erosão (ORLANDO FILHO e ZAMBELLO, 1983), que é a maior causa da degradação das terras agrícolas e provoca, ainda, a poluição dos recursos hídricos.

Segundo Fernandes (1984), na cultura da cana-de-açúcar, por possuir um sistema radicular profundo e por permanecer mais de cinco anos na lavoura sob intensa locomoção e uso de máquinas pesadas, torna-se necessário o uso de prática do preparo do solo mais profundo.

Souza et al. (2004), destacam que o cultivo inadequado pulveriza a superfície dos solos, deixando-os mais susceptíveis ao processo de erosão e propiciam a formação de impedimentos físicos logo abaixo das camadas movimentadas pelos equipamentos.

A utilização de técnicas agrícolas que promovam aumento na produção, melhoria das condições do solo, e, por conseguinte do ambiente, como exemplo o sistema plantio direto, vem sendo cada vez mais utilizadas na agricultura brasileira. Pelo fato do cultivo da cana-de-açúcar se caracterizar como uma monocultura, a prática do sistema plantio direto se torna inviável, saindo do contexto da prática, que tem como uma das exigências básicas para a consolidação do sistema que é a rotação de culturas. Portanto, na reforma do canavial, tem sido pesquisado e até utilizado por alguns agricultores, o uso do cultivo mínimo e do plantio direto na palhada de cana, na semeadura de amendoim, soja e adubos verdes em sucessão com a cana-de-açúcar, mas

as avaliações normalmente não incluem os efeitos destes manejos do solo sobre o desenvolvimento da cana-de-açúcar, que vem em sucessão (ANDRÉ, 2009).

Os principais manejos irão atuar no desenvolvimento do sistema radicular que influencia nas características das plantas, tais como: resistência à seca, eficiência na absorção dos nutrientes do solo, tolerância ao ataque de pragas do solo, capacidade de germinação e/ou brotação, porte (ereto ou decumbente), tolerância à movimentação de máquinas, etc. Todos esses eventos irão determinar a produtividade final (VASCONCELOS e GARCIA, 2005).

As necessidades nutricionais de qualquer planta são determinadas pela quantidade de nutrientes que esta extrai durante o seu ciclo. O conhecimento da capacidade de fornecimento de nutrientes pelo solo é muito importante, para, se necessário, complementá-la com adubações e, se constatada a presença de elementos em níveis tóxicos, reduzirem seus efeitos pela correção do solo (CENTEC, 2004).

O fornecimento de nutrientes deve atender a demanda total da planta, pois irá influenciar no rendimento obtido e na concentração de nutrientes nos colmos. Tanto na produção de etanol, como na de açúcar, uma grande parte dos nutrientes é transportada para a planta industrial, sendo que deve-se promover a reposição dos nutrientes exportados para a próxima safra. (MORAES, 2011).

Uma das maneiras de fornecer as quantidades necessárias de nutrientes para a cultura expressar seu potencial total de produtividade é através do conhecimento da quantidade desses nutrientes que serão acumulados e exportados na planta a cada ciclo.

A seguir, encontram-se os valores ideais médios de nutrientes e atributos do solo estudados por Alvarez V., et. al. (1999) para atingirem bons rendimentos de produtividade da cultura: pH em H₂O, relação de 1:2,5 entre 5,5 – 6,0; CTC entre 86,1 – 150 cmol_c dm⁻³; Matéria Orgânica (M.O.) entre 4,01 – 7,0 dag kg⁻¹; saturação por base (V) entre 60 – 80 %; Cálcio trocável (Ca²⁺) entre 2,41 – 4,0 cmol_c dm⁻³; Magnésio trocável (Mg²⁺) entre 0,91 – 1,5 cmol_c dm⁻³; Potássio disponível (K⁺) entre 71 – 120 mg dm⁻³; Fosforo disponível (P) entre 12,1 – 18,0 mg dm⁻³; Enxofre (S – SO₄²⁻) entre 5,1 – 10,3 mg dm⁻³; Zinco disponível (Zn) entre 1,6 – 2,2 mg dm⁻³; Manganês disponível (Mn) entre 9 – 12 mg dm⁻³; Ferro disponível (Fe) entre 31 – 45 mg dm⁻³; Cobre disponível (Cu) entre 1,3 – 1,8 mg dm⁻³; Boro disponível (B) entre 0,61 – 0,9 mg dm⁻³.

