

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

GUSTAVO FELIPE PERIN

**CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DA CANA-DE-AÇÚCAR EM ÁREA DE
EXPANSÃO SUBMETIDA A DIFERENTES PREPAROS DE SOLO**

**Uberlândia
Novembro – 2011**

GUSTAVO FELIPE PERIN

**CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DA CANA-DE-AÇÚCAR EM ÁREA DE
EXPANSÃO SUBMETIDA A DIFERENTES PREPAROS 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: Regina Maria Quintão Lana

Uberlândia
Novembro – 2011

GUSTAVO FELIPE PERIN

**CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DA CANA-DE-AÇÚCAR EM ÁREA DE
EXPANSÃO SUBMETIDA A DIFERENTES PREPAROS 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 07 de novembro de 2011.

Prof^a. Dr^a. Adriane de Andrade Silva
Membro da Banca

Eng. Agro. M.Sc. Emmerson Rodrigues de Moraes
Membro da Banca

Prof^a. Dr^a. Regina Maria Quintão Lana
Orientadora

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por ser a inspiração da minha vida e o motivo de eu existir. Porque Dele, por Ele e para Ele são todas as coisas.

Agradeço aos meus pais Antônio Luis Perin da Silva e Marli Rosa Perin da Silva pelo constante apoio. Eles foram a base para que eu pudesse me sustentar firme e constante durante todo meu curso. Agradeço por terem feito o meu sonho suas vidas. Essa vitória, dedico a eles.

Agradeço ao meu irmão Fabrício Bruno Perin pelo incentivo e apoio, sempre junto, me ajudando e aconselhando durante os muitos obstáculos enfrentados. Ele sempre foi a pessoa em que me inspirei durante minha vida acadêmica.

Agradeço a todos os meus familiares, em especial meu avós Luis Marcelino e Alvina Rosa, e minhas tias Nilza Rosa e Selma Rosa, por terem sempre incentivado e apoiado.

Agradeço a Professora e doutora Regina Maria Quintão Lana pelo apoio e orientação nessa fase final. Agradeço enormemente a professora e doutora Adriane de Andrade Silva pela constante ajuda durante essa etapa. Também agradeço ao Luis Augusto Domingues e ao Emmerson Rodrigues que foram peças chave para o sucesso do presente trabalho.

Agradeço a FAPEMIG pelo apoio ao projeto e a concessão da bolsa.

Agradeço a 43º de agronomia da UFU pela amizade e apoio. Eles se tornaram minha segunda família.

Agradeço a todos os amigos, em especial, Lucas Gervásio Martins e Pablio Severiano Silva por desde o início dessa trajetória, terem sido meu incentivo, fazendo parte de todos os momentos, sempre ao lado, amparando e aconselhando. Agradeço ao Gilmar Júnior e família por terem sido sempre uma fonte de conselhos e desabafos.

Agradeço aos amados irmãos da Igreja Internacional do Evangelho Pleno, em especial o Bispo Júnior de Oliveira. Foram as pessoas que fizeram com que meu espírito sempre estivesse perto de Deus, que é o merecedor de toda honra e glória.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para que eu pudesse estar concluindo mais uma importante fase da minha vida.

Obrigado a todos!

Dedico esta monografia a Deus, meus pais Antônio Perin e Marli Perin, ao meu irmão Fabrício Perin, e aos meus avós e tias, os quais sempre fizeram o possível e o impossível para essa realização.

DEDICO.

RESUMO

Diante do crescente mercado sulcroalcooleiro, percebe-se que há uma necessidade de expansão de áreas cultivadas com cana-de-açúcar para atender a demanda desse mercado. A região do Cerrado surge como potencial área para essa expansão, devido principalmente às suas características climáticas. A qualidade da cana-de-açúcar tem relevante importância, pois sua remuneração também é feita com base no teor de sacarose, portanto, as características tecnológicas da cultura são primordiais para a lucratividade de produtores e usineiros. Os diferentes preparos de solo podem ser determinantes nessa qualidade, visto que interferem no desenvolvimento radicular e absorção de nutrientes da cultura. O objetivo deste trabalho foi de avaliar as características tecnológicas da cana-de-açúcar submetida a diferentes preparos de solo em área de expansão anteriormente cultivada com *Brachiaria decumbens* na região do cerrado. Foram efetuados seis diferentes tipos de preparo de solo, dentre eles, cinco preparos convencionais com revolvimento do solo, e um com plantio direto. As características avaliadas foram teores de pol, brix e pureza (PZA) da cana e do caldo, assim como os teores de umidade e fibra da cana. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para todas as variáveis analisadas. Isso se deve provavelmente ao fato de que, essas características são intrínsecas para cada cultivar e também que esses teores variam de acordo com a maturação da cultura da cana-de-açúcar, como foi utilizada apenas uma cultivar e a colheita realizada em mesmo período, esses fatores de variação foram eliminados e a diferença não existiu. As características tecnológicas da cana-de-açúcar não foram influenciadas pelos diferentes tipos de preparo de solo, sendo que, o plantio direto não diferiu dos preparos convencionais de solo para esses atributos.

Palavras-chave: qualidade da cana-de-açúcar, cerrado, manejo do solo.

SUMÁRIO

| | |
|-------------------------------|----|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 07 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA..... | 08 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS..... | 12 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 16 |
| 5 CONCLUSÃO..... | 20 |
| REFERÊNCIAS..... | 21 |

1 INTRODUÇÃO

Quinto maior país do mundo em extensão, o Brasil apresenta grandes extensões de terra para o uso agrícola. O bioma Cerrado se destaca nesse cenário como sendo a atual fronteira agrícola brasileira, pois possui características favoráveis para o desenvolvimento da maioria das culturas, além de extensas áreas planas que permitem uma perfeita mecanização.

