

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
AGRONOMIA

THIAGO FERREIRA SANTOS

**SILICATO DE SÓDIO COM AMINOÁCIDOS NO TRATAMENTO DE
TOLETES NO SULCO DE PLANTIO DA CANA-DE-AÇÚCAR**

UBERLÂNDIA - MG

2019

THIAGO FERREIRA SANTOS

**SILICATO DE SÓDIO COM AMINOÁCIDOS NO TRATAMENTO DE
TOLETES NO SULCO DE PLANTIO DA CANA-DE-AÇÚCAR**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Curso de Agronomia da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do grau
de engenheiro agrônomo.

Orientador: Hamilton Seron Pereira.

UBERLÂNDIA - MG

2019

THIAGO FERREIRA SANTOS

**SILICATO DE SÓDIO COM AMINOÁCIDOS NO TRATAMENTO DE
TOLETES NO SULCO DE PLANTIO DA CANA-DE-AÇÚCAR**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Curso de Agronomia da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do grau
de engenheiro agrônomo.
Orientador: Hamilton Seron Pereira.

Aprovado pela Banca Examinadora em 03 de julho de 2019.

Dr. Eng. Agr. Gustavo Alves
Santos

Ms. Eng. Agr. Camila de A. C.
Gualberto

Prof. Dr. Hamilton Seron Pereira
Orientador

SUMÁRIO

1. Introdução.....	6
1.1. A Cultura da Cana de Açúcar	6
1.2. Adubação da Cana de Açúcar.....	7
1.3. Silício (Si).....	8
1.4. Benefícios do Silício na planta	9
2. Material e Métodos.....	13
2.1. Localização dos Experimentos	13
2.2. Produtos analisados	13
2.3. Delineamento Experimental	14
2.4. Instalação	15
3. Avaliações	17
3.1. Número de perfilhos por metro linear (perfilhos m ⁻¹).....	17
3.2. Produção de colmos por hectare (TCH)	17
3.3. Qualidade da matéria-prima	18
3.4. Altura de plantas e diâmetro de colmos.....	18
4. Análises estatísticas.....	18
5. Resultados	19
5.1. Número de perfilhos por metro linear (perfilhos m ⁻¹).....	19
5.2. Altura de plantas e diâmetro de colmos.....	21
5.3. Produtividades de colmo, açúcar e qualidade da matéria-prima	25
6. Discussão Teórica	30
7. Conclusão.....	32
8. Referências.....	32

RESUMO

A adubação é um dos principais manejos para incrementos de produtividade e sustentabilidade do canavial, também auxilia na diminuição de produtos fitossanitários. Nesse contexto a adubação de qualidade se torna indispensável, pois sabendo que a planta bem nutrida tem mais chances de sobrevivência durante o estresse seja biótico ou abiótico, quando comparada a plantas com deficiências. O presente trabalho teve como objetivo avaliar épocas de aplicação de Si associado com aminoácidos no desenvolvimento, produção e qualidade da cana-de-açúcar. Foram instalados dois experimentos de campo em áreas distintas, nos municípios de Uberaba-MG e Tupaciguara-MG. Os tratamentos consistiram de doses e épocas de aplicação de silicato de sódio associado com aminoácidos, sendo as doses de 2, 4 e 8 L/há aplicadas uma única vez (tratamento de toletes no fundo do sulco de plantio), e doses de 2 e 3 L/há aplicadas em duas épocas (tratamento de toletes no fundo do sulco de plantio e aplicação foliar quando as plantas apresentavam 35 cm de altura, aproximadamente). Um tratamento com os produtos fitossanitários utilizado como padrão em cada uma das áreas e uma testemunha sem aplicação também foram avaliados. As características analisadas foram número de perfilhos/m, a produtividade de colmos, de açúcar, o teor de ATR, a altura e o diâmetro de colmos. Ao submeter as análises foi constatado que houve incrementos como o aumento no diâmetro de colmo em 2,6mm e 22 centímetros para o tratamento com $3 L ha^{-1}$ no sulco de plantio mais $3 L ha^{-1}$ foliar, aumento na produtividade de até 33,1 toneladas de colmo por hectare para os tratamentos $8 L ha^{-1}$ e melhoria da qualidade da matéria prima pois nos tratamentos com $8 L ha^{-1}$ e nas formas parceladas $2 L ha^{-1} + 2 L ha^{-1}$ e $3 L ha^{-1} + 3 L ha^{-1}$ (sulco + foliar) as produções de açúcar foram superiores, houve aumento no número de perfilhos para diferentes doses e épocas da utilização do Silicato de Sódio com Aminoácidos. Baseado nas respostas agrônomicas obtidas neste presente trabalho às práticas de manejos envolvendo silicato de sódio com aminoácidos tem potencial para fomentar a produção de cana-de-açúcar. Sendo as doses parceladas $2,0 + 2,0 L ha^{-1}$ e $3,0 + 3,0 L ha^{-1}$ (sulco de plantio e aplicação com 35 cm) as que obtiveram os melhores resultados de produção de colmos e açúcar quando comparados com a testemunha e o tratamento padrão utilizado na área.

Palavra-chave: Silício; Adubação Silicatada; *Saccharum officinarum*; bioestimulantes

1. Introdução

A cana-de-açúcar se consolidou como o terceiro maior produto agricultável do Brasil, flutuando em torno de 10 mil hectares em todo o país. Além de ser o maior produtor o Brasil também é o maior exportador dos derivados da cana de açúcar, sendo eles por exemplo o álcool, açúcar que são de suma importância para manutenção da economia e da balança comercial positiva favorável ao país.

Sendo a adubação um dos principais manejos para incrementos de produtividade e sustentabilidade do canavial, a adubação também auxilia na diminuição de produtos fitossanitários que, apesar de, por vezes serem necessários, onera o produtor e dificulta a manutenção do mesmo no campo.