Assim como o manejo, a amostragem correta do solo é fundamental para que a interpretação dos nutrientes não seja errônea. Essa é uma etapa crítica para a avaliação

dos nutrientes necessários em um programa de manejo da fertilidade do solo, estando susceptível a grandes variações.

3. - Material e Métodos

3.1. - Localização e implantação do experimento

A área experimental situa-se na usina Jalles Machado, em Goianesia - GO, localizada nas coordenadas 15° 10' de latitude sul e 49° 15' de longitude oeste, com aproximadamente 640 m de altitude. Historicamente, cultivou-se grande culturas, como arroz, soja e milho e nos seis últimos anos foi cultivada com a cana-de-açúcar, caracterizando área de reforma do canavial.

O início da implantação do experimento aconteceu no período de janeiro de 2009, quando se realizaram as demarcações e dessecação da área, manejos de preparo do solo e sistemas conservacionistas, que caracterizaram os tratamentos avaliados. A avaliação foi em dezembro de 2010, quando se realizou a colheita da cana e dos dados experimentais.

3.2. - Caracterização do clima

Quanto ao clima da região predomina o tipo climático Aw (Megatérmico) ou tropical de savana, com invernos secos e verões chuvosos e temperaturas médias de 23,7 °C e 25,4 °C, respectivamente, segundo a classificação de Köppen. O índice pluviométrico anual médio é de aproximadamente 1500 mm. De acordo com fontes da usina, ocorreu uma precipitação de 1280,3 mm durante o ano de 2010 e 545,4 mm nos primeiros meses do ano de 2011 como consta no gráfico 1.

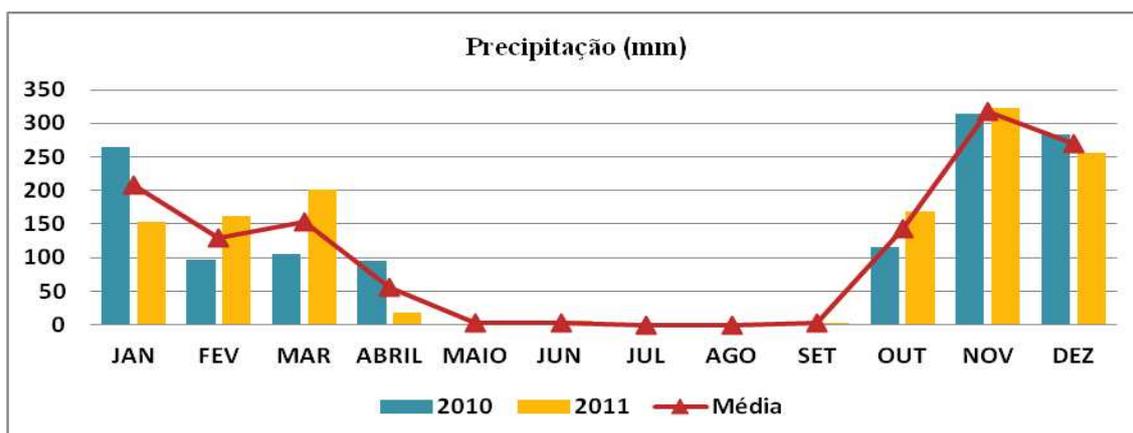


Gráfico 1. Precipitação pluviométrica média durante a condução do experimento no ano de 2010. Fonte: Usina Jalles Machado (2012).

3.3. - Caracterização físico-química do solo

Para caracterização físico-química da área experimental, antes da implantação, foram retiradas amostras nas profundidades de 0 a 20 cm e encaminhadas para análises no laboratório de análise de solos da usina Jalles Machado. O solo foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (EMBRAPA 2006). Na tabela 3, encontra-se a caracterização química do solo da área e na tabela 4, a caracterização física.

