

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

**EFEITO DO SILICATO DE CÁLCIO E CALCÁRIO NA PRODUTIVIDADE E
QUALIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR - USINA CATANDUVA**

EDSON GARCIA DA SILVEIRA JÚNIOR

Dr. GASPAR HENRIQUE KORNDORFER
(Orientador)

Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia, da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Uberlândia – MG
Maio - 2005

**EFEITO DO SILICATO DE CÁLCIO E CALCÁRIO NA PRODUTIVIDADE E
QUALIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR - USINA CATANDUVA**

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA EM 27/05/2005

Prof. Dr. Gaspar Henrique Korndorfer
(Orientador)

Prof. Dr. José Emílio Teles de Barcelos
(Membro da Banca)

Mestranda: Angélica Araújo Queiroz
(Membro da Banca)

Uberlândia – MG
Maio - 2005

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus porque sem ele não seria possível eu estar aqui concluindo esse curso de Agronomia.

Agradeço a meu pai, minha mãe, meu irmão, minha irmã e meus familiares que também me ajudaram a chegar até aqui.

Agradeço a meu orientador Dr: Gaspar Henrique Korndorfer que confiou na minha pessoa e me deu todo o apoio necessário para que eu realizasse esse trabalho.

Agradeço ao Grupo de Pesquisa Silício na Agricultura, por todo o apoio técnico, institucional, moral e social durante a realização deste trabalho.

Agradeço aos funcionários dos laboratórios de solos da Universidade que me ajudaram a realizar as análises do trabalho.

Agradeço aos colegas de república, em especial a José Geraldo (Nanico), Diogo (Goguin), Itamar (He-M em), Paulo (Cabeção), Gustavo (Meu Filho), Marcelo (Bola), Rodolfo (Fuça), Matheus (Bolinha), Fernando (Mr. Jones), Frederico (Zoião) e Vinícius (Sonomon). Estas pessoas são quem de maneira ou de outra fizeram e ainda fazem parte de grandes momentos na minha vida aqui na Universidade Federal de Uberlândia.

Agradeço aos meus amigos da 31ª turma de Agronomia que estão juntos comigo nesta caminhada de sucesso. Juntamente com todos os outros grandes amigos que fiz na UFU, os quais a vida costuma distanciar. E desejo-lhes muito sucesso nesta nossa jornada da vida.

ÍNDICE

RESUMO.....	4
1 - INTRODUÇÃO.....	5
2 - REVISÃO DE LITERATURA.....	8
2.1 – O Silício.....	8
2.2 – Silício no solo.....	9
2.3 – Silício na planta.....	10
3 - MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1 - Solo.....	21
4.2 - Folha.....	22
4.3 – Produtividade.....	25
4.4 - Qualidade da matéria prima/Análise tecnológica.....	28
5 - CONCLUSÕES.....	31
6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
7 – APÊNDICE	37

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar e comparar o efeito da aplicação de silicato de cálcio e de calcário na produtividade e qualidade da cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.), variedade SP84-1431; estudar o silicato como fonte de silício e cálcio para o solo, silício para a planta de cana-de-açúcar e correção de acidez do solo. O experimento foi conduzido na Usina Catanduva, Fazenda Estrela, município de CATANDUVA-SP em um Latossolo vermelho-amarelo, textura arenosa, álico. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com 9 tratamentos e 5 repetições, totalizando 45 parcelas. A fonte de silício utilizada foi o silicato de cálcio (Albright & Wilson), nas doses (1, 2, 4 e 6 t.ha⁻¹). As 4 doses de calcário dolomítico foram: 2, 3, 4 e 6 t.ha⁻¹ e a testemunha que não recebeu nenhum corretivo. No plantio foi utilizada uma adubação base de: 25-125-125 kg.ha⁻¹ de N - P₂O₅ - K₂O, respectivamente. Nos resultados obtidos verificou-se que os tratamentos não diferiram estatisticamente pelo teste de F ao nível de significância de 10% quanto à correção de acidez, produtividade (cana-planta), macro e micronutrientes foliares, BRIX e PCC. O teor de Si nas folhas (1ª e 2ª amostragem), a quantidade de açúcar produzido por hectare (soma de 2 cortes), a produtividade da cana-soca e a soma da produção do primeiro mais o segundo corte foram significativamente superiores nos tratamentos com silicato de cálcio quando comparados com a aplicação de calcário. Houve aumento da produção de açúcar (TPH) com a aplicação de doses de silicato aplicadas.

1 – INTRODUÇÃO

O cultivo da cana-de-açúcar (*Saccharum sp.*) ocupa posição de destaque no cenário agrícola do Brasil e do mundo, sendo utilizada para a produção de açúcar e álcool. No cenário mundial o Brasil se apresenta como o maior produtor de cana-de-açúcar e seus derivados, o país é o maior exportador de açúcar do mundo, com 14,5 milhões de toneladas. O Brasil possui uma produtividade média nacional de 70,0 t.ha⁻¹ de cana, média esta inferior a de vários países. A área colhida na safra 2004/2005, foi estimada em 5,421 milhões de hectares e a produção de aproximadamente 375 milhões de toneladas de cana, sendo essa cultura responsável por 9% do PIB Agrícola do país e 37% do PIB Agrícola de São Paulo, principal região produtora. A produção de açúcar na safra 2004/2005 ficou praticamente estabilizada em 23,9 milhões de toneladas, sendo destes, 14,5 milhões destinados ao mercado externo. No entanto a produção de álcool tanto a de hidratado como a de anidro, cresceu significativamente, totalizando 15,14 bilhões de litros, ou seja, aumento de 0,81 bilhão de litros em relação à safra passada (AGRIANUAL, 2005).

Nos próximos dez anos, os mercados do açúcar e do álcool serão norteados pela crescente demanda por álcool para combustível. Será o álcool, refletindo o provável aumento dos preços do petróleo, que determinará a oferta e consequentemente, os preços do açúcar. É crescente o consenso a respeito da redução das reservas mundiais de petróleo e das mudanças climáticas causadas pelo Efeito Estufa. Mantida a atual tendência do consumo de petróleo, suas reservas mundiais atuais seriam suficientes para o consumo de apenas trinta anos. Sob este aspecto, fica evidente que, por serem hidrocarbonetos renováveis, e a despeito de existirem diversas outras fontes alternativas de energia, nos próximos dez anos o álcool, a celulose, o algodão e os grãos deverão adquirir crescente importância como fonte de combustíveis e matérias-primas substitutivas dos hidrocarbonetos fósseis (AGRIANUAL, 2004).

É sabido que a baixa produtividade está relacionada com a incidência de pragas e doenças na cultura, manejo inadequado e principalmente baixa fertilidade do solo. Um dos fatores que podem contribuir para melhorar estes índices é o uso de corretivos e fertilizantes, como por exemplo, o silicato de cálcio.

O silício é um elemento ainda em constante estudo; sabe-se pouco sobre sua ação, dose a ser utilizada e como ocorre sua liberação para a solução do solo a partir de diferentes fontes.

O Brasil, principalmente por conta da região Metalúrgica de Minas Gerais, é o segundo maior exportador de ferro gusa do mundo, de onde derivam uma série de resíduos (escórias de siderurgia), que são ricos em sílica. Estes resíduos, ao invés de contaminar o solo e a água, podem ser usados como fontes de Si para o solo e plantas.

Este trabalho teve por objetivo avaliar diferentes dosagens de silicato de cálcio e de calcário dolomítico comparando os efeitos obtidos com os dois fertilizantes, pois o calcário é um fertilizante já consagrado na agricultura brasileira e usado em larga escala; já o silicato de cálcio que possui as mesmas funções corretivas que o calcário e ainda fornece silício para as plantas, ainda não é bastante conhecido pelos agricultores. Nesse sentido o trabalho teve como objetivo estudar a absorção, acumulação e dinâmica do Si nesta cultura, avaliando o efeito dos corretivos utilizados sobre a correção da acidez do solo, disponibilidade de cálcio, disponibilidade de silício no solo, produtividade da cana e qualidade da matéria prima para a indústria.

2 – REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – O Silício

O silício é o segundo elemento mais abundante na crosta terrestre; está presente no solo, compondo minerais primários (quartzo, feldspato, mica e outros) e secundários (caolinita, montmorilonita, ilita e outros) em quantidades diferentes (MALAVOLTA, 1980).

O silício na legislação brasileira (BRASIL, 2004) é considerado um nutriente benéfico às plantas, sendo essencial para algumas culturas como a cana-de-açúcar, arroz, etc. Portanto o elemento tem sua qualidade controlada por lei. O uso de silicatos poderá se constituir numa alternativa importante para correção de acidez dos solos, como fonte de Si para as plantas, e também, para diminuir o consumo de inseticidas e fungicidas nas lavouras, pois, as plantas bem nutridas com Si têm maior resistência a pragas e doenças.

Uma fonte de silício para ser recomendada precisa apresentar, além de um elevado desempenho agronômico, uma alta solubilidade, alta concentração de silício, facilidade de manuseio e, principalmente, baixo custo (KORNDORFER; GASCHO, 1999).