Nesse contexto a adubação de qualidade se torna indispensável, pois sabendo que a planta bem nutrida tem mais chances de sobrevivência durante o estresse seja biótico ou abiótico, quando comparada a plantas com deficiências. Justifica o presente trabalho que visa investigar a adubação silicatada na cultura da cana-de-açúcar que por sua vez é uma planta acumuladora de Silício.

Foi então proposto que se submetesse, em duas áreas diferentes, um experimento com doses e épocas de aplicação de Silicato de Sódio e aminoácidos para seu estudo no efeito de números de perfilhos aos 90 e 180 dias, altura e diâmetro de colmos, toneladas de colmos por hectare bem como qualidade da matéria prima em busca de quantificar a quantidade de açúcar produzida por hectare e compara-los com resultados de uma testemunha e com um produto utilizado como padrão nas áreas de instalação dos ensaios.

1.1. A Cultura da Cana de Açúcar

A importância agrícola e econômica da cultura da cana de açúcar é de grande valia, pois é amplamente difundida no mundo, sendo cultivada em mais de 100 países e está presente em todos os continentes segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2008), e tem no Brasil a maior produção mundial nesse segmento, seguida por Índia, China e México.

Ainda segundo a FAO (2013) a área mundial de cultivo flutua entre 24 milhões de hectares, com uma produção estimada em volta de 1,7 bilhões de toneladas por ano.

No Brasil a área ocupada pela cana flutua em torno de 10 milhões de hectares, sendo que na safra 17/18, a área colhida estimada, é de 8,7 milhões de hectares, com aproximadamente 633,3 milhões de toneladas. A produtividade estimada para a safra é de 72,5 t ha⁻¹, o que reflete uma redução de 3,5 t ha⁻¹ com relação a safra anterior. Como consequência da queda de produtividade pode se apontar fatores climáticos, redução na área colhida e também o envelhecimento das lavouras. (CONAB, 2018).

Além de ser a terceira maior cultura no Brasil em área ficando atrás apenas da Sojicultura e da cultura do milho, o complexo sucroenergético tem o posto de terceiro maior item da agricultura brasileira para exportação, com vendas em 2016 ultrapassando a marca de US\$11,3 bilhões de dólares segundo a Secretaria de Comercio Exterior (SECEX, 2017) que é do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC).

Ainda sobre o Brasil o Boletim (CONAB, 2018) estima um aumento na produtividade da safra 17/18 de 633,26 milhões de toneladas para 635,51 milhões de toneladas pra safra de 18/19 sendo Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste, Sul, Norte os maiores produtores em ordem de importância econômica para o Brasil.

1.2. Adubação da Cana de Açúcar

A adubação é se não, o mais importante manejo no desenvolvimento do ciclo da cultura, é com certeza um dos principais, assim como mencionado (Ramos, 2013) a adubação equilibrada da cana-de-açúcar é uma das principais práticas responsáveis pelos incrementos de produtividade do canavial.

Orlando Filho (1993) afirma que para uma produção de 100 toneladas por hectare (t ha⁻¹) é necessário em média para solos brasileiros 143kg ha⁻¹ de nitrogênio, 43kg ha⁻¹ de P₂O₅, 210kg ha⁻¹ de K₂O, 87kg ha⁻¹ de cálcio, 44kg ha⁻¹ de enxofre, 49g ha⁻¹ de magnésio, 7,3g ha⁻¹ de ferro, 2,5g ha⁻¹ de manganês, 592g ha⁻¹ de zinco, 339g ha⁻¹ de cobre, 235g ha⁻¹ boro.

A quantidade de nutrientes extraída do solo varia conforme as cultivares e manejo, mas é necessário seu conhecimento, pois é com base na quantidade extraída que se pode quantificar a adubação. Como exemplo, nota-se que para uma mesma cultivar com o mesmo manejo, mas em dois solos diferentes, provavelmente a necessidade (quantidade) de adubação será diferente para uma mesma produção esperada. Mas de uma forma geral a marcha de extração do solo de forma decrescente é o potássio, nitrogênio, cálcio, magnésio, enxofre e fósforo para os macronutrientes (Malavolta; Vitti; Oliveira, 1997).

O crescimento da busca por fontes renováveis de energia e o aumento da demanda por açúcar visto que a população mundial deve aumentar até 2050 para mais de 9,8 bilhões de habitantes (ONU, 2017) resulta na busca por aprimorar o manejo da adubação para incrementar a produção.

Neste sentido, Vitti e Mazza. (2002) sugere que o incremento da produtividade da cana-de-açúcar será maior quanto melhor for os ajustes dos fatores que influênciam, ou seja, a eficiência da adubação e nutrição no aumento da produção. Sendo assim o manejo da adubação deve ser aprimorada visando fertilidade do solo, adubação no sentido de quantidades, qualidade na absorção, disponibilidade, época e posicionamento dos macros e micros nutrientes.

1.3. Silício (Si)

Apesar de, por muito tempo, o Si não ser considerado um elemento essencial, ele entra nessa problemática como uma grande vantagem, pois além de ser observados incrementos na produtividade (Zanão Junior et al., 2010) ele também atua como de forma indireta na indução de resistência.

Arnon e Stout (1939) dissertaram sobre a essencialidade nutricional em plantas e chegaram a três pré-requisitos que deveriam ser atendidos, que eram 1) a ausência do elemento impedir o fechamento de ciclo da planta 2) a deficiência causada pelo elemento pode ser apenas corrigida apenas com o seu fornecimento 3) o elemento deve fazer parte do metabolito essencial.