Tabela 3. Caracterização química do solo da área do experimento amostrado na profundidade de 0 a 20 e 20 a 40 cm em janeiro de 2009.

pH (H ₂ O)	Ca	Mg	Al	P	K	H+Al	T	V	m	M.O.
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1,2,5	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	%	%	g kg ⁻¹
-----0 a 20 cm-----										
5,15	1,73	0,66	0,02	1,30	54,00	2,54	5,07	49,69	1,38	19,3

pH em H₂O; Ca, Mg, Al, (KCl 1 mol L⁻¹); P, K = (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹) P disponível (extrator Mehlich¹); H + Al = (Solução Tampão – SMP a pH 7,5); CTC a pH 7,0; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio, M.O. = Método Colorimétrico (EMBRAPA, 2009).

Tabela 4. Caracterização física do solo da área do experimento amostrado na profundidade de 0 a 20 e 20 a 40 cm em janeiro de 2009.

Prof. cm	AG	AF	Silte	Argila	Textura ¹
	-----g kg ⁻¹ -----				
0 a 20	143	330	96	431	Argilosa

Prof. = Profundidade; AG = Areia grossa; AF = Areia fina.¹ Método da pipeta, (EMBRAPA, 2009).

3.4. - Delineamento experimental

O experimento foi implantado em delineamento de blocos casualizados (DBC) com seis tratamentos e quatro repetições. A área experimental possuiu um total de 34.505 m², incluindo carreadores. Cada bloco consistia de seis parcelas, contendo cada uma 50 m de comprimento e 19,5 m de largura, composta por 13 linhas de cana-de-açúcar espaçadas de 1,5 m. Separando os blocos e as parcelas, foram feitos carreadores com largura de 5 m, cujo propósito foi de efetuar manobras com máquinas e implementos. (Anexo 1).

3.5. - Tratamentos

Os tratamentos consistiram em diferentes métodos de preparo de solo para o cultivo da cana-de-açúcar, sendo eles:

Tratamento 1: dessecação + calcário + aração + grade;

Tratamento 2: calcário + subsolador + grade;

Tratamento 3: dessecação + calcário + plantio direto;

Tratamento 4: dessecação + calcário + subsolador + plantio direto;

Tratamento 5: destruidor de soqueira + calcário + subsolador;

Tratamento 6: destruidor de soqueira + calcário + grade + aração+ grade.

Dependendo do tratamento, foram realizados os seguintes manejos:

1 - Dessecação - Foram utilizados herbicidas de largo espectro, glyphosate adicionando 2, 4 - D, nas doses de 3,0 e 2,0 L ha⁻¹, respectivamente.

2 - Correção de Acidez (calcário) - O corretivo utilizado foi um calcário dolomítico com PRNT de 85 %, sendo que a dose de 1,5 t ha⁻¹ foi distribuída a lanço em todos os tratamentos.

3 - Aração - Foi realizada com arado de aivecas, atingindo uma profundidade efetiva de 35 a 40 cm.

4 - Gradagem - Foi utilizada uma grade intermediária/niveladora, atingindo profundidades de 15 a 20 cm.

5 – Subsolador - Foi utilizado um subsolador, atuando em profundidades médias de 40 cm.

6 – Plantio direto – Foi realizado a abertura de sulco com sulcador, atingindo profundidades de 30 a 40 cm.

Foi realizada uma gessagem após a implantação de todos os tratamentos. A dose foi de 800 kg ha^{-1} distribuída a lanço, sendo única para todos os tratamentos.

3.6. - Plantio da cana-de-açúcar

O plantio da cana-de-açúcar foi realizado no sulco, com auxílio de um sulcador. Os sulcos abertos atingiram aproximadamente 35 – 40 cm de profundidade.

A adubação de plantio foi realizada no sulco com distribuição de 250 kg ha^{-1} de fosfato monoamônico (MAP), equivalente a 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 27 kg ha^{-1} de N-NH_4^+ (RAIJ et al., 1996).