As escórias, cujos componentes são os silicatos de cálcio e de magnésio, comportam-se de forma semelhante aos calcários. Esses resíduos apresentam, geralmente, teores elevados de micronutrientes (FIRME, 1986 apud AMARAL SOBRINHO et al., 1993), justificando sua utilização como fertilizante, embora possa apresentar também metais pesados (ARROIO; CANTINI, 1986 apud AMARAL SOBRINHO et al., 1993).

2.2 – Silício no solo

Os solos das regiões tropicais, como a dos cerrados são geralmente muito intemperizados, com altos teores de óxidos de ferro e alumínio, pobres em silício, devido à dessilicização, e em outros nutrientes como o fósforo (BRADY, 1992).

Estudos de longa data demonstraram que a presença de silício pôde aumentar o aproveitamento do P às plantas, principalmente em solos muito intemperizados, o que resulta em aumento de produtividade (FASSBENDER; MOLINA, 1969; SHERMAN, 1969; ROY et al., 1971; PLUCKNETT, 1972; VOLKWEISS; RAIJ, 1977; SANCHEZ; UEHARA, 1980). O benefício dos silicatos para o aproveitamento de P, a relação entre Si solúvel em água e P disponível e as correlações entre Si adicionado como silicato, P disponível e acumulado na planta são bastante conhecidas (BIRCH, 1953; SANCHEZ; UEHARA, 1980).

Roy et al. (1971) observaram que a adição de doses crescentes de silicato de cálcio em solos havaianos diminui a adsorção de P. Esses efeitos tanto poderiam ser devidos a uma competição de silicato pelos sítios de adsorção como devido ao aumento do pH ou a ambos os fatores.

Hingston et al. (1968) observaram na Austrália um decréscimo na adsorção de P em goetita, devido à adição de Si, fato que atribuíram à capacidade do Si em aumentar a carga negativa da superfície ao ser adsorvido na forma H_4SiO_4 . Estes dados indicam que a aplicação de Si deve aumentar a disponibilidade do P para as plantas pelo aumento da solubilidade do P adsorvido e decréscimo da capacidade de adsorção do P pelos solos.

Cultivos repetidos podem reduzir os níveis de Si disponíveis do solo para as plantas, ao ponto que a adubação com este elemento será necessária para que se obtenha boas produtividades. Solos com baixos teores de Si são normalmente ácidos e com baixa saturação por bases (DATNOFF et al., 1998).

Raij e Camargo (1973) apresentam como fatores que condicionam a capacidade de liberação de Si para a solução do solo, o teor de argilas e o grau de intemperismo, mostrando que a quantidade liberada é diretamente dependente da estabilidade dos minerais da fase sólida. Esses autores mostraram ainda que os solos tropicais apresentam, em alguns casos, teores menores que 2 ppm de Si na solução.

2.3 – Silício na planta

Os cultivos sucessivos provocam uma redução do silício disponível no solo, conseqüentemente, a deficiência de silício (Si) na planta. Pesquisas demonstram que o Si

apresenta grande importância na melhoria da produção e qualidade de matéria prima de certas culturas, principalmente em gramíneas como a cana-de-açúcar e arroz. Pois, ele se deposita nos tecidos dessas plantas aumentando a capacidade fotossintética, a tolerância à falta de água e devido ao estímulo à produção de fitoalexinas, que induzem a resistência de tais plantas ao ataque de doenças, podendo aumentar a produtividade em até 40% (KORNDORFER et al., 1997).

De acordo com Bair (1966) os solos carentes em Si favorecem a disseminação rápida do vírus do mosaico da cana-de-açúcar, atrasam a maturação e redução na quantidade de sólidos solúveis no caldo da cana, mas é na produção de colmos que se verifica o principal efeito do Si na cana-de-açúcar.

Hurney (1974) usando nove classes de solos, testou diferentes materiais silicatados como fonte de Si e observou que, de acordo com o solo e a fonte, havia uma resposta diferente da cana, porém, houve um aumento na produção em ensaios de campo com aplicação a lanço dos silicatos. A aplicação de 10 t.ha^{-1} de metassilicato de cálcio foi a maior responsável pelo aumento da produção da cana-de-açúcar, isto durante os quatro primeiros anos do experimento.

Gurgel (1965) apud Silva (1983) verificaram um aumento de 6% na produção de cana-planta e 16% na cana-soca, cultivadas em Latossolo Roxo, com adição de 3 toneladas de silicato de cálcio por hectare. O material contendo Si deve ser aplicado na forma de pó, finamente moído, na qual os compradores devem estar seguros de que o produto possui granulometria inferior a 60 mesh antes de efetuar a compra.

É atribuída ao silício a função de aumentar o poder oxidante das raízes, diminuindo a absorção excessiva de Fe (MALAVOLTA; FORNASIERI FILHO, 1983). Plantas

desenvolvidas em solução nutritiva contendo silício produziram mais matéria verde e mostraram sintomas menos intensos de toxidez de ferro, que plantas desenvolvidas em solução nutritiva sem silício (OKUDA; TAKAHASHI, 1964 apud RIBEIRO, 1996). Segundo esses mesmos autores, o silício geralmente diminui a absorção de ferro e manganês pela planta de arroz, aumenta a relação P:Fe e P:Mn e promove a translocação do fósforo absorvido para a parte aérea (folhas e panículas). O excessivo acúmulo de compostos de ferro na superfície das raízes pode afetar a absorção de outros nutrientes, ocorrendo então, a chamada toxidez indireta de ferro. Esses autores concluíram ainda que o silício aumenta o suprimento de oxigênio para as raízes e o seu poder de oxidação, na proporção que é absorvido pela planta. A absorção do silício pelas raízes da planta dá-se de forma passiva, através do fluxo de massa.

O crescimento e a produtividade de muitas gramíneas (arroz, cana-de-açúcar, sorgo, milheto, aveia, trigo, milho, grama kikuyo, grama bermuda, etc.) e algumas espécies não gramíneas (alfafa, feijão, pepino, tomate, alface e repolho) demonstraram aumentos de produtividade com o aumento da disponibilidade de Si para as plantas (ELAWAD; GREEN, 1979; SILVA, 1973). O silício é absorvido pela planta como ácido monossilícico, H_4SiO_4 (JONES; HANDRECK, 1967).

De acordo com o teor de Si e razão Si/Ca na matéria seca, as plantas superiores podem ser divididas em 3 grupos: acumuladoras, não acumuladoras e intermediárias. As gramíneas são acumuladoras típicas, cabendo destaque ao arroz, o qual apresenta absorção ativa de Si, reduzindo de forma rápida a sua concentração na solução do solo (MIYAKE, 1992).

O Si se apresenta como nutriente essencial para certas culturas, principalmente gramíneas como o arroz e cana-de-açúcar, nas quais, os teores do elemento chegam a ser de 10 a 20 vezes maiores do que em dicotiledôneas (TAKAHASHI, 1967; SNYDER, 1991; ANDERSON, 1992). O teor de Si na palha de arroz inundado pode superar os 5%. As gramíneas são tidas como forte acumuladoras, mas considerável variação pode ocorrer entre e dentre as espécies.

A cana-de-açúcar é uma planta que responde favoravelmente a adubação com Si, particularmente nos solos pobres nesse elemento. Ross et al. (1974) citam uma remoção (exportação) de até 408 kg.ha⁻¹ de Si para uma produtividade média de apenas 74 t.ha⁻¹ de cana-de-açúcar (folhas + colmos). Esta remoção poderia ser ainda maior em áreas intensivamente cultivadas e com maior produtividade. Como resultado desta enorme exportação de Si, uma diminuição temporária do Si "disponível" no solo pode ocorrer.

A absorção do Si ocorre na forma de ácido monossilícico (H₄SiO₄). Depois de solidificado o Si se torna imóvel na planta. Devido à ausência de carga elétrica, acredita-se que a absorção do H₄SiO₄ é de natureza não seletiva e energeticamente passiva. O transporte do Si da raiz até a parte aérea se dá através do xilema e depende da taxa de evapotranspiração. Acredita-se que o transporte do Si se dá, principalmente através do movimento ascendente da água no interior da planta. Folhas de cana com altos teores de Si mostraram que o elemento preenchia os espaços interfibrilares, reduzindo o movimento da água através da parede celular, causando aumento da economia de água na planta pela diminuição da taxa de transpiração, aumentando também a resistência contra ataque de pragas e doenças, já que o Si situa-se abaixo da cutícula das células epidérmicas formando

uma camada de sílica, aumentando a resistência da parede celular (CHEONG, 1971 apud SILVA, 1983).

Vários trabalhos têm sugerido que o Si possui um papel bem definido na cultura da cana-de-açúcar. O Silício pode estar envolvido no alongamento e/ou divisão celular. Elawad e Green (1979) num estudo de campo, observaram que a altura das plantas era quadraticamente relacionada com a dose de Si aplicada, enquanto que o diâmetro dos colmos era linearmente relacionado. Plucknett (1972) demonstrou que, entre outras coisas, o Si pode aumentar o tamanho e o diâmetro dos colmos da cana-de-açúcar.