Diante do crescente mercado sulcroativo, a região do cerrado torna-se foco para sua expansão, principalmente no aproveitamento de áreas de pastagens degradadas. Devido ao fato da cultura canieira ser cultivada por vários ciclos (geralmente seis), o solo deve estar em condições que proporcionem um bom desenvolvimento da cultura por esse longo período sem que haja reduções de produtividade abaixo do aceitável. Diante disso, muitas são as operações de revolvimento de solo geralmente realizadas. Aração, calagem e sucessivas gradagens são realizadas para deixar o solo em condições propícias à implantação da cultura.

Sabe-se que para uma otimização da produção de qualquer espécie vegetal cultivada pelo homem, é necessário haver uma interação entre planta, homem e ambiente. Como as condições de ambiente não são controláveis, e que as condições da planta são fatores genéticos previamente determinados com o auxílio do melhoramento genético, o manejo realizado pelo homem é o maior responsável pelo sucesso da cultura. Assim, iniciando-se com a escolha da cultivar e preparo de solo à colheita e beneficiamento da cana, o manejo e as técnicas utilizados ao longo do cultivo são determinantes na qualidade final do produto, por isso, todas as etapas são essenciais para se obter o esperado resultado. Logo, as características tecnológicas da cana-de-açúcar são variáveis de acordo com a dinâmica do manejo as quais são submetidas.

Para o mercado sulcroativo, não só a produtividade é importante para garantir o sustento dos produtores, a sua qualidade também se torna fator imprescindível para agregar valor ao produto. Portanto, para a indústria, valores de pol, brix e sacarose são considerados padrões de qualidade do produto da cana-de-açúcar, que como citado anteriormente são sobremaneira influenciados pelo manejo ao qual é submetida.

Objetivou-se avaliar a variabilidade dos aspectos tecnológicos da cana-de-açúcar em área de expansão na região do Cerrado, submetido a diferentes tipos de preparo de solo, procurando estabelecer diferenças entre preparos de solo convencionais e o plantio direto.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Segundo maior bioma do Brasil e considerado a última fronteira agrícola do planeta, o cerrado possui características excelentes para o uso agrícola. O clima dessa região é estacional, onde um período chuvoso, que dura de outubro a março, é seguido por um período seco, de abril a setembro; possui ainda precipitação média anual de 1.500 mm e as temperaturas são geralmente amenas ao longo do ano, ente 22 °C e 27 °C em média (KLINK; MACHADO, 2005). Tais características atraem agricultores que enxergam o bioma como principal base para produção e desenvolvimento agrícola.

O agronegócio sucroalcooleiro movimenta cerca de R\$ 56 bilhões por ano, com faturamentos diretos e indiretos, que corresponde a aproximadamente 2% do PIB nacional, além de ser um dos setores que mais empregam no país, com a geração de 4,5 milhões de empregos diretos e indiretos, e congregam mais de 72.000 agricultores (JORNAL DA CANA, 2010). O Brasil é o maior produtor mundial de cana e de açúcar e o principal país do mundo a implantar, em larga escala, um combustível renovável alternativo ao petróleo. A expansão do mercado mundial de açúcar e álcool tem estimulado o aumento do investimento no setor em todo o país. A produtividade média brasileira está estimada em 79.769 kg ha⁻¹, 2,2% menor que a da safra 2009/10 que foi de 81.585 kg ha⁻¹. Do total da cana esmagada, 294.023,7 mil toneladas (45,13%) serão destinadas à produção de açúcar, as quais devem produzir 38.151,7 mil toneladas do produto. O resto, 357.490,6 mil toneladas (54,87%), serão destinadas à produção de etanol, gerando um volume total de 28.416,87 milhões de litros de álcool. Deste, 8.227,91 milhões de litros serão de álcool anidro e 20.188,96 milhões de litros serão de álcool hidratado (CONAB, 2010).

Dentro desse contexto da expansão da cana-de-açúcar, destaca-se o aproveitamento de áreas de pastagens degradadas que surgem como alvo mais atrativo, pois, com o aproveitamento dessas áreas passa a não ser mais necessário o desmatamento e abertura de novas áreas, mas pelo contrário, seriam aproveitados milhões de hectares de áreas de pastagens degradadas. De acordo com Bolfe (2010), estima-se que haja de 20 a 40 milhões de hectares de pastagens degradadas no Brasil, sendo isso associado a baixa produtividade das pastagens e ao aumento do desmatamento. O monitoramento e o gerenciamento de toda cadeia produtiva desta cultura, a iniciar pelo seu cultivo, é imprescindível para o estabelecimento de políticas públicas de segurança alimentar e zoneamento agrícola, bem como para estratégias de mercado. Dados de área cultivada, de novas áreas de plantio, de

colheita e estatísticas de produção a cada safra são importantes para esse gerenciamento (RUDORFF et al., 2005).

Ainda, com a aceleração de investimentos em novas usinas sulcralcooleiras há o reflexo no aumento da concessão de empréstimos para o setor e em gargalos no setor produtor de bens de capital e instalações para as usinas. O próprio avanço da mecanização tem sido limitado pela falta de mão-de-obra especializada e pela incapacidade do setor produtor de máquinas agrícolas em atender à demanda existente (CHAGAS et al., 2008).