A comprovação da essencialidade do Si foi muito complicada, pelo fato de estar concomitantemente em todos os lugares e as limitações de exaurir o Si do meio nutritivo.

Epstein (1999) usa o termo “quase essencial” para definir a atuação do Si nas plantas, pois sua deficiência pode ser suficientemente prejudicial no crescimento, desenvolvimento, reprodução ou viabilidade. A diminuição de um fator de resistência ao um estresse seja biótico ou abiótico pode ser critério para definir essencialidade (Exley, 1998). O Si se enquadra nessa definição perfeitamente, visto que sua carência pode resultar na diminuição biológica da sua capacidade de resistir a vários tipos de estresses (Rafi et al., 1997).

Além da sua essencialidade definida, os benefícios da adubação de Si são bastante conhecidos principalmente em plantas consideradas acumuladoras, que são para Ma e Takahashi (2002) plantas que acumulam mais de 1% de Si na matéria seca e a relação $Si Ca^{-1}$ deve ser igual a 1.

A cana-de-açúcar é uma planta acumuladora de Si, sendo encontrado até 6,7% de Si no colmo e folhas velhas (Korndörfer e Datnoff, 1995), pois a dinâmica dele na planta é considerada imóvel, portanto para Datnoff (2001) é o elemento mais absorvido pela cultura.

1.4. Benefícios do Silício na planta

Os benefícios do Silício na cana são vários, mas podemos apontar os benefícios diretos e indiretos.

O resultado fitotécnico mais “palpável” é o aumento da produção de colmos por área devido a melhora da estrutura da planta interceptando a luz solar de forma mais eficiente aumentando, assim, a taxa fotossintética aliada ainda a redução da transpiração (Silveira Junior et al., 2003).

Mas os estudos de sua aplicação na agricultura vão além, pois há benefícios intangíveis como as induções a resistências.

Uma dessas é a indução a resistência ao estresse hídrico, a medida que a capacidade de campo diminui a resposta da planta com adubação silicatada é maior citado para GAO et al. (2005) assim como Faria para MA et al (2004) afirmam que quanto maior for o teor de Si na planta maior é sua tolerância a falta de água no solo.

Outro caso é a resistência a metais potencialmente tóxicos a plantas principalmente em solos muito ácidos e com teor de alumínio alto segundo Wiese et al. (2007) observa que a presença do Si na planta induz a resistência a toxicidade ao excesso de alumínio.

O Si também promove benefício em condições de salinidade. Isto ocorre pelo fato de que a planta com Si tem mais propensão a produzir antioxidantes e aumentar sua concentração, também atua na redução do transporte e acumulação do Sódio (Saqib et al., 2008).

Para o entendimento da resistência a fatores bióticos é necessário entender dois processos a barreira física e a barreira química que o Si é precursor:

Barreira física é independente da forma como Si for absorvido pela planta, a maioria dessa parte será translocada via xilema e depositada na parede celular das células da epiderme isso faz com que a planta fique resistente a fatores bióticos e abióticos isso para Rodrigues et al. (2011) e essa deposição é regulada pela transpiração ou pelo transporte ativo.

E a barreira química é formada, pois o Si é mediador da formação de alguns fenóis chamados fitoalexinas, essas que atuam na supressão ou atenuação de doenças fungicas (Belanger et al., 2003).

E para ser oportuna e devidamente finalizada a discussão, há na literatura varias doenças e pragas na cultura da cana-de-açúcar que podem ser controlados ou atenuados seus prejuízos ao desenvolvimento do ciclo, são algumas destas doenças ferrugem (*Puccinia melanocephala*) (Dean e Todd, 1979) e Mancha Anelar (*Leptosphaeria sacchari*) (Raid et al., (1992) e algumas das pragas já elencadas são Broca da Cana (*Diatraea saccharalis*) (Elawad et al., 1982) e (Anderson e Sosa, 2001) assim como a *Eldana Saccharina* pesquisada por Keeping e Meyer (2003).

1.5. Silício na produção de cana-de-açúcar

Então a legitimação deste presente trabalho que alem de contribuir para a sustentabilidade do sistema canavieiro com a diminuição de controles fitossanitários pode também fomentar o aumento da produção de forma direta como citado por Camargo (2014) a adubação do silício pode aumentar a produção de cana-de-açúcar e

de forma indireta como colocado por Fauteux et al. (2006) os feitos do Si são evidentes no estresse.

Também nota-se uma reação positiva nos resultados de produtividade da cana-de-açúcar quando em condição de primeiro corte à medida em que se aumenta a disponibilidade de silicato (Demattê et al., 2011).

A qualidade da cana-de-açúcar também é afetada positivamente, ou seja, além de aumentar a produção (Camargo, 2014) aumentando assim a síntese de açúcar (FOLTRAN, 2013) o Si também auxilia na produção de uma matéria mais qualificada com a diminuição de sólidos solúveis no caldo da cana (BAIR, 1966).

1.5. Silicato de sódio

O Brasil tem a capacidade de produção de silicato de sódio de 600 mil toneladas por ano, que é amplamente utilizado na indústria para varias finalidades e também utilizado na agricultura. O processo de fabricação do silicato de sódio tem um impacto insignificante ao meio ambiente, pois não gera subprodutos é utilizado um carbonato de sódio ou um hidróxido de sódio misturados a areia e levado a um forno (fusão) ou um reator (hidrotérmico) respectivamente para o processo de fabricação. (LIMA, 2009)

O silicato de sódio é aceito mundialmente para produção de alimentos orgânicos pois esta incluído na relação de substancias minerais para controle de doenças e pragas, sem restrições de uso (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 2001). Isso é bastante valioso para produção comercial atual, pois é interessante comercialmente uma produção sustentável.