O Si aparece na cana-de-açúcar em altas concentrações podendo variar desde 0,14% em folhas jovens até 6,7% nos colmos e folhas velhas. No Havaí, as folhas com menos de 0,5% de Si são frequentemente afetadas por um sintoma denominado "freckling". A causa desse sintoma é, ainda, bastante controvertida, porém a maioria dos pesquisadores atribui à falta de Si e desequilíbrios nutricionais na planta. O aparecimento da ferrugem na cana-de-açúcar (*Puccinia melanocephala*) pode estar relacionado com o referido sintoma. O sintoma da ferrugem é mais severo nas folhas mais velhas e a área fotossintética é, em geral, fortemente atingida. De acordo com Fox e Silva (1978) apud Franco (1995) a aplicação de 6 t.ha⁻¹ de silicato ao solo tem sido suficiente para promover o desaparecimento do referido sintoma.

Werner e Roth (1983) afirmam que o arroz é a cultura mais freqüentemente estudada quando se pretende avaliar os efeitos fisiológicos no crescimento, em presença ou ausência de Si. O sintoma típico de deficiência é a necrose das folhas, aparecendo inicialmente nas partes mais baixas da planta; o crescimento é menor e as folhas murcham.

Segundo Malavolta (1980) a taxa de respiração é cerca de 30% mais alta nas plantas deficientes desse elemento.

A seleção de cultivares com maior capacidade em absorver e acumular Si, poderia aumentar a resistência da cana-de-açúcar ao tombamento (acamamento) e com isso facilitar a colheita mecanizada. O ataque de pragas e doenças e a necessidade de adubação poderiam ser diminuídos nas cultivares acumuladoras de Si. Uma avaliação significativamente pequena de cultivares, feita por Deren et al. (1993) foi suficiente para demonstrar que existe uma grande variabilidade genética quanto à capacidade da cana-de-açúcar de acumular Si. Korndörfer et al. (1998) de forma semelhante, verificaram que a cana-de-açúcar apresenta diferentes teores de Si nas folhas, conforme a variedade. Os teores encontrados foram de 0,76; 1,04 e 1,14% respectivamente para as variedades RB72454, SP79-1011 e SP71-6163.

O Si ao ser absorvido pelas plantas é facilmente translocado no xilema, apresentando a tendência de se polimerizar (BARBER; SHONE, 1966). Na planta, o Si concentra-se nos tecidos de suporte do caule e das folhas (Figura 1), mas também pode ser encontrado, em pequenas quantidades, nos grãos.

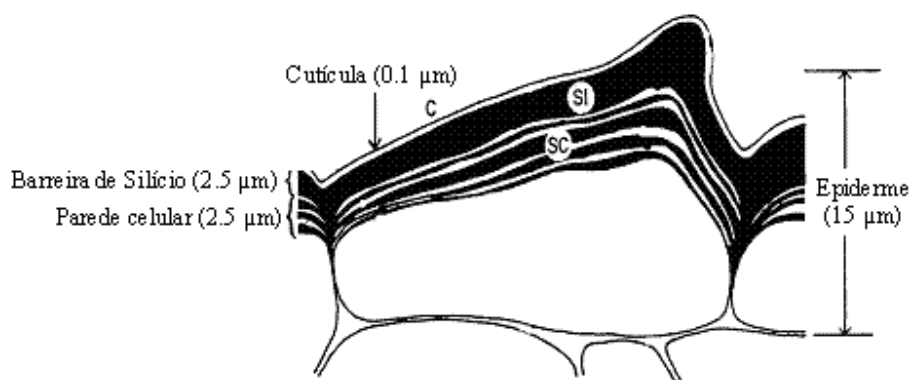


Figura 1 - Deposição de Si na epiderme de folhas de arroz (YOSHIDA, 1975).

A acumulação de sílica nos órgãos de transpiração provoca a formação de uma dupla camada de sílica cuticular, a qual pela redução na transpiração faz com que a exigência de água das plantas seja menor. Essa cutícula é também chamada por muitos pesquisadores, de barreira mecânica (DATNOFF; SNYDER; JONES, 1990; DATNOFF et al., 1998). Essas características podem ser de extrema importância, em se tratando de solos do domínio dos cerrados, onde o período de estiagem é longo e severo.

De acordo com Agarie et al. (1992) a maior atividade fotossintética proporcionada pelo Si pode ser uma das razões para o aumento da produção de matéria seca nas plantas acumuladoras, o que reflete no aumento de produtividade. Os mesmos autores também observaram um melhor aproveitamento da água do solo, devido provavelmente à redução na evapotranspiração.

A pesquisa Agronômica trabalha com a intenção de proporcionar um melhor custo-benefício para o produtor na utilização dos recursos em geral, para isso, busca reduzir os custos de produção com produtos naturais não poluentes e mais acessíveis. Assim o uso de Si pode ser uma saída muito importante e viável para o usineiro no que se refere ao manejo das doenças e pragas, melhor eficiência fotossintética e maior resistência ao déficit hídrico com reflexos no aumento de produtividade na cultura canavieira.

Fertilizantes contendo Si são regularmente usados em muitos países e o seu papel tem sido cada vez mais associado a uma agricultura sustentável. O Si é reconhecido como elemento benéfico para algumas culturas, porém ainda pouco utilizado na agricultura brasileira.

3 – MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido na Usina Catanduva - fazenda Estrela, localizada no município de Catanduva-SP. O experimento foi instalado em 23/02/2000 num Latossolo Vermelho-amarelo, textura arenosa, álico. Cada parcela constou de uma área total de 126 m² constituindo de 7 linhas de cana com 12 m de comprimento e 1,5 m de espaçamento na entre linha. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com 9 tratamentos e 5 repetições totalizando 45 parcelas. Os tratamentos (Tabela 1) foram compostos por uma testemunha, a qual não foi aplicado o composto silicato de cálcio (CaSiO₃) e nem calcário (CaCO₃); 4 tratamentos à base de diferentes doses de calcário dolomítico e 4 outros tratamentos com doses diferentes de silicato de cálcio.

Tabela 1 – Tratamentos:

T1 - Testemunha	
T2 - 2,0 t.ha⁻¹ Calcário Dolomítico	T6 - 1,0 t.ha⁻¹ Silicato de Cálcio (211 kg de Si)
T3 - 3,0 t.ha⁻¹ Calcário Dolomítico	T7 - 2,0 t.ha⁻¹ Silicato de Cálcio (422 kg de Si)
T4 - 4,0 t.ha⁻¹ Calcário Dolomítico	T8 - 4,0 t.ha⁻¹ Silicato de Cálcio (844 kg de Si)
T5 - 6,0 t.ha⁻¹ Calcário Dolomítico	T9 - 6,0 t.ha⁻¹ Silicato de Cálcio (1266 kg de Si)

A Tabela 2 mostra o croqui do experimento. A fonte de silício (silicato de cálcio - CaSiO₃ - Albright Wilson) apresenta as seguintes características químicas: SiO₂ total (45,2%); Si (21,1%); SiO₂ solúvel em ácido cítrico (31,8%); com aparência sólida, de cor acinzentada- verde suave e poroso. Apresenta na sua composição; 91% de silicato de cálcio; 1% de óxidos de Al, Fe, Mg e K e 2,85% de sais de flúor.

Tabela 2 – Croqui do experimento - distribuição das parcelas experimentais:

C A R R E A D O R	Bloco I	1	T8	2	T1	3	T7	4	T5	5	T3	6	T6	7	T9	8	T4	9	T2
	Bloco II	10	T6	11	T7	12	T5	13	T3	14	T2	15	T4	16	T9	17	T8	18	T1
	Bloco III	19	T1	20	T2	21	T7	22	T3	23	T5	24	T6	25	T4	26	T9	27	T8
	Bloco IV	28	T6	29	T3	30	T1	31	T2	32	T9	33	T4	34	T7	35	T8	36	T5
	Bloco V	37	T9	38	T6	39	T5	40	T7	41	T8	42	T2	43	T4	44	T3	45	T1

Inicialmente, foi demarcada a área subdividindo-a em parcelas, deixando 2 m de bordadura entre os blocos. Em seguida, procedeu-se à aplicação manual e a lança das respectivas doses de silicato de cálcio e calcário e posteriormente incorporação com grade.

O experimento foi desenvolvido dentro do sistema de manejo de cana de ano e meio. A variedade de cana utilizada foi a SP84-1431 com espaçamento entre linhas de 1,50 m. Realizou-se a adubação base com: 25-125-125 kg.ha⁻¹ de N - P₂O₅ - K₂O, respectivamente. O adubo foi aplicado durante a operação de sulcação e incorporado através da operação de cobrição dos toletes com uma camada de 5 a 8 cm de solo. A adubação de cobertura na soqueira com o formulado: 20-5-20 foi realizada no início do período chuvoso (Set./2001), após o corte da cana-planta em junho do mesmo ano.