A cana-de-açúcar é uma gramínea perene, que perfilha de maneira abundante, na fase inicial do desenvolvimento. Quando se estabelece como cultura, o autosombreamento induz inibição do perfilhamento e aceleração do colmo principal. O crescimento em altura continua até a ocorrência de alguma limitação no suprimento de água, ocorrência de baixas temperaturas ou ainda devido ao florescimento, sendo este processo indesejável em culturas comerciais. As características varietais definem o número de colmos por planta, a altura e o diâmetro do colmo, o comprimento e a largura das folhas e a arquitetura da parte aérea, sendo a expressão destes caracteres muito influenciados pelo clima, pelo manejo e pelas práticas culturais utilizadas (RODRIGUES, 1994). De acordo com Crispim et al. (2011) a escolha pelos produtores das cultivares de cana é um aspecto muito importante, visto que cada material apresenta certas características particulares quanto à adaptação referente às condições de clima e de solo, à resistência a pragas e doenças, e a quantidade de sacarose. Uma boa cultivar proporciona melhor rendimento agrícola sem qualquer custo adicional ao produtor.

O rendimento econômico da cana-de-açúcar é dado pela produção de sacarose (o componente mais valioso), além de açúcares não redutores utilizados para formar o melaço e também a fibra, que pode ser utilizada como fonte de energia para a própria usina. O processamento industrial da cana pode também ser dirigido para a produção de álcool, para utilização como combustível e a partir daí, toda a alcoolquímica (RODRIGUES, 1994).

Segundo Gheller et al. (2002) a população de colmos e seu peso médio são os principais componentes da cultura possíveis de serem quantificados, pois apresentam maior correlação com a produtividade e podem ser utilizados para estimar a produtividade dos ensaios de melhoramento e de talhões comerciais.

A produtividade das culturas é definida como o produto da energia solar captada pelo dossel e sua eficiência em conversão de biomassa e, embora a produtividade agrícola da cultura da cana-de-açúcar seja importante, a remuneração do produto é feita com base na qualidade da matéria-prima, quanto ao teor de sacarose (CONSECANA, 1999). Daí, a importância não apenas do volume de produção, mas da qualidade do produto final, sendo que o teor de sacarose entre

outros aspectos tecnológicos qualificam o produto final. De acordo com Stupiello (1987), a cana-de-açúcar possui duas fases no seu ciclo, primeiro com um intenso crescimento vegetativo e, segundo, a maturação ou acúmulo de sacarose, motivada pelo conjunto de fatores que afetam o desenvolvimento vegetativo, como queda na temperatura e escassez de água disponível além é claro de condições edáficas que proporcionem o bom desenvolvimento radicular da cultura.

Outro parâmetro de qualidade da cana-de-açúcar é a pureza (%) ou PZA. De acordo com Stupiello (1987) a pureza (PZA) é a razão entre brix e sacarose, ou seja, a porcentagem dos açúcares presentes no caldo, que é realmente a sacarose, e não glicose, frutose e dextrana. Ainda de acordo com o mesmo autor, o Brix é o teor de sólidos solúveis totais presentes no caldo da cana e é o atributo primordial quando se pretende acompanhar o estágio de maturação da matéria-prima.

O caldo extraído da cana-de-açúcar (caldo mesclado) tem por volta de 15° Brix com uma pureza que flutua entre 80 e 87%. Portanto, 100 t de caldo devem conter 15 t de sólidos totais e entre 12 e 13% de Pol. A quantidade de não-açúcares (impurezas) em 100 t de caldo pode então variar entre 2 e 3 t (ASSIS et al., 2004).

Cesar e Silva (1993) ressaltam que todas as características tecnológicas são inerentes à qualidade da matéria-prima (colmos) que vai para a indústria e qualquer avaliação orbital é uma medição indireta da qualidade da produção. A qualidade tecnológica da matéria-prima a ser industrializada depende de fatores bióticos (variedade, florescimento, moléstias, respiração e transpiração dos colmos após o corte, tempo médio de permanência no campo e decomposição microbiana) como abióticos (tipo de colheita, solo, condições agroclimáticas no momento da colheita, carregamento e transporte da matéria-prima) e quanto maior o intervalo de tempo entre o corte e a moagem maiores também serão as perdas de sacarose.

O preparo de solo, no sentido amplo da expressão, deve ser compreendido como o conjunto de ações a serem adotadas objetivando-se a eliminação, ou pelo menos a minimização, de condições adversas à obtenção das máximas produtividades econômicas, como a compactação, baixos teores de nutrientes e elevados teores de alumínio, pragas do solo ou ainda fatores externos como a infestação de ervas daninhas (perenes ou anuais), a própria soqueira a ser reformada ou outra cultura anterior (VITTI et al., 2005).

De acordo com 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.

Para o cultivo da cana-de-açúcar é necessária a realização de inúmeras operações de preparo de solo, como a utilização de arados, grades pesadas e subsoladores além de um grande tráfego de tratores e implementos que levam a degradação da estrutura do solo para a efetuação do plantio (CEDDIA et al., 1999). O preparo intensificado do solo para o cultivo da cana, causa modificações na estrutura do solo, afetando a aeração, a retenção de água e consequentemente, a disponibilidade de água para as plantas (CERRI et al., 1991), e esse conjunto de fatores tem determinante interferência no desenvolvimento da cultura.

No sistema convencional de plantio da cana-de-açúcar geralmente são utilizados os seguintes preparos de solo: uma aração ou gradagem pesada, uma subsolagem ou mais uma gradagem, uma gradagem de destorroamento, uma gradagem de nivelamento e o plantio. A primeira aração é profunda e deve ser feita com bastante antecedência ao plantio, objetivando a destruição dos restos da soqueira ou da cultura anterior e a incorporação e decomposição dos restos culturais existentes. A gradagem tem o objetivo de romper blocos de terra e nivelar o terreno. Pouco antes do plantio deve ser feita nova gradagem com o objetivo de controlar plantas infestantes e preparar o nivelamento do terreno para a sulcação. As grades pesadas têm substituído o arado devido ao maior rendimento operacional e, também, em decorrência da facilidade de transporte e menor necessidade de regulagem (SANTIAGO; ROSSETTO, 2011).