O silicato de sódio é uma ótima fonte para o fornecimento de Si via radicular ou foliar, o Si que por sua vez atua de forma inespecífica como indutor de resistência a doenças permitindo a planta combater patógenos com mais eficiência (LIMA, 2009).

Há vários estudos sobre controle de pragas com o silicato de sódio como Goussain et al. (2005) avaliaram o efeito do Si via solo, foliar e solo mais foliar sobre o pulgão verde em trigo, para os autores não foi afetada a penetração do estilete, mas houve mudanças químicas na indução de resistência diminuindo o desempenho do afídeo.

Em cana-de-açúcar a utilização de silicato de sódio reduziu os efeitos deletérios da ação de inibidores de crescimento utilizados para evitar a iniciação floral (Alexander e Montalvo-Zapata, 1970), os herbicidas regularmente utilizados atuam no fotossistema II bloqueando o fluxo de elétrons e impedindo a redução do NADPH, receptor final de elétrons, esses elétrons por sua vez podem se ligar a moléculas de oxigênio, nessa forma podem causar danos em membranas, proteínas e ácidos nucleicos (CHAGAS, 2007).

1.6. Aminoácidos na agricultura

Aminoácidos tem sua principal função biológica que é a constituição de proteínas, onde vários aminoácidos se ligam através de ligações peptídicas, mas também são precursores de hormônios que são indispensáveis para o desenvolvimento vegetal como a metionina precursora do etileno e triptofano precursor da auxina.

A utilização de aminoácidos como forma de suplementação vem aumentando no Brasil e no mundo, pois são indiscutíveis os benefícios deles para as plantas, além de estudos corroborarem para sua utilização seja foliar ou no sulco de plantio, com incrementos de produtividades e na qualidade dos produtos agrícolas (ALBUQUERQUE; DANTAS, 2010)

Brandão (2007) também evidencia que houve um aumento no enraizamento da cana-de-açúcar mesmo quando aplicado aminoácidos apenas nos toletes quando comparado com uma testemunha.

Portanto, o objetivo desse trabalho é verificar a campo resultados da adubação de silicato de sódio com aminoácidos em diferentes doses e formas para a cultura da cana-de-açúcar.

2. Material e Métodos

2.1. Localização dos Experimentos

Dois experimentos foram conduzidos em regiões produtoras no estado de Minas Gerais. Sendo que um experimento foi instalado em área de produção da cultura da cana-de-açúcar localizada na fazenda São Lucas, talhão 29, JF Citrus (fornecedor da Us. Vale do Tijuco), município de Uberaba. E o outro experimento foi instalado em área de produção da cultura da cana-de-açúcar localizada no talhão F49 da Agropecuária Vazante, município de Tupaciguara.

2.2. Produtos analisados

O produto analisado é um composto ativo de aminoácidos com silício solúvel (4,6% de Si total e 3,7% de Si solúvel), fluido, produzido a partir de aminoácidos e silicato de sódio. Devidamente denominados de Silicato de Sódio (Na_2SiO_3) e Aminoácidos (Aa).

E para comparação, a combinação fipronil + piraclostrobina + regulador de crescimento, os quais são convencionalmente utilizados em tratamentos fitossanitários, serão utilizados.

O regulador vegetal utilizado no experimento conduzido em área disponibilizada pela JF Citrus (fornecedor da Us. Vale do Tijuco) é descrito, segundo o fabricante, como um produto obtido a partir de extratos naturais com ações similares aos principais hormônios promotores do crescimento vegetal (citocininas, auxinas e giberelinas), micronutrientes e outras moléculas biologicamente ativas, cuja composição apresenta 1,73% de N, 5% de K_2O , 2,1% de S, 0,49% de Fe, 2,43% de Zn, 1% de Mn, 0,08% de B e 3,5% de carbono orgânico.

Já o regulador vegetal utilizado na Agropecuária Vazante é descrito como um regulador de crescimento vegetal com ingredientes ativos que ocorrem naturalmente na planta, como cinetina, ácido giberélico e ácido 4-indol-3-ilbutírico. O produto é composto por 0,09 g L⁻¹ de cinetina, 0,05 g L⁻¹ de ácido giberélico, 0,05 g L⁻¹ ácido 4-indol-3-ilbutírico e 999,8 g L⁻¹ de ingredientes inertes.

2.3. Delineamento Experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) com quatro repetições. Foram avaliadas diferentes doses e épocas de aplicação do Silicato de Sódio (Na_2SiO_3) com Aminoácidos (Aa), bem como, para fins de comparação, um tratamento com produtos convencionalmente utilizados em tratamentos fitossanitários e um controle sem a aplicação de quaisquer fontes. Os produtos, as doses utilizadas e as épocas de aplicação estão mostrados na tabela 1.

Tabela 1. Doses e produtos utilizados em cada tratamento

Produto	Dose do produto (L ha⁻¹)	Forma de aplicação
Testemunha	0	---
Na_2SiO_3 + Aa	2,0	Plantio ⁽¹⁾
Na_2SiO_3 + Aa	4,0	Plantio ⁽¹⁾
Na_2SiO_3 + Aa	8,0	Plantio ⁽¹⁾
Na_2SiO_3 + Aa	2,0 + 2,0	Plantio ⁽¹⁾ + Foliar ⁽²⁾
Na_2SiO_3 + Aa	3,0 + 3,0	Plantio ⁽¹⁾ + Foliar ⁽²⁾
Fipronil + piraclostrobina + regulador de crescimento	0,25 + 0,5 + 0,5	Plantio ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Aplicação em jato dirigido sobre os toletes após a distribuição dos mesmos no fundo do sulco de plantio. ⁽²⁾ Aplicação via foliar em plantas com 35 cm de altura.