Foi utilizada a variedade CTC 02, sendo o plantio realizado manualmente no dia 24 de abril de 2009, colocando-se de 15 a 20 gemas m^{-2} numa profundidade de 30 a 40 cm. Logo após a distribuição da cana nos sulcos, realizou-se a cobertura dos mesmos. Foi realizada também uma adubação de cobertura no dia 05 de setembro de 2009 com o formulado líquido 05-00-13 + 0,3% de Zn + 0,3 % de B, na quantidade de 1000 L ha^{-1} .

Após o primeiro corte foi realizada uma adubação de cobertura, em fórmula líquida contendo 90 kg ha^{-1} de N, 30 kg ha^{-1} de P e 110 kg ha^{-1} de K.

3.7. - Avaliações realizadas

3.7.1. - Análise do solo

Após a realização da primeira colheita da cana soca, foram realizadas amostragens de solo na profundidade de 0 a 20 cm. Foram coletadas quatro amostras simples aleatórias por parcela nas entre linhas das quais foram homogeneizadas formando uma amostra composta.

Foi utilizado um trado holandês para retirada das amostras no primeiro perfil.

As amostras foram levadas para o laboratório de análises de solo, folhas, corretivos e fertilizantes da Universidade Federal de Uberlândia – LABAS – UFU, onde foram analisados os seguintes atributos: teor de macronutrientes (K, S-SO₄, Ca e Mg),

(P) pelo método de mehlich⁻¹, e micronutrientes (Cu, Fe, Zn e Mn), além do pH em H₂O, matéria orgânica (MO), pelo método colorimétrico e avaliação dos atributos químicos do solo: acidez trocável (Al³⁺); acidez total (H + Al); saturação por bases (V%), segundo metodologias descritas por EMBRAPA (2009).

3.8. - Análises estatísticas

Os resultados foram submetidos a análise de variância que foi feita pelo teste F, a 5% de probabilidade. Posteriormente, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

4. – Resultados e Discussão

As características químicas do perfil do solo, amostradas após a colheita da cana, estão contidas nas tabelas 5, 6 e 7. Não foram observadas diferenças significativas em função dos diferentes tipos de preparo do solo ($P > 0,05$), entre os valores de pH na profundidade estudada (Tabela 5).

Foi observado (Tabela 5) maior valor de pH na camada estudada do solo, no tratamento em que distribuiu-se o calcário, realizou-se a subsolagem e gradagem (T02). Com esse tratamento, o pH que antes da implantação dos tratamentos era de 5,15, classificado agronomicamente como baixo, alterou para 6,33, valor este considerado de nível alto (ALVAREZ et. al., 1999).

Na correção do solo, as partículas dos corretivos devem entrar em contato com os coloides do solo, como ocorreu no T02. A incorporação de corretivos será realizada após sucessivas gradagem, isto ocorrendo até a profundidade de 30 cm. Segundo Weirich Neto et al. (2000), decorre a necessidade de incorporação deste calcário da melhor forma possível, o que normalmente é conseguido com auxílio de implementos que revolvem o solo. Conforme Rosseto et al. (2004), respostas em produtividade com a calagem são obtidas normalmente quando em solos com severa acidez e presença de alumínio tóxico e principalmente deficiência de cálcio e magnésio.

Analisando os valores da acidez potencial (H + Al) na profundidade estudada (Tabela 5), nota-se que não houve diferenças significativas ($P > 0,05$).

A acidez potencial de um solo é a quantidade de H+Al que o solo possui. A necessidade de calcário do solo é recomendada de acordo com a quantidade de base necessária e a acidez potencial do solo. Antes da implantação do experimento, os teores de H + Al, no perfil de 0 a 20 cm, era de $2,54 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

Tabela 5. Valores de pH, acidez potencial (H + Al) e trocável (Al³⁺), matéria orgânica e saturação por base (V) sob diferentes formas de preparo de solo de 0 – 20 cm.