A amostragem de solo para a análise química foi feita em agosto de 2000, utilizando o trado Holandês na coleta das amostras. Foram amostradas as camadas de 0-25 e 25-50 cm. Foram realizadas análises de Si, Ca e pH do solo. As análises de pH e Ca através da metodologia descrita pela Embrapa (1999). As análises de Si através do método do ácido acético (0,5 mol.L⁻¹) e do método do cloreto de cálcio (CaCl₂ -0,01 mol.L⁻¹) foram feitas segundo metodologia descrita por Korndorfer et al. (2004).

As amostragens foliares foram realizadas coletando cerca de 20 folhas +1 em cada parcela. Após a primeira amostragem (nov/2000) foram feitas análises foliares de Si, N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn, e Al. A análise de macro e micro-nutrientes menos Si foram realizadas segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). Na segunda amostragem (jan/2001) foi analisado apenas o Si foliar. Para análise foliar, as folhas são coletadas, depois lavadas em água corrente. Elimina-se a nervura central e coloca-se o restante da folha para secar em estufa de 65°C. Este material é mantido em estufa até

atingir peso constante. O material é então moído em moinho tipo Willey e posteriormente serão submetidos à análise foliar para determinar a concentração dos elementos.

A análise de produtividade e também a análise tecnológica da cana foram realizadas na própria usina, determinando-se os teores de: BRIX, PCC (POL da cana), TPH (açúcar) usando a metodologia descrita pela Copersucar (1980). A sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) é um dissacarídeo que constitui o principal parâmetro da qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. Esta é diretamente cristalizável no processo de fabricação e sob condições ácidas ou ação de enzimas (invertase) desdobra-se em duas moléculas de monossacarídeos (glucose e frutose).

PCC representa a porcentagem de sacarose (POL) contida em uma solução de açúcares (por exemplo, o caldo da cana) sendo determinada por métodos sacarimétricos (polarímetros ou sacarímetros). BRIX corresponde a outro parâmetro muito utilizado na indústria do açúcar e do álcool, representa a porcentagem em peso de sólidos solúveis contidos em uma solução de sacarose (caldo extraído da cana-de-açúcar). TPH representa a quantidade de sacarose contida na cana-de-açúcar por unidade de área, por exemplo, $t.ha^{-1}$ (SORDI; FERNANDES, 1998).

Para a avaliação da dose de máxima eficiência técnica (MET), utilizou-se da derivada da equação de regressão:

$$Y = a_0 + a_1X + a_2X^2, \text{ obtendo-se } X = -a_1/2a_2$$

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 – Solo

Os resultados das análises de solo de pH e Cálcio (Tabela 3) mostram que o silicato e o calcário não interferiram na correção da acidez em ambas profundidades (0-25 e 25-50cm). No que se refere à disponibilidade de cálcio na camada de 25-50 cm não houve diferença entre os tratamentos testemunha e 4 t.ha⁻¹ de silicato e de calcário, embora estes mesmos tratamentos aumentaram a disponibilidade de Ca na camada de 0-25 cm.

Tabela 3 - Teores de Ca e pH do solo na dose de 4t.ha⁻¹ de Silicato e Calcário (médias de 5 repetições), amostras coletadas em agosto de 2000.

Camada de solo amostrada	Test.	Calcário	Silicato	Test.	Calcário	Silicato
	----- pH em CaCl ₂ -----			----- Ca - mmol _c .dm ⁻³ -----		
0-25 cm	4,2	4,2	4,2	5	7	9
25-50 cm	3,8	3,8	3,8	1	1	1

A análise de Silício no solo, como mostra a Tabela 4, nos permite avaliar que o extrator Ac. Acético extrai mais silício do que o extrator Cloreto de Cálcio - CaCl_2 (0,01M). Em ambos os extratores a quantidade de silício encontrada na camada de 25 a 50 cm foi semelhante à testemunha, isso pode ser explicado pelo fato do silicato de cálcio não ter sido translocado para profundidades maiores que 25 cm durante este período analisado, pois a amostragem de solo foi realizada em agosto e a aplicação dos corretivos foi realizada em fevereiro do mesmo ano. Em ambos os extratores o silicato de cálcio na profundidade de 0 a 25 cm proporcionou aumento do teor de silício no solo, estando assim mais disponível às plantas.

Tabela 4 - Teores de Si do solo na dose de 4t.ha^{-1} de Silicato e Calcário

Camada de solo amostrada	Si em CaCl_2 (0,01 M)			Si em Ác. Acético (0,5 M)		
	Test.	Calcário	Silicato	Test.	Calcário	Silicato
	----- mg dm^{-3} -----			----- mg dm^{-3} -----		
0-25 cm	1,9	1,8	2,4	6,2	7,6	13,6
+	2,8	2,3	2,4	5,4	5,8	5,4

4.2 - Folha

Os resultados das análises de macro e micronutrientes (exceto Si) nas folhas da cana (Tabela 5) aos 11 meses de idade, mostram que os tratamentos não apresentaram diferença quanto aos teores dos nutrientes na parte aérea da cana-de-açúcar.

Tabela 5 - Teor médio foliar de macro e micronutrientes na cana-planta, variedade SP84-1431, amostras coletadas aos 11 meses de idade da cultura (19/01/2001), antes do primeiro corte.

Trat.	Si	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	Al
SILICATO												
	g.kg ⁻¹							mg.kg ⁻¹				
Testemunha	0,54	17,8	1,5	14,7	1,7	1,5	1,0	7,5	83	113	22	67
1 t.ha⁻¹	0,60	19,3	1,6	14,4	1,7	1,5	1,0	7,8	71	99	21	75
2 t.ha⁻¹	0,57	16,1	1,6	14,4	1,7	1,4	1,1	7,8	85	106	20	66
4 t.ha⁻¹	0,68	19,1	1,6	14,0	1,8	1,3	1,0	7,2	71	97	22	73
6 t.ha⁻¹	0,72	18,2	1,6	14,7	1,9	1,4	1,0	7,3	76	100	21	86
CALCÁRIO												
	g.kg ⁻¹							mg.kg ⁻¹				
Testemunha	0,54	17,8	1,5	14,7	1,7	1,5	1,0	7,5	83	113	22	67
2 t.ha⁻¹	0,52	20,0	1,6	14,7	1,7	1,5	1,0	7,4	76	108	20	69
3 t.ha⁻¹	0,55	18,3	1,6	14,6	1,6	1,5	1,0	7,4	83	109	23	73
4 t.ha⁻¹	0,61	21,7	1,7	14,3	1,8	1,5	1,0	7,8	71	111	22	76
6 t.ha⁻¹	0,56	20,3	1,6	14,2	1,7	1,6	1,1	7,8	86	111	23	74

Os resultados da análise foliar de silício, mostram em todos os tratamentos que na 1ª amostragem houve uma maior absorção de Si pela cana-de-açúcar (porcentagem de Si em relação à matéria seca) do que na segunda amostragem. Isto ocorre devido ao efeito diluição do Si na parte aérea da cana provocado pelo rápido crescimento da cultura.

Os tratamentos diferiram estatisticamente quanto ao teor de Si foliar pelo teste de F ao nível de significância de 10% de probabilidade. A Figura 2 mostra os resultados da 1ª amostragem, onde se verifica um aumento crescente nos teores (%) de Si na folha nos tratamentos com silicato de cálcio. De acordo com a análise de Regressão observa-se que o tratamento 6 t.ha⁻¹ de silicato de cálcio se mostrou superior aos demais. Na segunda

amostragem foliar (Figura 3) os teores (%) de Si na folha foram menores que na primeira amostragem e ainda assim de acordo com a análise de regressão para os tratamentos com silicato de cálcio, o melhor tratamento também foi 6 t.ha⁻¹ de silicato.