As parcelas foram constituídas por 5 linhas de cana-de-açúcar com 10 m de comprimento e espaçadas 1,5 m entre si, perfazendo a área de cada parcela de 75 m² (Figura 1), sendo que, entre cada uma das parcelas, adotou-se ainda um espaçamento de 3 m nas cabeceiras e 3 metros entre o experimento e o canavial, entre uma parcela e outra foram cortada uma linha e entre o experimento e o canavial também foram tiradas uma linha.



Figura 1. Parcela experimental constituída por 5 linhas de cana-de-açúcar com 10 m de comprimento e espaçadas 1,5 m entre si

2.4. Instalação

O experimento conduzido na JF Citrus teve sua primeira aplicação dos tratamentos realizada no momento do plantio (20/04/2017), em jato dirigido sobre os toletes, após a distribuição dos mesmos no fundo do sulco e antecedendo a cobrição (Figura 2).



Figura 2. Aplicação dos tratamentos em jato dirigido, sobre os toletes no fundo do sulco, com pulverizador costal pressurizado a CO₂

A segunda aplicação foi realizada aos 50 dias após a aplicação dos produtos (DAA) (09/06/2017), via aplicação foliar em jato dirigido. Utilizou-se, em ambas as aplicações, um pulverizador costal pressurizado a CO₂, com volume de calda de 267 L ha⁻¹ (Figura 3).



Figura 3. Aplicação dos tratamentos via foliar, em jato dirigido, com pulverizador costal pressurizado a CO₂

Utilizou-se a variedade RB-966928, a qual apresenta excelente germinação em cana-planta, ótima brotação em soqueiras, alto perfilhamento e excelente fechamento de entrelinhas (RIDESA, 2010).

Já na Agropecuária Vazante que teve a primeira aplicação dos tratamentos no momento do plantio que foi realizado em 04/05/2017, em jato dirigido sobre os toletes, após a distribuição dos mesmos no fundo do sulco e antecedendo a cobertura. A segunda aplicação foi realizada aos 83 dias após a aplicação dos produtos (DAA) 26/07/2017, via aplicação foliar em jato Utilizou-se, em ambas as aplicações, o mesmo pulverizador costal com o mesmo volume de calda.

Nesta ocasião utilizou-se a variedade RB-92579, a qual apresenta ótimo perfilhamento e brotação de soqueiras, alta produtividade agrícola e elevado açúcar total recuperável (RIDESA, 2010).

3. Avaliações

3.1. Número de perfilhos por metro linear (perfilhos m⁻¹)

Aos 96 DAA (julho/2017), avaliou-se o número de perfilhos por metro linear da variedade RB-966928 pela contagem do número de perfilhos presentes nas três linhas centrais de cada parcela do experimento conduzido. A relação do número total de perfilhos obtidos pelo total de metros lineares avaliados resulta nos valores de número de perfilhos por metro linear.

Aos 180 dias após a aplicação dos produtos (DAA) (outubro/2017), avaliou-se o número de perfilhos por metro linear da variedade RB-92579 da mesma maneira feita anteriormente.

Essa avaliação é feita, pois próximo aos 90 dias acontece o número máximo de perfilhamento e aos 180 dias o número de perfilhos fica estável até o final do ciclo, isso ocorre devido aos fatores climáticos como temperatura, luminosidade e umidade da região em função da época de plantio (Rocha, 1984).

3.2. Produção de colmos por hectare (TCH)

Aos 363 DAA para a variedade RB-966928 e 349 DAA para a RB-92579 ambas em abril/2018, realizou-se a colheita manual da cana-de-açúcar de 3 metros lineares das três linhas centrais de cada parcela, totalizando uma área de colheita de 9 metros lineares por parcela. Após o desponte e a retirada do excesso de palha, a pesagem da cana colhida foi realizada com o auxílio de uma balança acoplada a um tripé de sustentação (Figura 4). A produtividade foi determinada convertendo-se os pesos obtidos para t ha⁻¹.



Figura 4. Pesagem da cana-de-açúcar colhida com o auxílio de uma balança acoplada a um tripé de sustentação

3.3. Qualidade da matéria-prima

Para a realização das análises de qualidade da matéria-prima, foram amostrados, aleatoriamente, 5 colmos dentre os colhidos. Em seguida, os materiais obtidos foram submetidos à análise tecnológica, seguindo metodologia proposta por CONSECANA (2006). Determinou-se o pol da cana (%) e o açúcar total recuperável (ATR, em kg t^{-1}), sendo este último usado também para o cálculo da produção de açúcar por hectare (TAH, em t ha^{-1}), multiplicando-o pelo TCH.

3.4. Altura de plantas e diâmetro de colmos

Após a colheita, foram amostrados, aleatoriamente, 3 colmos por parcela dentre os colhidos para a medição da altura de plantas (m) e do diâmetro dos colmos (mm).

4. Análises estatísticas

As médias dos tratamentos foram submetidas à análise de variância utilizando-se o programa SISVAR versão 5.3 (FERREIRA, 2014). Em seguida, compararam-se as médias pelo teste de Tukey a 0,10 de significância, bem como análise de regressão a 0,10 de significância.

5. Resultados

5.1. Número de perfilhos por metro linear (perfilhos m⁻¹)

A aplicação de Silicato de Sódio (Na₂SiO₃) com Aminoaciados (Aa) da variedade RB-966928 via tratamento de toletes no sulco de plantio resultou em número de perfilhos por metro linear aos 96 dias após a aplicação (DAA) semelhante à aplicação das fontes convencionais fipronil + piraclostrobina + regulador de crescimento, com exceção do tratamento em que o Na₂SiO₃ com Aa foi aplicado na dose de 3,0 + 3,0 L ha⁻¹ no plantio e via foliar (Tabela 2). A fonte Na₂SiO₃ com Aa, na dose de 8,0 L ha⁻¹ no tratamento de toletes no sulco de plantio, resultou em acréscimos de aproximadamente 1,2 perfilho por metro linear quando comparada ao tratamento controle.