Tratamentos	pH	Al	H+Al	V	M.O
	-----cmolc dm ⁻³ -----			%	dag kg ⁻¹
T01	5,95	0,0	2,3	47,4	2,3
T02	6,33	0,0	1,9	59,6	2,4
T03	5,80	0,1	2,4	46,3	2,2
T04	6,10	0,0	2,3	52,8	2,7
T05	5,75	0,1	2,3	45,6	2,1
T06	6,20	0	2,0	55,7	2,5
Médias	6,02	0,2	2,2	51,2	2,4
CV	5,3	93,8	18,8	34,8	12,2
DMS	0,35	0,29	0,84	24,89	0,55

T1= Dessecação + calcário + aração + grade; T2= Calcário + subsolador + grade; T3= Dessecação + calcário + plantio direto; T4= Dessecação + calcário + subsolador + plantio direto; T5= Destruidor de soqueira + calcário + subsolador; T6= Destruidor de soqueira + calcário + grade + aração + grade. Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente, pelo teste F e Tukey. a 5 % de probabilidade.

A acidez potencial pode ser atribuída, quase totalmente, ao íon H, sendo um íon de carga fortemente reativo com os coloides do solo, a qual se dá por ligações covalentes, sendo, portanto, dissociável apenas com a elevação do pH pela solução SMP em pH 7,5 (GALVÃO e VAHL, 1996). Para maiores resultados nas reduções da acidez potencial, seriam necessárias altas dosagens de calcário para romper essas ligações. Esse atributo, encontra-se com classificação baixa (ALVAREZ V. et al., 1999).

Não foram detectadas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos da profundidade avaliada para os valores de saturação por bases do solo. O tratamento T02, onde se realizou a calagem, subsolagem e por seguinte uma gradagem, sobressaíram aos demais tratamentos, mas não diferindo significativamente. Também foi observado que o aumento da saturação por bases desse solo, não foi superior ao encontrado antes a instalação do experimento, pelo fato de a área possuir um histórico de cultivo.

Observando os resultados de matéria orgânica no solo (M.O.) não foram detectadas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos na profundidade de 0 a 20 cm. Espera-se que, com os cultivos sucessivos nesta área, a M.O fosse incrementada em função da verificação de grande volume de raízes neste perfil do solo, e que, com a morte e crescimento de novas raízes, este fosse incrementado com o tempo (DOMINGUES, 2012). Antes da implantação do canavial, o teor de M.O. no solo era de $1,93 \text{ dag kg}^{-1}$ saltou para uma média de $2,38 \text{ dag kg}^{-1}$. A matéria orgânica presente no solo contribui para uma melhor nutrição da cultura, como fonte de nitrogênio, fósforo e enxofre, além de outros nutrientes, influenciando positivamente nas atividades da microbiota do solo (CERRI e MORAES, 1992).

Na tabela 6, encontram-se os valores analíticos de cálcio, magnésio, enxofre, fósforo e potássio. Não foram encontradas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos na profundidade estudada. Analisando os teores de cálcio trocável (Ca^{+2}) no perfil analisado, não foi encontrada diferença significativa ($P > 0,05$). O teor médio dos tratamentos ($1,45 \text{ cmol}_c. \text{ dm}^{-3}$) encontra-se classificado como teor médio conforme descrito por Alvarez V. et al. (1999) que é de $1,87 \text{ cmol}_c. \text{ dm}^{-3}$ na camada de 0 a 20 cm. Uma alternativa para aumentar o teor de cálcio seria a aplicação de maiores doses de calcário, mas desde que fosse bem homogeneizado e para atingir altas profundidades, este deve incorporado. Também como alternativa, pode-se aplicar outras fontes de fertilizantes com presença desta base, como o gesso agrícola e o superfosfato simples.

Observando os teores de magnésio trocável no solo (Mg^{+2}), não foram detectados diferenças ($P > 0,05$) em nenhum dos tratamentos estudado. Ao observar o valor do Mg^{+2} antes da implantação do experimento, que foi de $0,66 \text{ cmol}_c. \text{ dm}^{-3}$, houve um incremento no teor médio, passando a ser de $0,79 \text{ cmol}_c. \text{ dm}^{-3}$ após a implantação dos tratamentos. O maior valor observado foi no tratamento (T02) onde distribui-se o calcário, usou-se o subsolador e uma gradagem. O teor de Mg^{+2} foi de $0,98 \text{ cmol}_c. \text{ dm}^{-3}$, considerado bom (ALVAREZ V. et. al., 1999)

Tabela 6. Teores de nutrientes disponíveis, em função dos diferentes tipos de preparo de solo.