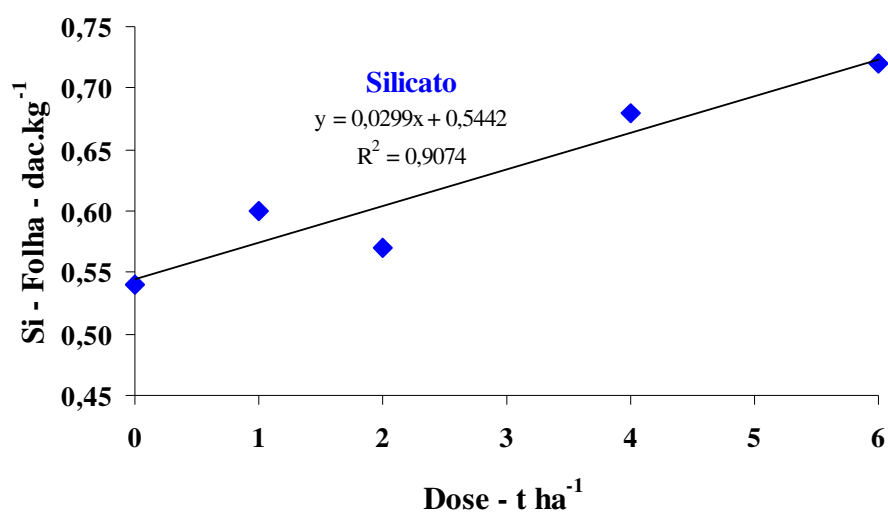


Figura 2 - % de Si foliar, 1ª amostragem (9 meses – 08/11/2000)

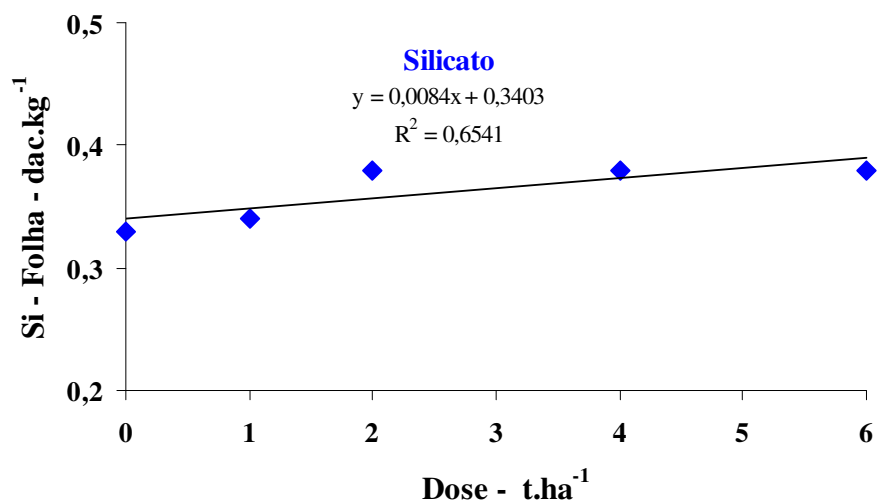


Figura 3 - % de Si foliar, 2ª amostragem (11 meses – 19/01/2001)

4.3 - Produtividade

Os resultados de produtividade da cana-planta como mostra a Tabela 6, não apresentarem diferença significativa pelo teste de F ao nível de significância de 10% de probabilidade.

Tabela 6 - Efeito do silicato e do calcário na produção de colmos. Colheita da cana-planta realizada em junho/2001 aos 15,5 meses após o plantio da cana e o corte da cana-soca realizado em agosto/2002 aos 14,5 meses após o 1º corte:

Produtividade de colmos		
Tratamentos	1º corte – cana-planta	2º corte – cana-soca
SILICATO		
	----- t.ha ⁻¹ -----	
Testemunha	166,9	105,2
1 t.ha⁻¹	164,3	107,5
2 t.ha⁻¹	173,4	111,2
4 t.ha⁻¹	177,7	117,2
6 t.ha⁻¹	173,0	115,3
CALCÁRIO		
	----- t.ha ⁻¹ -----	
Testemunha	166,9	105,2
2 t.ha⁻¹	167,5	106,0
3 t.ha⁻¹	169,8	106,5
4 t.ha⁻¹	172,1	105,6
6 t.ha⁻¹	168,0	106,7
CV (%)	5,38	6,24

Os resultados da cana-soca, diferentemente da cana-planta, mostraram diferença entre os tratamentos e de acordo com a análise de regressão (Figura 4) para os tratamentos com silicato, o melhor tratamento corresponde à dose de 4 t.ha⁻¹. Como mostra a Tabela 6, o aumento de produtividade no tratamento 4 t.ha⁻¹ de silicato foi de 11,4% ou 12 t.ha⁻¹ de cana em relação à testemunha e 11% ou 11,6 t.ha⁻¹ de cana em relação à mesma dose de

calcário. Estes resultados corroboram com Datnoff et al. (2001), que encontraram aumentos de produção de colmos na cana-soca variando de 11 a 20%. Estes autores atribuíram o aumento de produtividade ao Silício presente na fonte utilizada.

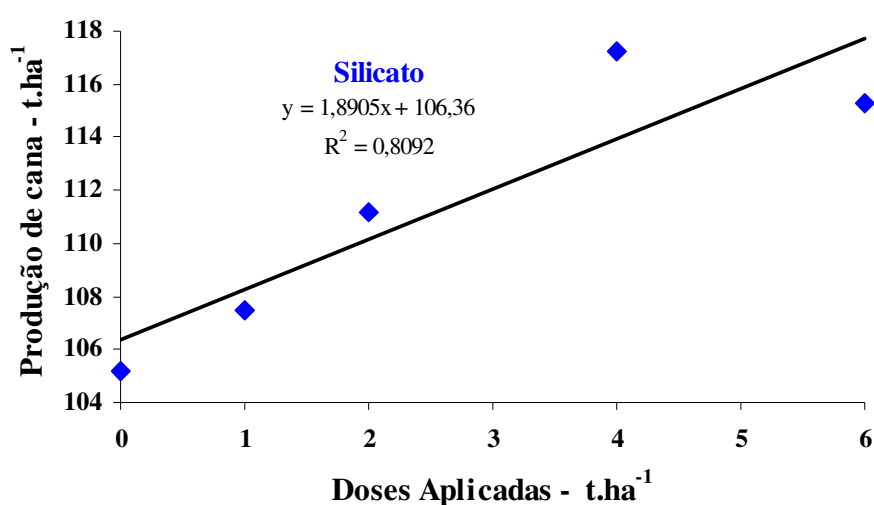


Figura 4 - Efeito do silicato na produção de colmos (2º corte). Colheita realizada em agosto (27/08/2002) aos 14,5 meses após o 1º corte.

A Figura 5 mostra a soma da produção nos dois primeiros cortes. A análise de variância mostrou diferença estatística entre os tratamentos. De acordo com a análise de Regressão para o silicato de cálcio, a dose de máxima eficiência técnica (DMET) corresponde a 4,21 t.ha⁻¹, produzindo 293,96 t.ha⁻¹ de colmos de cana. O aumento em produtividade observado nos tratamentos com silicato de cálcio, deve-se provavelmente ao aumento do silício na planta. Esse aumento de Si na planta de cana-de-açúcar possibilita melhor eficiência fotossintética, maior resistência ao déficit hídrico, e maior resistência ao

ataque de pragas e doenças. Estes fatores podem estar diretamente relacionados ao aumento em produtividade.

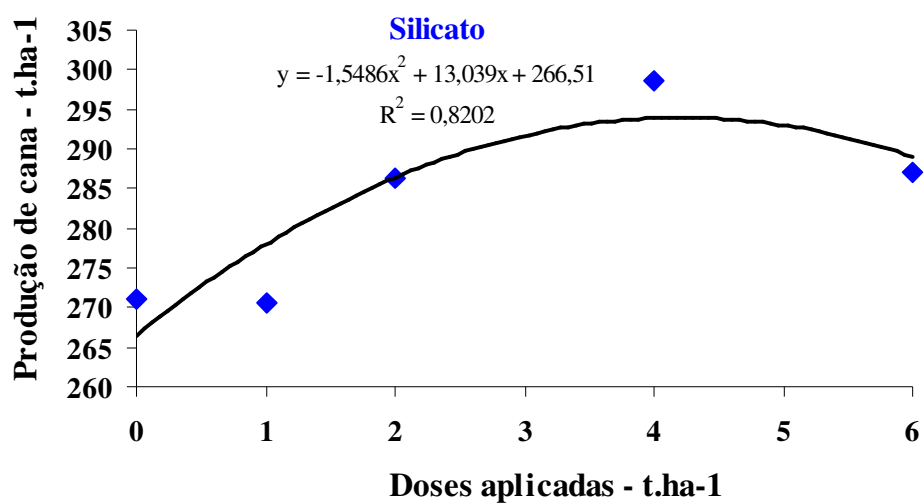


Figura 5 - Efeito do calcário e do silicato na soma da produção do 1º mais o 2º corte de cana.

4.4 - Qualidade da matéria prima/Análise tecnológica

A Tabela 7 apresenta os resultados da análise tecnológica da cana, realizada na própria Usina.

Tabela 7 - Efeito do calcário e do silicato sobre a qualidade da matéria prima (análise tecnológica) - 1º e 2º cortes:

Tratamentos	1º corte – cana-planta			2º corte – cana-soca		
	BRIX*	PCC**	TPH***	BRIX*	PCC**	TPH***
	SILICATO			SILICATO		
	----- % -----		---t.ha ⁻¹ ---	----- % -----		---t.ha ⁻¹ ---
Testemunha	20,9	15,7	26,4	24,3	18,6	20,1
1 t.ha ⁻¹	20,7	15,6	25,7	24,8	18,9	19,4
2 t.ha ⁻¹	20,8	15,5	26,8	24,4	18,6	20,6
4 t.ha ⁻¹	20,9	15,2	26,9	23,6	18,6	21,8
6 t.ha ⁻¹	20,5	15,0	25,7	24,8	18,2	20,9
	CALCÁRIO			CALCÁRIO		
	----- % -----		---t.ha ⁻¹ ---	----- % -----		---t.ha ⁻¹ ---
Testemunha	20,9	15,7	26,4	24,3	18,6	20,1
2 t.ha ⁻¹	20,6	15,1	25,0	23,7	19,1	20,2
3 t.ha ⁻¹	20,1	14,9	25,2	24,1	18,7	20,0
4 t.ha ⁻¹	20,5	15,0	25,4	24,4	18,0	19,0
6 t.ha ⁻¹	20,9	15,3	25,4	23,6	18,7	20,0
CV (%)	3,12	4,76	6,03	5,07	5,69	8,31

* porcentagem em peso de sólidos solúveis contidos no caldo da cana.