Freitas (1987) recomenda o uso de cultivo mínimo ou de plantio direto, pois esse manejo garante, com a rotação de culturas e ausência de revolvimento do solo, uma maior incorporação de resíduos que deve contribuir com uma melhor estruturação do solo e proteção da superfície deste. Essa prática agrícola previne a ocorrência dos adensamentos e compactações em determinados tipos de solos.

O plantio direto é uma técnica utilizada em muitas culturas que devido a seus benefícios como maior acúmulo de palha na superfície do solo e maiores taxas de infiltração de água no solo (BARCELOS et al., 1999), além de maior percentagem de agregados nas classes de maior diâmetro, menor desagregação do solo, maior retenção de água (CARVALHO et al., 1999), proporciona a cultura um melhor ambiente para se desenvolver da melhor maneira possível. Além do plantio direto na cana-de-açúcar proporcionar redução no número de operações, tempo disponível de pessoal e equipamentos envolvidos, custos em aproximadamente 47% em comparação com o convencional e ainda pode aumentar a produtividade (CRUZ, 2003).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido nas áreas pertencentes à usina Jalles Machado S.A., em solo de cerrado, situado nas coordenadas 15 ° 10 ' S de latitude e 49 ° 15 ' W de longitude, com aproximadamente 640 m de altitude. A área situava-se na fazenda 103, bloco 2, talhão 1 (identificação da usina) onde havia pastagem com capim *Brachiaria decumbens* sp, caracterizando área de expansão.

A implantação do experimento aconteceu no período de janeiro de 2009 quando se realizou-se as demarcações e dessecação da área se estendendo até julho de 2010 quando se realizou-se a colheita da cana e dos dados experimentais.

De acordo com a classificação de Köppen, predomina na região 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. O índice pluviométrico anual médio é de entorno 1500 mm. De acordo com fontes da usina, ocorreu uma precipitação de 1400 mm durante o ano de 2009 e 560 mm nos primeiros meses do ano de 2010 como consta na Figura 1.

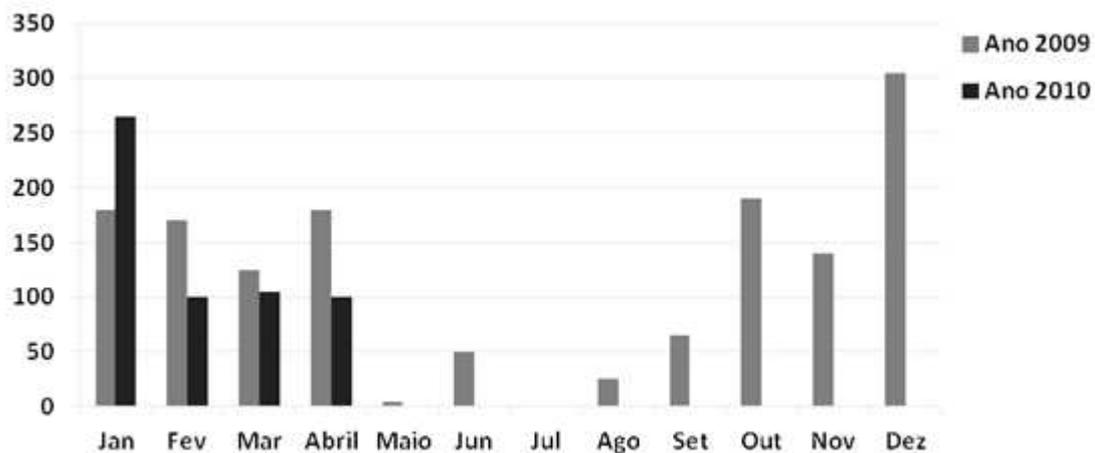


Figura 1. Precipitação pluviométrica na usina Jales Machado S. A. durante a condução do experimento no ano de 2009 e 2010.

Para caracterização química do solo da área, foram retiradas amostras de solo nas profundidades de 0 – 20 e 20 – 40 cm (Tabela 1). O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo de acordo com EMBRAPA (2006).

Tabela 1. Caracterização química do solo da área do experimento na profundidade de 0 – 20 e 20 – 40 cm.

| pH (CaCl₂) 1:25 | Ca⁺² | Mg⁺² | Al⁺³ | P | K⁺ | H⁺+Al⁺³ | CTC | V | m | MO |
|---|---|------------------------|------------------------|---------------------------|----------------------|---|-------------|--------------|-----------|--------------------------|
| | cmol_c dm⁻³ | | | mg dm⁻³ | | cmol_c dm⁻³ | | % | | g kg⁻¹ |
| 0 a 20 cm | | | | | | | | | | |
| 4,01 | 0,45 | 0,29 | 1,65 | 1,4 | 78,0 | 8,25 | 9,19 | 10,25 | 63 | 16,2 |
| 21 a 40 cm | | | | | | | | | | |
| 3,97 | 0,23 | 0,15 | 2,00 | 0,7 | 19,2 | 8,70 | 9,12 | 4,80 | 82 | 10,4 |

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 (EMBRAPA, 2009), M.O. = Método Colorimétrico.

O experimento foi implantado em delineamento de blocos casualizados (DBC) com seis tratamentos e quatro repetições. A área experimental possuía um total de 34650 m² incluindo carregadores. Cada repetição consistiu de seis parcelas contendo cada uma 50 m de comprimento e 20 m de largura composta por 13 linhas de cana-de-açúcar espaçadas de 1,5 m. Conforme Figura 2, separando os blocos e as parcelas foram feitos carregadores com largura de 5 m no propósito de efetuar manobras com máquinas e implementos.