Tratamentos	Ca ²⁺	Mg ²⁺	S – SO ₄ ²⁻	P	K ⁺
	----cmolc dm ⁻³ ----		-----mg dm ⁻³ -----		
T01	1,25	0,68	13,75	2,23	59,25
T02	1,77	0,98	7,75	4,63	53,75
T03	1,27	0,73	11,00	2,80	49,75
T04	1,65	0,80	12,00	2,30	42,00
T05	1,17	0,70	14,00	2,13	53,50
T06	1,57	0,83	8,00	5,48	54,00
Médias	1,45	0,79	11,08	3,26	52,04
CV	362,00	37,56	22,81	166,68	35,36
DMS	10,58	0,35	12,29	7,22	23,89

T1= Dessecação + calcário + aração + grade; T2= Calcário + subsolador + grade; T3= Dessecação + calcário + plantio direto; T4= Dessecação + calcário + subsolador + plantio direto; T5= Destruidor de soqueira + calcário + subsolador; T6= Destruidor de soqueira + calcário + grade + aração + grade. Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente, pelo teste F e Tukey, a 5 % de probabilidade.

Estudando o enxofre na forma de ânion sulfato S-SO₄⁻², não foram notadas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos na profundidade avaliada. Para a profundidade de 0 a 20 cm o valor médio encontrado dos tratamentos foi de 11,08 mg dm⁻³. Todos são valores classificados como altos (VITTI, 1989). Esse valor de enxofre observado neste experimento deve-se a aplicação de gesso agrícola.

Para o fósforo, não foram encontrados diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos. Na caracterização da área, obteve-se um teor médio de P no solo de 1,30 mg dm⁻³, classificado como muito baixo para a profundidade de 0 a 20 cm (ALVAREZ V. et al., 1999). Observa-se na tabela 6, que os valores observados em todos os tratamentos, foram baixos. Apesar de não serem significativas essas variações não eram esperadas, uma vez que não houve variação de dose neste elemento. O maior valor encontrado foi onde houve maior revolvimento do solo (T06).

Não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) para os valores de potássio na profundidade estudada. As médias dos valores de potássio no solo nas camadas de 0 a 20 cm, foi de 52,04 mg dm⁻³. Este valor é classificado como nível médio, de acordo com Alvarez V. et. al (1999).

Para o teor de Boro no solo, não foi detectado diferença significativa, ($P > 0,05$), observa-se que a média dos valores dos tratamentos, foi de $0,055 \text{ mg dm}^{-3}$, que de acordo com Alvarez V. et. al. (1999) esta muito baixo.

Sobre os resultados obtidos com o ferro, não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) dos tratamentos na profundidade avaliada. O que pode ser notado, é que a média de todos os tratamentos para a profundidade de 0 a 20 cm, foi de $16,5 \text{ mg dm}^{-3}$, classificado como teor baixo (ALVAREZ V. et. al., 1999). Segundo Lopes (1999), a maior disponibilidade de Fe ocorre em faixa de pH de 4,0 a 6,0. De acordo com Novais et al. (2007), da mesma maneira que o Cu, o Fe tem sua disponibilidade reduzida com o aumento do pH do solo.

Tabela 7. Teores de micronutrientes do solo, em função dos diferentes tipos de preparo de solo.

Tratamentos	B	Fe	Mn	Zn	Cu
-----mg dm ⁻³ -----					
T01	0,05	18,75	0,95 ab	0,27	0,57
T02	0,05	13,75	1,00 a	0,17	0,37
T03	0,06	18,50	0,75 ab	0,22	0,47
T04	0,06	15,75	0,80 ab	0,20	0,50
T05	0,05	17,25	0,62 b	0,20	0,45
T06	0,05	15,00	0,95 ab	0,17	0,52
Médias	0,05	16,5	0,845	0,205	0,48
CV	33,99	18,81	34,48	23,66	26,58
DMS	0,031	5,73	0,36	1,29	0,23

T1= Dessecação + calcário + aração + grade; T2= Calcário + subsolador + grade; T3= Dessecação + calcário + plantio direto; T4= Dessecação + calcário + subsolador + plantio direto; T5= Destruidor de soqueira + calcário + subsolador; T6= Destruidor de soqueira + calcário + grade + aração + grade. Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente, pelo teste F e Tukey. a 5 % de probabilidade.