Tabela 2. Número de perfilhos por metro linear (cana planta, variedade RB-966928, JF Citrus, Faz. São Lucas, talhão 29) em função da aplicação de diferentes doses de Silicato de Sódio (Na₂SiO₃) com Aminoaciados (Aa) via tratamento de toletes no sulco de plantio e via foliar (contagem aos 96 DAA - julho/2017)

Produto	Dose (L ha ⁻¹)	Perfilhos (perfilho m ⁻¹)
Testemunha	0	10,2 b
Na ₂ SiO ₃ + Aa	2,0 ⁽¹⁾	10,8 ab
Na ₂ SiO ₃ + Aa	4,0 ⁽¹⁾	10,9 ab
Na ₂ SiO ₃ + Aa	8,0 ⁽¹⁾	11,4 ab
Na ₂ SiO ₃ + Aa	2,0 ⁽¹⁾ + 2,0 ⁽²⁾	10,7 ab

Na ₂ SiO ₃ + Aa	3,0 ⁽¹⁾ + 3,0 ⁽²⁾	9,9 b
Fipronil + piraclostrobina + regulador de crescimento	0,25 ⁽¹⁾ + 0,5 ⁽¹⁾ + 0,5 ⁽¹⁾	12,5 a
Média		10,9

DMS: 1,9; CV (%): 8,4.

⁽¹⁾ Plantio ⁽²⁾ Foliar. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,10 de significância.

A contagem de perfilhos aos 180DAA da variedade RB-92579 de modo geral, a aplicação de Na₂SiO₃ com Aa nas doses de 4,0 e 8,0 L ha⁻¹ no tratamento de toletes no sulco de plantio, bem como de forma combinada no plantio e via foliar na dose de 2,0 + 2,0 L ha⁻¹ resultou em número de perfilhos por metro linear semelhante à combinação das fontes convencionais fipronil + piraclostrobina + regulador de crescimento (Tabela 3).

Tabela 3. Número de perfilhos por metro linear (cana planta, variedade RB-92579, Agropecuária Vazante, talhão F49) em função da aplicação de diferentes doses de Silicato de Sódio (Na₂SiO₃) e Aminoaciados (Aa) via tratamento de toletes no sulco de plantio e via foliar (contagem aos 180 DAA - outubro/2017)

Produto	Dose (L ha ⁻¹)	Perfilhos (perfilho m ⁻¹)
Testemunha	0	8,6 ab
Na ₂ SiO ₃ + Aa	2,0 ⁽¹⁾	7,8 b
Na ₂ SiO ₃ + Aa	4,0 ⁽¹⁾	8,6 ab
Na ₂ SiO ₃ + Aa	8,0 ⁽¹⁾	8,1 ab
Na ₂ SiO ₃ + Aa	2,0 ⁽¹⁾ + 2,0 ⁽²⁾	8,2 ab
Na ₂ SiO ₃ + Aa	3,0 ⁽¹⁾ + 3,0 ⁽²⁾	7,9 b
Fipronil + piraclostrobina + regulador de crescimento	0,25 + 0,5 + 0,5 ⁽¹⁾	8,8 a

Média	8,3
-------	-----

DMS: 0,86; CV (%): 5,0.

⁽¹⁾ Plantio ⁽²⁾ Foliar. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,10 de significância.

Não foi obtido ajuste de modelo de regressão significativo que demonstre o efeito do aumento das doses de Silicato de Sódio e Aminoácidos no tratamento de toletes no sulco de plantio no número de perfilhos por metro linear.

5.2. Altura de plantas e diâmetro de colmos

Não foram observadas diferenças para variedade RB-966928 entre as doses e épocas de aplicação de Na_2SiO_3 com Aa nos valores de altura de plantas (Tabela 5). Entretanto, pode-se ressaltar que as maiores doses do aplicadas no plantio ($4,0$ e $8,0 \text{ L ha}^{-1}$) e de forma parcelada no plantio e via foliar ($3,0 + 3,0 \text{ L ha}^{-1}$) resultou em plantas aproximadamente 20 cm maiores que aquelas cultivadas sem aplicação de Silicato de Sódio e Aminoácidos.

Quanto ao diâmetro de colmos na variedade RB-966928, maiores valores foram obtidos com a aplicação da maior dose de Silicato de Sódio e Aminoácidos no tratamento de toletes ($8,0 \text{ L ha}^{-1}$), bem como na dose de $3,0 \text{ L ha}^{-1}$ no plantio e via foliar ($3,0 + 3,0 \text{ L ha}^{-1}$) (Tabela 4). Assim, acréscimos de aproximadamente $1,4$ e $2,6 \text{ mm}$ são observados com a aplicação de Silicato de Sódio e Aminoácidos nas doses de $8,0 \text{ L ha}^{-1}$ e $3,0 + 3,0 \text{ L ha}^{-1}$, respectivamente.