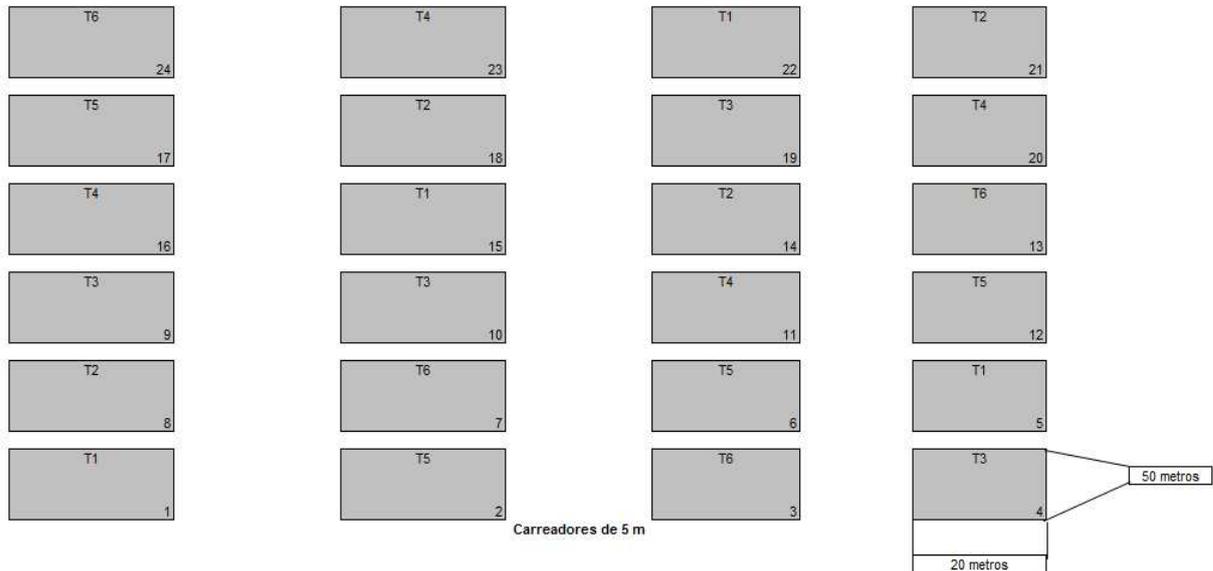


Figura 2. Croqui da área experimental

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

Tratamento 1. Dessecação + calcário + aração + grade;

Tratamento 2. Calcário + aração + grade;

Tratamento 3. Calcário + grade + aração + grade;

Tratamento 4. Dessecação + calcário + plantio direto;

Tratamento 5. Dessecação + calcário + subsolador;

Tratamento 6. Grade + calcário + aração + grade.

Para realizar a dessecação foi utilizado herbicida de largo espectro no caso o glyphosate adicionando 2, 4 – D. As doses foram de 3,0 e 2,0 L ha⁻¹, respectivamente. O corretivo utilizado foi calcário dolomítico com PRNT de 85 %. Foi distribuída uma dose de 3,5 t ha⁻¹ uniforme em todos os tratamentos. A distribuição do corretivo foi realizada com distribuidor apropriado. A aração foi efetivada com arado de aivecas atingindo uma profundidade efetiva de 35 – 40 cm. Para a gradagem foi utilizada uma grade intermediária/niveladora atingindo profundidades de 20 – 25 cm. Foi utilizado também um subsolador atuando em profundidades médias de 40 cm. Todas as máquinas e implementos foram fornecidos pela usina. Após a implantação de todos os tratamentos, foi realizada gessagem. A dose fornecida foi de 800 kg ha⁻¹ distribuído a lanço, sendo única pra todos os tratamentos, determinada com base na textura do solo.

A sulcação foi realizada com o sulcador atingindo cerca de 35 – 40 cm de profundidade. No ato da sulcação foi realizada a distribuição de 250 kg ha⁻¹ de Fosfato monoamônico (MAP). Foi utilizada a variedade IAC 873396. O plantio foi realizado manualmente no dia 24 de abril de 2009, colocando-se de 15 a 20 gemas/m² numa profundidade de 30 – 40 cm. Logo após a distribuição da cana nos sulcos foi realizada a cobertura dos mesmos.

No período da colheita, colheu-se no centro de cada parcela 10 colmos de cana e para as determinações dos atributos tecnológicos foram utilizados a parte do colmo industrialmente aproveitável. As características avaliadas foram os teores de sólidos solúveis (°Brix), o teor de sacarose (Pol) e a pureza (PZA) no caldo e na cana, e os teores de fibra e umidade na cana.

A metodologia adotada para avaliação das características tecnológicas foi seguida de acordo com CONSECANA (2006).

Sólidos solúveis totais (°Brix em %) no caldo é a porcentagem, em gramas, de sólidos dissolvidos na água presente em um produto (cana-de-açúcar). A determinação do Brix é feita a partir do caldo extraído da cana-de-açúcar efetuada em refratômetro digital, provido de correção automática de temperatura e ajuste de campo, com saída para impressora e/ou registro magnético, devendo o valor final ser expresso a 20°C. Já na cana, o Brix é determinado pela seguinte equação:

$$B = b*(3 - 0,01*F)$$

Em que:

B = Brix % cana

b = Brix do caldo

F = Fibra da cana-de-açúcar

A determinação do teor de sacarose (Pol) no caldo é realizada após a clarificação do caldo com subacetato de chumbo (sal de Horne), utilizando-se para esta um aparelho denominado sacarímetro automático. Já o Pol da cana é medido pela seguinte equação:

$$\mathbf{Pol\ (\%)\ Cana} = \text{Pol caldo} * (3 - 0,01 * F)$$

Em que:

F = Fibra (%) Cana

O PZA mede a quantidade de açúcares contidos no caldo, quanto mais elevado for seu valor, implicará numa menor quantidade de impurezas do caldo, e conseqüentemente o produto terá maior valor econômico. A pureza é calculada com a percentagem de sólidos solúveis totais no caldo extraído como na cana, após a determinação dos valores de Pol e °Brix. É Determinado através da seguinte equação:

$$\mathbf{PZA} = \text{Pol} / \text{°Brix}$$

A determinação da fibra da cana tem diversas utilidades como: determinar o balanço de material da unidade industrial, avaliar a matéria prima com relação a esta variável, avaliar o funcionamento do setor de extração. É determinado pela seguinte equação:

$$\mathbf{F} = [(100 - (U + 3 \times b)) / [1 - (0,01 \times b)]]$$

Em que:

F = fibra % cana

U = umidade da cana

b = brix do caldo

A determinação da umidade da cana-de-açúcar tem diversas utilidades como: determinar o estado de conservação da matéria-prima, bem como permitir subsídios para controle da moagem industrial. É determinada pela diferença de massa entre matéria verde e seca. Seus valores variam de 70 a 75%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nota-se que os valores de Pol e Brix no caldo (Tabela 2) não diferiram estatisticamente entre os diferentes preparos de solo. Como os valores de pureza são encontrados de acordo com a relação entre Pol e Brix, também não houve diferença de PZA entre os tratamentos. De acordo com Valsechi (2008) em sua classificação de pureza na cana, os resultados encontrados foram considerados como médios (85 a 90 %) para o caldo da cana-de-açúcar (Tabela 2).

Tabela 2. Teores de Pol, Brix e PZA no caldo da cana-de-açúcar submetida a diferentes preparos de solo em área de expansão.

| Tratamento | Brix Caldo (%) | Pol Caldo (%) | PZA Caldo (%) |
|------------|----------------|---------------|---------------|
| T1 | 19,05 a | 16,55 a | 86,67 a |
| T2 | 19,99 a | 17,81 a | 89,11 a |
| T3 | 18,92 a | 16,61 a | 87,80 a |
| T4 | 19,24 a | 16,96 a | 88,25 a |
| T5 | 18,11 a | 15,86 a | 87,61 a |
| T6 | 19,16 a | 17,18 a | 89,69 a |
| Média | 19,10 | 16,83 | 88,19 |
| CV (%) | 4,84 | 5,82 | 1,64 |
| DMS | 2,12 | 2,25 | 3,32 |

T1= Dessecação + calcário + aração + grade; T2= Calcário + aração + grade; T3= Calcário + grade + aração + grade; T4= Dessecação + calcário + plantio direto; T5= Dessecação + calcário + subsolador; T6= Grade+ calcário + aração + grade.

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si no teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Os atributos tecnológicos Pol, Brix e PZA na cana, são calculados a partir de seus valores encontrados no caldo. Sendo assim, a partir dos valores encontrados na tabela 2, esperava-se que também não houvesse diferença entre Pol, Brix e PZA na cana, o que realmente não ocorreu (Tabela 3).

De acordo com Assis et al. (2004), a cana-de-açúcar possui em média 15% de Brix e de 12 a 13% de Pol, com pureza variando entre 80 a 87%. Os teores de Pol e Brix encontrados nesse trabalho, estão acima da média proposta por Assis et al. (2004), já os teores de pureza encontram-se dentro da faixa proposta pelo mesmo autor. De acordo com Fernandes (1985), os valores de pureza do caldo ideais para considerar a cana-de-açúcar madura são de 80,0 e 85,0 % para o início e decorrer da safra, respectivamente.

De acordo com Valsechi (2008), os teores de Pol encontrados na Tabela 3, são considerados médios (12,5 a 14%), exceto para o tratamento 2, que obteve valor de Pol na cana foi considerado como rico (>14%).

Tabela 3. Teores de Pol, Brix e PZA na cana-de-açúcar submetida a diferentes preparos de solo em área de expansão.

| Tratamento | Brix Cana (%) | Pol Cana (%) | PZA Cana (%) |
|------------|---------------|--------------|--------------|
| T1 | 16,57 a | 13,47 a | 81,58 a |
| T2 | 17,36 a | 14,64 a | 84,26 a |
| T3 | 16,24 a | 13,32 a | 81,99 a |
| T4 | 16,52 a | 13,64 a | 82,55 a |
| T5 | 15,75 a | 13,06 a | 82,95 a |
| T6 | 16,50 a | 13,86 a | 84,05 a |
| Média | 16,49 | 13,66 | 82,89 |
| CV (%) | 5,08 | 6,18 | 1,87 |
| DMS | 1,93 | 1,94 | 3,55 |

T1= Dessecação + calcário + aração + grade; T2= Calcário + aração + grade; T3= Calcário + grade + aração + grade; T4= Dessecação + calcário + plantio direto; T5= Dessecação + calcário + subsolador; T6= Grade+ calcário + aração + grade.

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si no teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Avaliando diferentes cultivares de cana-de-açúcar, Oliveira et al. (1999) encontraram valores no caldo de Brix variando de 18,2 a 20,0 % e Pol variando de 15,0 a 17,4% e Pol na cana de 11,9 a 14,5 %. De acordo com Doumer et al. (2011) a cana é considerada madura com Brix mínimo de 18° entre outros fatores. Nas condições por eles avaliadas observou-se que a parte inferior dos colmos apresentou maior grau de Brix, bem como maior rendimento de caldo e maior percentual matéria seca em comparação com a parte aérea.

De acordo com a Tabela 4, os valores de umidade e fibra também não variaram entre os diferentes preparos de solo. Os teores de umidade ficaram com uma média de 73,2% e os valores de fibra ficaram em uma média de 13,6%.