Avaliando os teores de manganês no solo, foi possível detectar diferenças significativas ($P \leq 0,05$) entre os tratamentos. O tratamento (T05), onde houve destruição das soqueiras, em seguida uma calagem e posteriormente realizou-se uma subsolagem, foi o único tratamento que variou em relação aos demais. Esta perda, pode

esta associada a mobilização do solo que pode causar perda dos nutrientes os quais poderiam estar complexados à matéria orgânica.

Para os valores de zinco no solo, não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos na profundidade avaliada. Mesmo não apresentando diferença estatística entre os tratamentos, a média deles de $0,205 \text{ mg dm}^{-3}$, é classificada como muito baixa, como descreve Alvarez V. et. al. (1999).

Em estudo do cobre no perfil avaliado, não foi constatada diferença significativa ($P > 0,05$) em nenhum tratamento. Podia-se esperar maiores teores de Cu, nesse perfil de 0 a 20, em função deste apresentar normalmente maior valor de pH do solo, devido a incorporação pelos métodos de preparo de solo aplicados. Segundo Lopes (1999), a maior disponibilidade de Cu ocorre em faixa de pH de 5,0 a 6,5. A média dos valores de Cu dentre os tratamentos foi de $0,48 \text{ mg dm}^{-3}$.

5. - Conclusão

Os diferentes sistemas de preparos de solo, no primeiro ano de cana soca, não influenciaram os atributos químicos do solo.

6. – Referências

ALVAREZ V, V.H.; NOVAIS, R.F. de; BARROS, N.F. de; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Comissão de fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais**. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5º Aproximação. Viçosa, MG, p25 - 32. 1999.

ANDRÉ, J. A. **Sistemas de preparo de solo para cana-de-açúcar em sucessão com amendoim**. 2009. Dissertação (Mestrado em Agronomia) UNESP – Jaboticabal-SP. 2009.

CENTEC: INSTITUTO CENTRO DE ENSINO TECNOLÓGICO. **Produtor de cana-de-açúcar**. 2ª ed. rev. – Fortaleza: Edições Demócrito Rocha; Ministério da Ciência e Tecnologia, 64 p., 2004.

CERRI, C.C.; MORAES, J.F.L. Consequencia do uso e manejo do solo no teor de matéria orgânica. In: ENCONTRO SOBRE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO, Botucatu, 1992. **Anais**. Botucatu, Universidade Estadual Paulista de São Paulo. p. 26 – 36. 1992.

CONAB. Segundo levantamento de safra. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Brasília: Conab, 2011. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_08_30_13_41_19_boletim_ca_na_portugues_-_agosto_2011_2o_lev..pdf. 2011.

DOMINGUES, LUIS AUGUSTO DA SILVA. **Atributos físicos do solo, desenvolvimento radicular e produtividade de cana-de-açúcar em preparos de solo em áreas de renovação e expansão**. 2012. 92 fls. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2 ed. rev. e ampliada. Brasília, DF: **Embrapa informação tecnológica**. 627 p. 2009.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro de classificação de Solos. 2 ed. **Embrapa Solos**. Rio de Janeiro, RJ. 306 p. 2006.

FERNANDES, A. J. **Manual da cana-de-açúcar**. Piracicaba: Livrocere, 196p. 1984.

FREITAS, G. R. Preparo do solo. In: PARANHOS, S. B. (Cool.). **Cana-de-açúcar cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, v. 1, p. 271-332. 1987.

GALVÃO, F.A.D. VAHL, L.C. Calibração do método SMP para solos orgânicos. **R. Bras. Agroc.**, 2:121-130, 1996.

KOCHHANN, R.A.; DENARDIN, J.E. **Implantação e manejo do sistema plantio direto**. Passo Fundo : EMBRAPA-CNPT, 36p. 2000.