Tabela 4. Altura de plantas e diâmetro de colmos de cana-de-açúcar (cana planta, variedade RB-966928) em função da aplicação de diferentes doses de Silicato de Sódio (Na_2SiO_3) e Aminoácidos (Aa) via tratamento de toletes no sulco de plantio e via foliar (aplicação de plantio em abril/17 e aplicação foliar em junho/2017, JF Citrus, Faz. São Lucas, talhão 29, Uberaba, MG - colheita aos 363 DAA, abril/2018)

Produto	Dose (L ha^{-1})	Diâmetro de colmos (mm)	Altura de plantas (m)
---------	--------------------------------	----------------------------	--------------------------

Testemunha	0	22,6 b	2,12 a
Na ₂ SiO ₃ + Aa	2,0 ⁽¹⁾	22,5 b	2,19 a
Na ₂ SiO ₃ + Aa	4,0 ⁽¹⁾	22,8 b	2,30 a
Na ₂ SiO ₃ + Aa	8,0 ⁽¹⁾	24,0 ab	2,31 a
Na ₂ SiO ₃ + Aa	2,0 ⁽¹⁾ + 2,0 ⁽²⁾	22,3 b	2,32 a
Na ₂ SiO ₃ + Aa	3,0 ⁽¹⁾ + 3,0 ⁽²⁾	25,2 a	2,34 a
Média		23,2	2,26

Diâmetro de colmos – DMS: 2,1; CV (%): 4,4. Altura de plantas – DMS: 0,24; CV (%): 5,1.

⁽¹⁾ Plantio ⁽²⁾ Foliar. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,10 de significância.

A aplicação de doses crescentes de Silicato de Sódio e Aminoácidos no tratamento de toletes no sulco de plantio resultou em acréscimos lineares nos valores de altura de plantas e de diâmetro de colmos da cana-de-açúcar (Figura 5). Assim, a aplicação de 1 L ha⁻¹ de Silicato de Sódio e Aminoácidos resultaria em aumentos de aproximadamente 2 cm e 0,2 mm nos valores de altura de plantas e diâmetro de colmos, respectivamente.

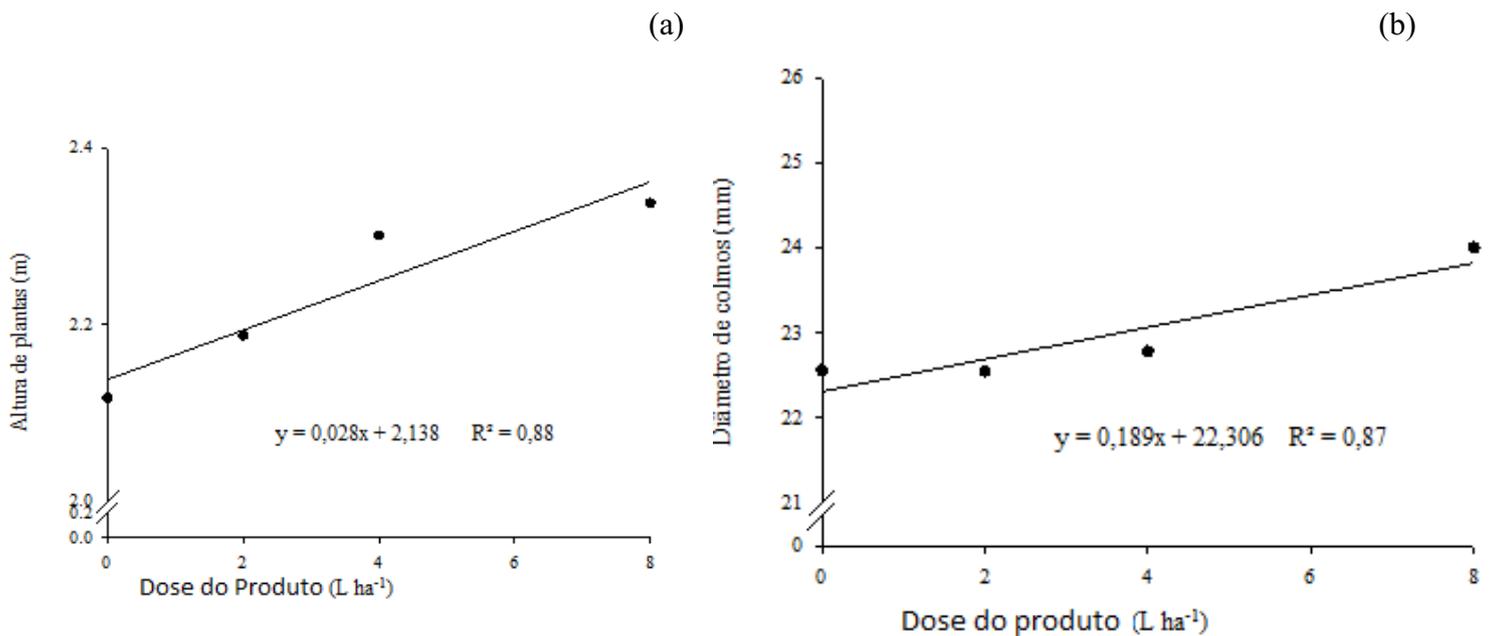


Figura 5. Altura de plantas (a) e diâmetro de colmos da cana-de-açúcar (b) em função da aplicação de doses crescentes de Na_2SiO_3 com Aa via tratamento de toletes no sulco de plantio de cana-de-açúcar (cana planta, variedade RB-966928. Aplicação em abril/17, JF Citrus, Faz. São Lucas, talhão 29, Uberaba, MG - colheita aos 363 DAA, abril/2018)

Para a variedade RB-92579 os valores de altura de plantas superiores ao tratamento controle foram obtidos com a aplicação da maior dose ($8,0 \text{ L ha}^{-1}$) de Silicato de Sódio e Aminoácidos no tratamento de toletes no sulco de plantio, bem como com a aplicação de $3,0 \text{ L ha}^{-1}$ no plantio e via foliar ($3,0 + 3,0 \text{ L ha}^{-1}$) (Tabela 5). Quanto ao diâmetro de colmo, maiores valores são obtidos com a aplicação de Silicato de Sódio e Aminoácidos na dose de $2,0 + 2,0 \text{ L ha}^{-1}$ no plantio e via foliar, com acréscimos de aproximadamente $1,0 \text{ mm}$ quando comparada ao tratamento controle.