** porcentagem de sacarose contida no caldo da cana.

*** quantidade de açúcar obtidos em t.ha⁻¹.

Quanto aos indicadores BRIX, PCC e TPH os tratamentos não diferiram estatisticamente pelo teste de F ao nível de significância de 10% de probabilidade, portanto os indicadores BRIX e PCC mostram que tanto o silicato quanto o calcário não interferiram na qualidade da matéria prima – cana para a indústria em cada ano analisado isoladamente.

As Figuras 7 e 8 mostram a relação entre a produtividade da cana, a porcentagem de sacarose no caldo (PCC) e a produção de açúcar (TPH).

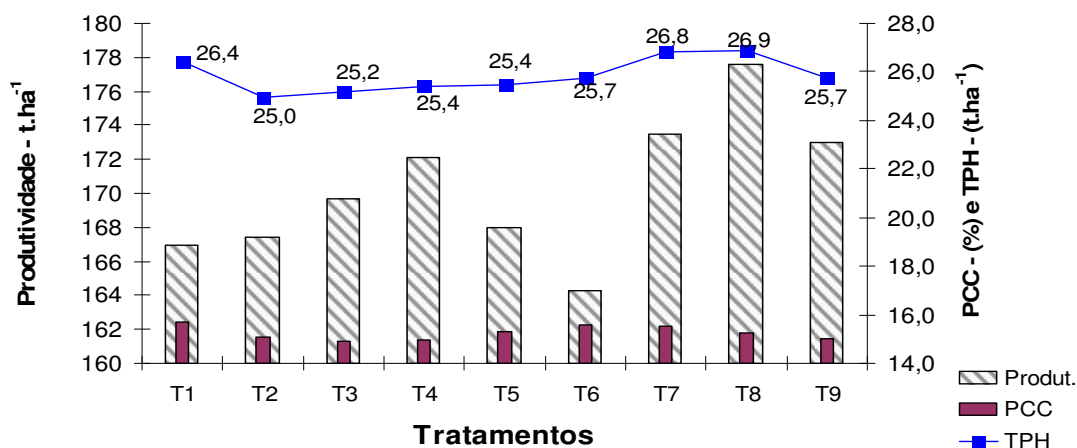


Figura 7 – Produtividade da cana-de-açúcar, PCC e TPH – Cana-Planta.

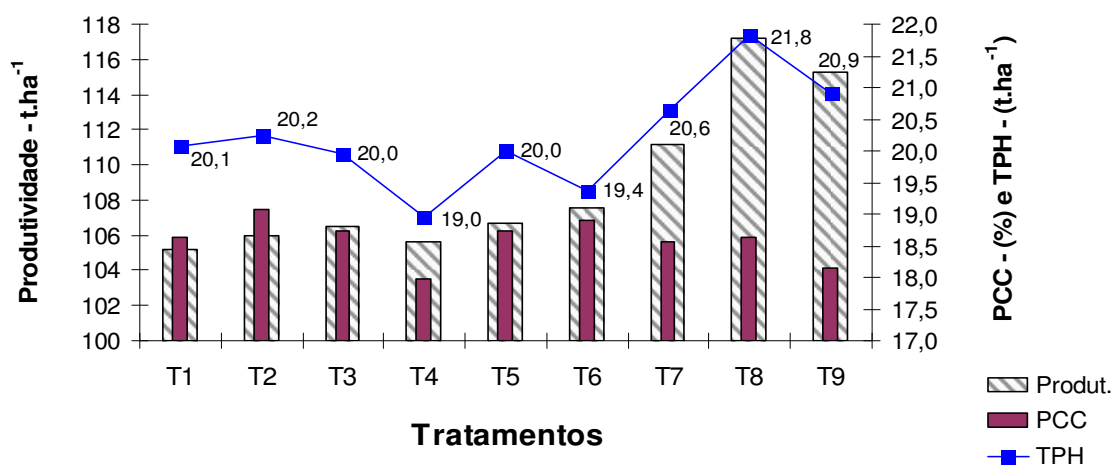


Figura 8 – Produtividade da cana-de-açúcar, PCC e TPH – Cana-Soca.

A soma da produção de açúcar nos dois cortes da cana apresentou diferença significativa pelo teste de F o nível de significância de 10% de probabilidade. A análise de

Regressão para a curva de silicato de cálcio (Figura 9), mostra que a dose de máxima eficiência técnica ($3,64 \text{ t ha}^{-1}$) corresponde a uma produção de $48,54 \text{ t ha}^{-1}$.

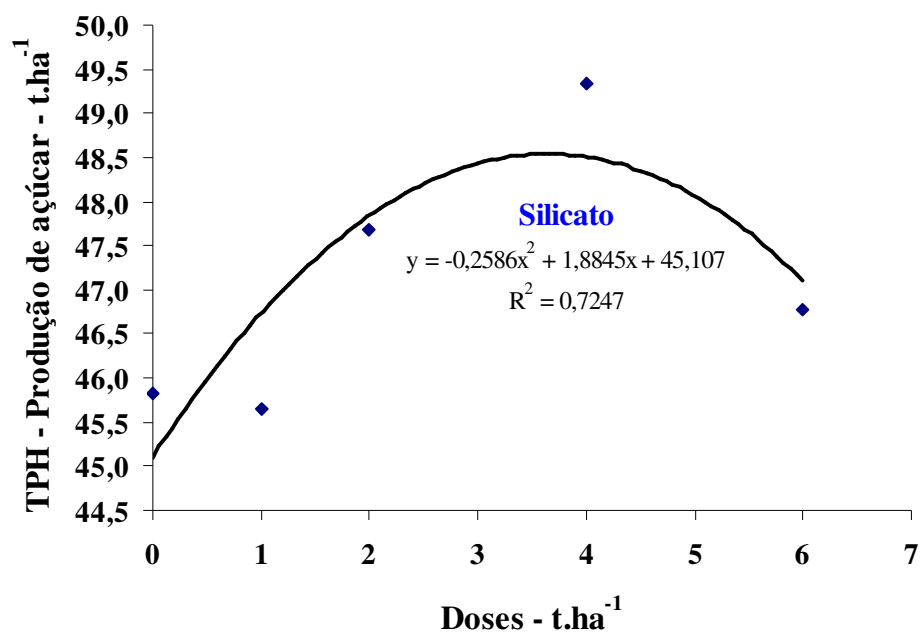


Figura 9 – Soma da Produção de açúcar obtida na cana-planta e na cana-soca.

5 – CONCLUSÕES

Os resultados das análises de macro e micronutrientes nas folhas da cana aos 11 meses de idade, mostram que os materiais (silicato e calcário) não interferiram significativamente na nutrição da cana.

A análise dos dados apresentados neste trabalho permite afirmar que nas condições do experimento, o silicato de cálcio se mostrou superior ao calcário na produção de cana-de-açúcar. O aumento de produtividade obtido nos tratamentos ocorre devido à presença de Si na composição do silicato, assim como as análises foliares demonstraram maiores teores de Si nos tratamentos com silicato de cálcio.

A análise tecnológica da matéria-prima (PCC e BRIX), não mostrou diferença significativa, o que indica que o silicato mesmo aumentando a produção de colmos não interferiu na qualidade dos mesmos para a indústria.

O aumento de produtividade da cana proporcionou aumento da produção de açúcar (TPH), reafirmando que a qualidade da cana para indústria não foi afetada pela maior produção de colmos nos tratamentos contendo silicato de cálcio.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGARIE, S. et. al. Physiological roles of silicon in photosynthesis. And dry matter production in rice plants. JORNAL OF CROP. SCIENCE, V.61, p. 200 – 209,1992.

AGRIANUAL 2004 : Anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: **FNP - Consultoria e Agroinformativos**, 2004. 213p.

AGRIANUAL 2005 : Anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: **FNP - Consultoria e Agroinformativos**, 2005. 261p.

ANDERSON, D.L.; BOWEN, J.E. Nutrição da cana-de-açúcar. Tradução de José Orlando Fº - Piracicaba. POTAFÓS, 1992. 40 p. ARROIO, L. A.; CANTINI, V. L. Testes de lixiviação: análise de diferentes métodos e resultados obtidos com resíduos siderúrgicos. Volta Redonda, 1986. 21. (Mimeógrafo) apud AMARAL SOBRINHO, N.M.B., et al. Aplicação de resíduo siderúrgico em latossolo: efeitos na correção do solo e na disponibilidade de metais pesado. **R. BRAS. CI. SOLO**, Campinas, v.17, p.299-304, 1993.