Tabela 4. Teores de Umidade e Fibra da cana-de-açúcar submetida a diferentes preparos de solo em área de expansão.

| Tratamento | Umidade (%) | Fibra (%) |
|------------|-------------|-----------|
| T1 | 73,33 a | 13,53 a |
| T2 | 72,86 a | 13,13 a |
| T3 | 73,43 a | 14,19 a |
| T4 | 72,95 a | 14,06 a |
| T5 | 73,45 a | 13,01 a |
| T6 | 73,23 a | 13,89 a |
| Média | 73,21 | 13,62 |
| CV (%) | 1,34 | 4,06 |
| DMS | 2,26 | 1,27 |

T1= Dessecação + calcário + aração + grade; T2= Calcário + aração + grade; T3= Calcário + grade + aração + grade; T4= Dessecação + calcário + plantio direto; T5= Dessecação + calcário + subsolador; T6= Grade+ calcário + aração + grade.

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si no teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Os valores de fibra e umidade encontrados são semelhantes aos encontrados por Telles et al. (2009), onde eles observaram em diferentes cultivares um teor de fibra que variou de 12,0 a 15,8 % e teores de umidade de 69,4 a 72,7 %. Baixos teores de fibra e altos teores de umidade são mais interessantes para as usinas no que diz respeito ao beneficiamento do produto. O aumento do teor de fibra da cana reduz a eficiência da extração de caldo nas moendas (MARQUEZ et al., 2008.). Cultivares de cana com baixos teores de fibra são mais suscetíveis a danos mecânicos provocados pelo corte e carregamento, resultando em perdas de açúcares decorrentes da contaminação por microrganismos que passam a ter acesso à parte interna dos colmos. O baixo teor de fibra pode provocar também acamamento, o que proporciona maior quantidade de terra na matéria prima encaminhada à indústria, além de quebras de ponteiros pela ação de ventos.

Esperava-se com este trabalho, ao avaliar os atributos tecnológicos da cana-de-açúcar com os diferentes preparos de solo, uma variação desenvolvimento das plantas em cada tratamento, principalmente influenciados pelo desenvolvimento do sistema radicular devido a diferença de estruturação do solo pelas variações de operações de preparo e revolvimento do mesmo. No entanto, essa variação não aconteceu.

Alguns fatores exercem influencia mais intensa sobre a variação ou não dos aspectos tecnológicos do que o preparo de solo. Segundo Nogueira e Venturini Filho (2005), o caldo da cana tem a sua composição fortemente dependente do tipo de cultivar. Como foi utilizada apenas uma cultivar de cana-de-açúcar, esse fator de variação foi eliminado. De acordo com Valsechi (2008), os aspectos tecnológicos da cana-de-açúcar são variáveis de acordo com a maturação fisiológica da cultura de forma constante para plantas de uma mesma cultivar em mesmas condições. Isso que dizer que durante a colheita em um mesmo período, as chances de variação dos atributos tecnológicos da cultura, para uma mesma cultivar, são mínimas.

Moraes (2011), avaliando a fertilidade do solo e da cana submetida a diferentes preparos de solo em área de expansão, observou que diferentes manejos de solo, interferiram nos atributos químicos e na disponibilidade de macronutrientes no solo. Observou ainda que o sistema de preparo do solo com utilização de gradagem, distribuição do calcário, aração e gradagem foi o que apresentou maiores ganhos de fertilidade para o solo e que o uso do sistema de plantio direto mostrou-se como uma prática viável para o cultivo da cana-de-açúcar.

Santos et al. (2011) observaram que o fósforo aplicado no sulco de plantio melhora a qualidade da matéria-prima da cana-de-açúcar, por meio do aumento nos teores de sólidos solúveis (°Brix), de açúcares redutores totais e de sacarose nos colmos. Fravet et al. (2010)

avaliando diferentes doses de aplicação de torta de filtro em cana-de-açúcar, observaram que a aplicação de torta de filtro diminuiu o Brix do caldo e o Pol da cana, havendo porém aumento na produtividade de sacarose por hectare. Observaram ainda que os modos de aplicação (linha e entrelinha) da torta de filtro não influenciaram a qualidade tecnológica da cana.

5 CONCLUSÃO

Os diferentes tipos de preparo de solo não interferiram nos atributos tecnológicos da cana-de-açúcar em área de expansão da cultura, sendo que a cana cultivada em plantio direto obteve mesma qualidade tecnológica do que a cana cultivada sob preparos de solo convencionais.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, P. C. O.; LACERDA, R. D.; AZEVEDO, H. M.; DANTAS NETO, J.; FARIAS, C. H. A Resposta dos parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar a diferentes lâminas de irrigação e adubação. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, João Pessoa, v. 4, n. 2, p. 1324 – 1336, 2004.
- BARCELOS, A. A.; CASSOL, E. A.; DENARDIM, J. E. Infiltração de água em um latossolo vermelho-escuro sob condições de chuva intensa em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, p.35-43, 1999.
- BOLFE, E. L. Monitoramento geoespacial de áreas degradadas. In: SEMANA DA GEOMÁTICA, 3. 2010. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2010. p. 121 – 128.
- CARVALHO, E. J. M.; FIGUEIREDO, M. de S.; COSTA, L. M. Comportamento físico-hídrico de um podzólico vermelho-amarelo câmbico fase terraço sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.34, n.2, p.257-265, 1999.
- CEDDIA, M. B.; ANJOS, L. H. C.; RAVELLI NETO, A; SILVA, L. A. Sistemas de colheita da cana-de-açúcar e alterações nas propriedades físicas de um solo Podzólico Amarelo no Espírito Santo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n.8, p. 1467 – 1473, 1999.
- CESAR, M.A.A.; SILVA, F.C. **A cana-de-açúcar como matéria-prima para a indústria sucroalcooleira**. 1993. 108 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1993.
- CHAGAS, A. L. S.; TONETO JUNIOR, R.; AZZONI, C. R. Teremos que trocar energia por comida? Análise do Impacto da Expansão da Produção de Cana-de-Açúcar sobre o Preço da Terra e dos Alimentos. **Economia, Selecta**, Brasília, DF, v.9, n.4, p.39–61, dezembro, 2008.
- CONAB. **Segundo levantamento de safra**. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: Conab, 2010. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/344b55c90f6d37e3beca41418e5df0e5..pdf>. 2010. Acesso em 22/08/11.
- CONSECANA - Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo. **Manual de Instruções**. 3ª ed. Piracicaba: CONSECANA, 1999. 92p.
- CONSECANA - Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo. **Manual de Instruções**. 5ª ed. Piracicaba: CONSECANA, 2006. 112 p.
- CRISPIM, J. E.; VIEIRA, S. A.; PERUCH, L. A. M. **Avaliação de cultivares de cana-de-açúcar no litoral de Santa Catarina**. Disponível em <http://www.jecrispim.com/cariboost_files/Avalia_C3_A7_C3_A3o_20de_20Cultivares_20de_20Cana_202006.pdf>. Acesso em: 15/08/11.