LOPES, A.D. **Micronutrientes:** Filosofias de aplicação e eficiência Agronômica. ANDA Associação Nacional para Difusão de Adubos. São Paulo – SP. Boletim Técnico Nº 8. Dez. de 1999.

MACHADO, J. L.; TORMENA, C. A.; FIDALSKI, J.; SCAPIM, C. A. Interrelações entre as propriedades físicas e os coeficientes da curva de retenção de água de um latossolo sob diferentes sistemas de uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa –MG, v. 32, n.2, p.495-502, 2008.

MILLER, L. C. Tecnologia agrícola para exploração e manejo cultural da cana-de-açúcar. 2008. Disponível em <www.sigacana.com.br/a_PREPARO_DO_SOLO%5C1_PREPARO_DO_SOLO.htm> acessado em: 31 de ago de 2012.

MORAES, E. R. de. **Atributos químicos do solo e teor foliar de nutrientes em cana-de-açúcar sob diferentes formas de preparo de solo em área de reforma e expansão no cerrado.** 2011. 107p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal de Uberlândia – MG. 2011.

MORGADO, I.F.; VIEIRA, J.R. **Tecnologias canavieiras nas regiões Norte Fluminense e sul do Espírito Santo.** Campos dos Goytacazes: UFRRJ, 61p. Boletim Técnico. 1999.

NOVAIS, R.F.; VENEGAS, V.H.A.; BARROS, N.F. de; FONTES, R.L.F.; CANTURUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. Fertilidade do solo. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.** Viçosa, 1017p. 2007.

ORLANDO FILHO, J.; ZAMBELLO, E. J. Distribuição e conservação dos solos com cana-de-açúcar no Brasil. In: ORLANDO FILHO, J. (Ed.). **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil.** Piracicaba: IAA/Planalsucar, v. 2, p. 41-73. 1983.

PRADO, R. M.; CENTURION, J. F.; Alterações na cor e no grau de flocculação de um Latosso Vermelho-Escuro sub cultivo contínuo de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.1, p.197-201, 2003.

RAIJ, B, van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo.** 2 ed. Campinas. Instituto Agronômico e Fundação IAC, 285 p. 1996.

ROSSETTO, R; SPIRONELLO, A.; CANTARELLA, H; QUAGGIO J. A. Fertilidade do solo e nutrição de plantas: calagem para a cana-de-açúcar e sua interação com a adubação potássica. **Bragantia**, Campinas, v.63, n.1, p.105-119, 2004.

SÁ, J.C.M. Reciclagem de nutrientes dos resíduos culturais, e estratégia de fertilização para a produção de grãos no sistema plantio direto. In: **Seminário sobre o sistema plantio direto na UFV**, 1., Viçosa, 1998. Resumo das palestras. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, p.19-61. 1998.

SOUZA, Z.M.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G.T. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo em diferentes formas de relevo sob cultivo de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa – MG, v.28, n.3, p.937-944, 2004.

TAVARES FILHO, J.; RALICH, R.; GUIMARÃES, M.F.; MEDINA, C.C.; BALBINO, L.C.; NEVES, C.S.V.J. Método do perfil cultural para avaliação do estado físico de solos em condições tropicais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, n.2, p.393-399, 1999.

VASCONCELOS, A. C. M. de; GARCIA, J. C. Desenvolvimento radicular da cana-de-açúcar. **Potafos**. Encarte do informações agronômicas nº 110 – julho/2005.

VITTI, G. C.; **Avaliação e interpretação do enxofre no solo e na planta**. Jaboticabal, FUNEP, 1989, 37p

VITTI, G. C.; MAZZA, J. A. Planejamento, estratégias de manejo e nutrição da cultura de cana-de-açúcar. Piracicaba: **Potafos**, 16p. (Encarte técnico/Informações agronômicas, 97). 2002.

WEIRICH NETO, P.H.; CAIRES; E.F.; JUSTINO, A.; DIAS; J. Correção da acidez do solo função de modos de incorporação de calcário. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 257-261, 2000.

7. - Anexo

7.1. - Croqui do experimento da área de renovação de canavial