BARBER, D.A.; SHONE, M.G.T. The absorption of silica from aqueous solutions by plants. JOURNAL OF EXPERIMENTAL BOTANIC, Oxford, v.17, p.569-578, 1966.

BAIR, R. A. Leaf Silicon sugarcane, Field corn and St. Augustinegrass grow on some Florida Soils. **SOIL AND CROP SCIENCE SOCIETY OF FLORIDA PROCEEDINGS**, v.26, p.63-67, 1966.

BRADY, N.C. 1992. The nature and properties of soil. 10th. Edition Macmillan Publishing Co., N.Y. 179-200.

BRASIL DECRETO Nº 2954, de 14 de janeiro de 2004. Aprova o regulamento da lei nº 6894 de 16 de Janeiro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, e da outras providências. **Normas jurídicas** (Texto Integral) – DEC 004954, Brasília, v.4, p. 143-151, 1969.

BIRCH, H.F. Phosphate response, base saturation and silica relationship in acids soils. **JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE**, v.43, p.229-235, 1953.

CHEONG, Y. W. Foliar symptoms of silicon deficiency in the sugarcane plant. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGARCANE TECHNOLOGISTS, 14, New Orleans, 1971. Proceeding Baton Rouge, Franklin Press, 1972. P. 766-776 apud SILVA, J. A. Plant, mineral nutrition. **Yearbook of Science and Technology**. McGraw-Hill Book Co., 1983.

COOPERATIVA CENTRAL DOS PRODUTORES DE AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Amostragem e análise da cana-de-açúcar**. São Paulo. Centro de Tecnologia Copersucar, Divisão Agronômica, 1980. 37p.

DATNOFF, L. E.; RAID, R. N.; SNYDER, G. H.; JONES, D. B. Effect of calcium silicate on blast and brown spot intensities and yields of rice. **PLANT DISEASES**, v. 75, p.729-732, 1998.

DATNOFF, L.E.; SNYDER, G.H.; JONES, D.B. Influence of calcium silicate slag and fungicides on borwn spot and nek rot development and yields of rice. In: RICE GROWER SEMINAR, 1990, Bille Glade. **ANAIS**. Belle Glade, 1990. p.26-33.

DATNOFF, L.E.; SNYDER, G.H.; KORNDORFER, G. H. Silicon in Agriculture, Amsterdam: **Elsevier Science**, 2001. 424p. (Studies in Plant Science, v.8).

DEREN, C.W.; GLAZ, B.; SNYDER, G. H. Leaf-tissue silicon content of sugarcane genotypes grown on Everglades Histosols. **J. PLANT NUTR.** 1993, 16(11): 2273-2280.

ELAWAD, S. H.; GREEN. Jr., V. E. Silicon and the rice plantenvironment: a review of recent research. **Rivista IL RISO**. 1979, v. 28: p.235-253.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de pesquisas de solos (Rio de Janeiro – RJ). **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2ed. Ver. atual. Rio de Janeiro, 1999, 212p.

FASSBENDER, H.W.; MOLINA, R. Influência de enmiendas calcáreas y silicatadas sobre el efecto de fertilizantes fosfatados em suelos derivados de cenizas volcánicas em Costa Rica. In: **PANEL SOBRE SUELOS DERIVADOS DE CENIZAS VOLCÁNICAS DE AMERICA LATINA**. Turrialba, Costa Rica , IICA, 1969. p.C-2-C.2.12.

FIRME, D. J. Enriquecimento e fusão de escória com fosfato natural. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1986. 49p. (**TESE DE MESTRADO**) apud AMARAL SOBRINHO, N. M. B., et al. Aplicação de resíduo siderúrgico em latossolo: efeitos na correção do solo e na disponibilidade de nutrientes e metais pesados. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v.17, p.299-304, 1993.

HINGSTON, F. J.; ATKINSON, R. J.; POSNER, A. M.; QU IK, J. P. 1968. Specific adsorption of anions. *Nature*, London, 215: 1489-61.

HURNEY, A. P. Effect of silicates on cane growth. **CANE GROWER'S QUATELERY BULLETIN**, v.37, n.3, p.78-80, 1974.

JONES, L. H. P.; HANDRECK, K. A. 1967. Silica in soils, plants, and animals. *Adv. Agron.* 19: 107-149.

KORNDÖRFER, G.H.; COLOMBO, C.A.; RODRIGUES, L.L. 1998. Effect of thermophosphate as silicon source for sugarcane. **INTER-AMERICAN SUGAR CANE SEMINAR**. 9-11 Sept., Miami, FL.

KORNDORFER, G. H.; GASCHO, G. J. Avaliação de fontes de silício para o arroz, 1999. Disponível em : <<http://www.dpv24.iciag.ufu.br/Silicio/Fontes%de20Si/Fontes%20de%20Si.htm>>. Acesso em 04 Set. 2004.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; NOLLA, A. Análise de silício no solo, planta e fertilizante. (GPSi-ICIAG-UFU. Boletim técnico ; 02) - Uberlândia, 2004. 50f.

KORNDORFER, G. H.; SNYDER, G. H.; DATNOFF, L. E. Adubação do silício baseada na calibração da análise do solo e planta e dinâmica do elemento no solo. **Projeto de Pesquisa -CAPES**, 1997, p. 6-10.

MALAVOLTA, E. Elementos de Nutrição Mineral de Plantas. Piracicaba. Ed. Agrônômica Ceres, 1980, 251 p.

MALAVOLTA, E.; FORNASIERE FILHO, D. Nutrição mineral da cultura do arroz. In: FERREIRA, M. E.; YAMADA, T.; MALAVOLTA, E. (Ed.) Cultura do arroz de sequeiro. Piracicaba: **INSTITUTO DA POTASSA E FOSFATA**, 1983.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações. – 2.ed., ver. e atual. – Piracicaba: POTAFOS, 1997.

MIYAKE, Y. The effect of silicon on the growth of the different groups of rice (*Oriza sativa* L.) plants. **SCIENCE REP. FACULTY OF AGRICULTURE**, Okayama, v.8, p.101-105, 1992.

OKUDA, A.; TAKAHASHI, E. The role of silicic acid. 1964 In: **SIMPOSIUM AT THE INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE**, Maryland. 1964. Proceedings... Maryland: The Johns Hopkins Press. p.123-146 apud RIBEIRO, C. F. Efeitos da escória de siderurgia sobre a cultura do milho num latossolo vermelho amarelo distrófico. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 1996. 34p. (**MONOGRAFIA** apresentada junto ao curso de Agronomia para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo).

PLUCKNETT, D.L. The use soluble silicate in Hawaiian agriculture. University of Queensland Papers, v.1,n.6, p.203-233, 1972.

RAIJ, van B.; CAMARGO, O. A. "Sílica disponível em solos." REVISTA CIENTÍFICA DO INSTITUTO AGRONÔMICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, Bragantia, Campinas, v.32, p.223-236, 1973.

ROSS, L.; NABABSING, P.; WONG YOU CHEONG, Y. 1974. Residual effect of calcium silicate applied to sugarcane soils. In: **INTERNATIONAL CONG. THE SOC. SUGAR CANE TECHNOL.** 15, Durban, Proc., 15(2):539-542.

ROY, A.C.; ALY, M.Y.; FOX, R.L.; SILVA, J.A. Influence of calcium on phosphate solubility and availability in Hawaiian latosols. **PROC. INTERNATIONAL SYMPOSIUM SOIL FERTILITY**, New Delhi, India, v.1,p.757,765, 1971.

SANCHEZ, P.; UEHARA, G. Management considerations for acid soils with high phosphorus fixation capacity. IN: KHASAWNECH, F.E.; SAMPLE, E. C.; KAMPRATH, E.J. **THE ROLE OF PHOSPHORUS IN AGRICULTURE**. Madison, 1980. p. 471-514.

SORDI, R. A.; FERNANDES, A. C. Desempenho das variedades SP80-1842 e SP81-3250 nos ensaios de competição e na lavoura comercial. Revista STAB, Piracicaba, v. 16, n. 4, p. 26, mar./abr. 1998.

SHERMAN, G.D. Crop growth response applications of calcium silicate to tropical soil in Hawaiian Islands. **AGRICULTURAL DIGEST**, v. 18,p.11-19, 1969.

SILVA, J. A. 1973. PLANT, MINERAL NUTRITION. YEARBOOK OF SCIENCE AND TECHNOLOGY. McGraw - Hill Book Co., Inc.

SNYDER, G. H. Development of a silicon soil test for Histosol - grown rice. Belle Glade EREC Res. Rep. EV - 1991 - 2. Univ. Florida, Belle Glade, Florida, USA. 1991.

TAKAHASHI, Y. 1967. Nutritional studies in the development of Helminthosporium leaf spot. In: Rice Diseases And Their Control By Growing Resistant Varieties And Other Measures. PROCEEDINGS OF A SYMPOSIUM ON TROPICAL AGRICULTURE RESEARCHES. SEPTEMBER. AGRICULTURE, FORESTRY AND FISHERIES RESEARCH COUNCIL. p. 157-170. Ministry of Agriculture and

Forestry. Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan. Tropical Agriculture Research Series Nº 1.