CRUZ, D. M. Plantio direto e preparo reduzido ganham terreno. **Jornal Cana**, Ribeirão Preto, ed. 111, p.34, mar, 2003.

DOUMER, M. E.; MARTINS, G. A.; MOREIRA, A.; SILVA, S. D. A. **Avaliação de graus brix de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) da parte inferior e superior de colmos**. Disponível em: <http://antares.ucpel.tche.br/cic/cdcic2009/pdfs/1464.pdf>. Acesso em: 10/11/2011.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 306 p.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2ª ed, Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

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

FERNANDES, A C. Autorização da colheita da cana-de-açúcar. In: SEMANA DE FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA “JAIME ROCHA DE ALMEIDA”, 4, 1985, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1985. p. 12-21.

FRAVET, P.; SOARES, R. A. B.; LANA, R. M. Q.; LANA, A. M. Q.; KORNDÖRFER, G. H. Efeito de doses de torta de filtro e modo de aplicação sobre a produtividade e qualidade tecnológica da soqueira de cana-de-açúcar. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 34, n. 3, p. 618-624, 2010.

GHELLER, A. C. A.; MATSUOKA, S.; GARCIA, A. A. F.; NASCIMENTO, R. **Metodologia para estimativa da produtividade industrial da cana-de-açúcar**. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 8., 2002. Recife. **Anais...** Recife: STAB, 2002. p. 1722 – 1726.

JORNAL DA CANA. 2010. **Os impressionantes números do setor sucroenergético (Safrá 2009/10)**. Disponível em: <<http://www.canaweb.com.br/Conteudo/Conheca%20o%20Setor.asp>> Acesso em: 21/08/11.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A Conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 147-155; 2005.

MARQUES M.O., MUTTON, M.A., NOGUEIRA, T.A.R., TASSO JÚNIOR, L.C., NOGUEIRA, G.A., BERNARDI, J.H. **Tecnologias na Agroindústria Canavieira**. Jaboticabal: FCAV, 2008. 319 p.

MORAES, E. R. **Atributos químicos do solo e teor foliar de nutrientes em cana-de-açúcar sob diferentes formas de preparo de solo em área de re- forma e expansão no cerrado**. 2011. 103 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

NOGUEIRA, A. M. P.; VENTURINI FILHO, W. G. **Aguardente de cana**. Botucatu: UNESP, 2005. 71 p.

OLIVEIRA, M. D. S.; TOSI, H.; SAMPAIO, A. A. M.; VIEIRA, P. F.; SANTIAGO, G. Avaliação de duas variedades de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tempos de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.34, n.8, p.1435-1442, ago. 1999.

RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu: UNESP, 1994. 99 p.

RUDORFF, B. F. T.; BERKA, L. M. S.; MOREIRA, M. A.; DUARTE, V.; XAVIER, A. C.; ROSA, V. G. C.; SHIMABUKURO, Y. E. Imagens de satélite no mapeamento e estimativa de área de cana-de-açúcar em São Paulo: ano safra 2003/2004. **Agricultura em São Paulo**. São Paulo, v. 52, n.1, p.21-29, 2005.

SANTIAGO, A. D.; ROSSETTO, R. **Preparo convencional**. Agência de Informação Embrapa. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_84_22122006154841.html>. Acesso em 09/11/2011.

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.

STUPIELLO, J. P. A cana-de-açúcar como matéria-prima. In: PARANHOS, S. B. (coord.). **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. v. 2. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 30-51.

TELLES, M. R.; SILVA NETO, H. F.; TASSO JÚNIOR, L. C.; MARQUES, M. O. Níveis de fibra e umidade em cultivares de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 21. São José do Rio Preto, 2009. **Anais...** São Paulo: Tec Art Editora Ltda, 2009. p. 8728 – 8730.

VALSECHI, O. A. Características tecnológicas e avaliação da qualidade industrial da cana-de-açúcar. In: ETHANOL WEEK: SHARING THE BRAZILIAN EXPERIENCE, 1. Araras, 2008. **Anais...** Araras: UFSCar. Disponível em: <<http://www.etanol.ufscar.br/palestras-do-dia-02-de-setembro/caracteristicas-tecnologicas-e-avaliacao-da-qualidade...>> Acesso em 27/10/2011.

VITTI, G. C.; QUEIROZ, F. E. C.; OTTO, R.; QUINTINO, T. A. **Nutrição e adubação da Cana-de-açúcar**. Disponível em: <http://www.gape_esalq.com.br/portal/Nutricao%20e%20Adubacao%20da%20Cana.pdf>. Acesso em 20/08/11.