VOLKWEISS, S.J.; RAIJ, B. van. Retenção e disponibilidade de fósforo em solos. In: SIMPÓSIO SOBRE CERRADO, BASES PARA UTILIZAÇÃO AGROPECUÁRIA, 4., Brasília, 1976. São Paulo: EDUSP, 1977. P. 317-332.

WERNER, D.; ROTH, R. Silica metabolism. In: Pirson, A.; ZIMMERMANN, M.H. (Ed). In: Inorganic plant nutrition. **ENCYCLOPEDIA OF PLANT PHYSIOLOGY**, v.15B, spring-Verlag, 870p., 1983.

YOSHIDA, S. The physiology of silicon in rice. Taipei, Taiwan: Food Fertilization Technology Centre, 1975. 30p. (Technical Bulletin, 25)

APÊNDICE

QUADRO 1A: Quadro de análise de variância para teor de silício foliar (1ª amostragem), 08/11/2000.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	8	0,164	0,021	2,706	0,021
Blocos	4	0,133	0,033	4,366	0,006
Erro	32	0,243	0,007		
Total Corrigido	44	0,540			
C. V. (%)	19,881				
Média Geral	0,584				

QUADRO 2A: Quadro de análise de regressão para doses de silicato em função dos teores de silício foliar (1ª amostragem).

t para Parâmetro	Estimativa	SE	H0: Par=0	Pr> t
b0	0,645	0,090	7,188	0,000
b1	0,070	0,026	2,655	0,017
R ²	80,29%			

QUADRO 3A: Quadro de médias para regressão para doses de silicato em função dos teores de silício foliar (1ª amostragem).

Valores da variável independente	Médias observadas	Médias estimadas
0	0,54	0,645
1	0,80	0,715
2	0,80	0,786
4	1,00	0,927
6	1,00	1,068

QUADRO 4A: Quadro de análise de variância para teor de silício foliar (2ª amostragem), 19/01/2001.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	8	0,035	0,004	2,086	0,067
Blocos	4	0,143	0,036	17,134	0,000
Erro	32	0,067	0,002		
Total Corrigido	44	0,244			
C. V. (%)	13,04				
Média Geral	0,350				

QUADRO 5A: Quadro de análise de regressão para doses de silicato em função dos teores de silício foliar (2ª amostragem – 19/01/2001).

t para Parâmetro	Estimativa	SE	H0: Par=0	Pr> t
b0	0,342	0,016	21,380	0,000
b1	0,009	0,005	1,852	0,082
R ²	62,28%			

QUADRO 6A: Quadro de médias para a análise de regressão para dose de silicato em função dos teores de silício foliar (2ª amostragem – 19/01/2001).

Valores da variável independente	Médias observadas	Médias estimadas
0	0,334	0,342
1	0,338	0,351
2	0,388	0,359
4	0,376	0,377
6	0,388	0,395

QUADRO 7A: Quadro de análise de variância para produtividade de colmos, correspondente a cana-planta, colheita realizada em junho de 2001.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	8	545,017	68,127	0,813	0,598
Blocos	3	2445,211	815,070	9,726	0,000
Erro	24	2011,254	83,802		
Total Corrigido	35	5001,482			
C. V. (%)	5,38				
Média Geral	170,278				

QUADRO 8A: Quadro de análise de variância para a produtividade de colmos, correspondente à cana-soca, colheita realizada em agosto de 2002.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	8	801,846	100,231	2,163	0,058
Blocos	4	606,506	151,626	3,272	0,023
Erro	32	1482,774	46,337		
Total Corrigido	44	2891,126			
C. V. (%)	6,24				
Média Geral	109,018				

QUADRO 9A: Quadro de análise de regressão para a produtividade de colmos, correspondente a cana-soca, colheita realizada em agosto de 2002.

t para Parâmetro	Estimativa	SE	H0: Par=0	Pr> t
b0	106,361	2,216	48,003	0,000
b1	1,889	0,656	2,879	0,011
R ²	80,84%			

QUADRO 10A: Quadro de médias para regressão para produtividade de colmos, correspondente a cana-soca, colheita realizada em agosto de 2002.

Valores da variável independente	Médias observadas	Médias estimadas
0	105,18	106,361
1	107,52	108,250
2	111,18	110,139
4	117,20	113,916
6	115,28	117,694

QUADRO 11A: Quadro de análise de variância para porcentagem de sacarose no caldo da cana (PCC), colheita realizada em junho de 2001 (cana-planta).

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	8	3,644	0,456	0,794	0,612
Blocos	4	1,644	0,411	0,717	0,587
Erro	32	18,356	0,574		
Total Corrigido	44	23,644			
C. V. (%)	4,95				
Média Geral	15,311				

QUADRO 12A: Quadro de análise de variância para porcentagem de sacarose no caldo da cana (PCC), colheita realizada em agosto de 2002 (cana-soca).

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	8	7,240	0,905	0,812	0,597
Blocos	4	3,691	0,923	0,828	0,517
Erro	32	35,642	1,114		
Total Corrigido	44	46,572			
C. V. (%)	5,69				
Média Geral	18,550				

QUADRO 13A: Quadro de análise de variância para produção de açúcar por hectare (TPH), colheita realizada em junho de 2001 (cana-planta).

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	8	15,717	1,9646	0,809	0,602
Blocos	3	41,020	13,673	5,629	0,004
Erro	24	58,300	2,429		
Total Corrigido	35	115,037			
C. V. (%)	6,03				
Média Geral	25,847				

QUADRO 14A: Quadro de análise de variância para produção de açúcar por hectare (TPH), colheita realizada em agosto de 2002 (cana-soca).

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	8	28,691	3,586	1,272	0,292
Blocos	4	27,694	6,923	2,455	0,066
Erro	32	90,245	2,820		
Total Corrigido	44				
C. V. (%)	8,31				
Média Geral	20,218				

QUADRO 15A: Quadro de análise de variância para porcentagem em peso de sólidos solúveis (BRIX) no caldo da cana, cana-planta, colheita realizada em junho de 2001.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	8	3,000	0,375	0,818	0,594
Blocos	3	2,000	0,667	1,455	0,252
Erro	24	11,000	0,458		
Total Corrigido	35	16,000			
C. V. (%)	3,28				
Média Geral	20,667				

QUADRO 16A: Quadro de análise de variância para porcentagem em peso de sólidos solúveis (BRIX) no caldo da cana, cana-soca, colheita realizada em agosto de 2002.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	8	8,312	1,039	0,690	0,697
Blocos	4	4,309	1,077	0,715	0,588
Erro	32	48,179	1,506		
Total Corrigido	44				
C. V. (%)	5,07				
Média Geral	24,200				

QUADRO 17A: Quadro de análise de variância para produtividade de colmos, correspondente a soma da produção da cana-planta e cana-soca.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	8	2567,691	320,961	2,791	0,024
Blocos	3	4474,234	1491,411	12,970	0,000
Erro	24	2759,638	114,985		
Total Corrigido	35	9801,563			
C. V. (%)	3,82				
Média Geral	280,436				

QUADRO 18A: Quadro de análise de regressão para produtividade de colmos, correspondente a soma da produção da cana-planta e cana-soca.

t para Parâmetro	Estimativa	SE	H0: Par=0	Pr> t
b0	266,508	5,084	52,416	0,000
b1	13,041	4,483	2,909	0,013
b2	-1,549	0,712	-2,175	0,050
R ²				

QUADRO 19A: Quadro de médias para análise de regressão para produtividade de colmos, correspondente a soma da produção da cana-planta e cana-soca.

Valores da variável independente	Médias observadas	Médias estimadas
0	271,150	266,508
1	270,650	278,000
2	286,250	286,394
4	298,625	293,887
6	287,100	288,986

QUADRO 20A: Quadro de análise de variância correspondente a soma de produção de açúcar por hectare (TPH), na cana-planta e cana-soca.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	8	65,486	8,186	2,751	0,026
Blocos	3	108,340	36,113	12,137	0,000
Erro	24	71,410	2,975		
Total Corrigido	35	245,236			
C. V. (%)	3,72				
Média Geral	46,311				

QUADRO 21A: Quadro de análise de regressão correspondente a soma da produção de açúcar por hectare (TPH), na cana-planta e cana-soca.

t para Parâmetro	Estimativa	SE	H0: Par=0	Pr> t
b0	45,107	0,806	55,928	0,000
b1	1,887	0,711	2,654	0,021
b2	-0,259	0,113	-2,294	0,041
R ²	71,72%			

QUADRO 22A: Quadro de médias para regressão correspondente a soma de produção de açúcar por hectare (TPH), na cana-planta e cana-soca.

Valores da variável independente	Médias observadas	Médias estimadas
0	45,850	45,107
1	45,625	46,736
2	47,700	47,846
4	49,350	48,510
6	46,775	47,101