Tabela 5. Altura de plantas e diâmetro de colmos de cana-de-açúcar (cana planta, variedade RB-92579) em função da aplicação de diferentes doses de Silicato de Sódio (Na_2SiO_3) e Aminoácidos (Aa) via tratamento de toletes no sulco de plantio e via foliar (aplicação de plantio em maio/17 e aplicação foliar em julho/2017, Agropecuária Vazante - talhão F49, Tupaciguara, MG - colheita aos 349 DAA, abril/2018)

Produto	Dose (L ha ⁻¹)	Diâmetro de colmos (mm)	Altura de plantas (m)
Testemunha	0	32,0 bc	2,0 b
Na_2SiO_3 + Aa	2,0 ⁽¹⁾	31,3 cd	2,06 ab
Na_2SiO_3 + Aa	4,0 ⁽¹⁾	30,7 d	2,10 ab
Na_2SiO_3 + Aa	8,0 ⁽¹⁾	32,4 ab	2,11 a
Na_2SiO_3 + Aa	2,0 ⁽¹⁾ + 2,0 ⁽²⁾	33,1 a	2,09 ab
Na_2SiO_3 + Aa	3,0 ⁽¹⁾ + 3,0 ⁽²⁾	30,9 d	2,14 a
Média			

Diâmetro de colmos – DMS: 0,9; CV (%): 1,4. Altura de plantas – DMS: 0,11; CV (%): 2,6.

⁽¹⁾ Plantio ⁽²⁾ Foliar. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,10 de significância.

Não foi obtido modelo de regressão significativo referente ao efeito do aumento das doses de Na_2SiO_3 com Aa no tratamento de toletes de cana-de-açúcar nos valores de diâmetro de colmos. Entretanto, quanto à altura de plantas, as doses crescentes de Na_2SiO_3 com Aa resultaram em aumentos lineares, com acréscimos de 1,4 cm a cada 1,0 L do produto aplicado por hectare (Figura 6).

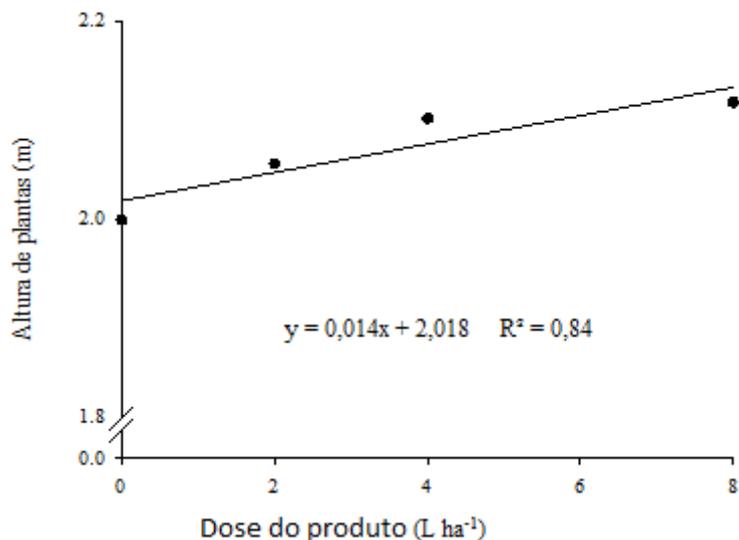


Figura 6. Altura de plantas de cana-de-açúcar em função da aplicação de doses crescentes de Na₂SiO₃ com Aa via tratamento de toletes no sulco de plantio de cana-de-açúcar (cana planta, variedade RB-92579. Aplicação em maio/17, Agropecuária Vazante - talhão F49, Tupaciguara, MG - colheita aos 349 DAA, abril/18)

5.3. Produtividades de colmo, açúcar e qualidade da matéria-prima

Para a RB-966928 a maior dose de Na₂SiO₃ com Aa (8,0 L ha⁻¹) aplicada via tratamento de toletes no sulco de plantio, bem como a aplicação de 3,0 L ha⁻¹ no plantio e via foliar (3,0 + 3,0 L ha⁻¹), resultou em produtividades de colmo e de açúcar superiores ao tratamento controle (Tabela 6). Dessa forma, acréscimos de 28,4 e 32,6 toneladas de colmos por hectare foram observados com a aplicação do S Na₂SiO₃ com Aa nas doses de 8,0 L ha⁻¹ e 3,0 + 3,0 L ha⁻¹, respectivamente. Quanto à produtividade de açúcar, acréscimos de até 5,5 t ha⁻¹ foram obtidos com a aplicação das maiores doses de Na₂SiO₃ com Aa.

Valores de açúcar total recuperável superiores ao tratamento controle foram obtidos com a aplicação de Na₂SiO₃ com Aa de forma parcelada no plantio e via foliar, em ambas as doses avaliadas (2,0 + 2,0 L ha⁻¹ e 3,0 + 3,0 L ha⁻¹). Assim, acréscimos de

aproximadamente 11 e 10 kg por tonelada de colmo foram obtidos com a aplicação de Na_2SiO_3 com Aa nas doses de $2,0 + 2,0 \text{ L ha}^{-1}$ e $3,0 + 3,0 \text{ L ha}^{-1}$, respectivamente.

Tabela 6. Produtividade de colmos (TCH), produtividade de açúcar (TAH) e açúcar total recuperável (ATR) da cana-de-açúcar (cana planta, variedade RB-966928) em função da aplicação de diferentes doses de Silicato de Sódio (Na_2SiO_3) e Aminoácidos (Aa) via tratamento de toletes no sulco de plantio e via foliar (aplicação de plantio em abril/17 e aplicação foliar em junho/2017, JF Citrus, Faz. São Lucas, talhão 29, Uberaba, MG - colheita aos 363 DAA, abril/2018)

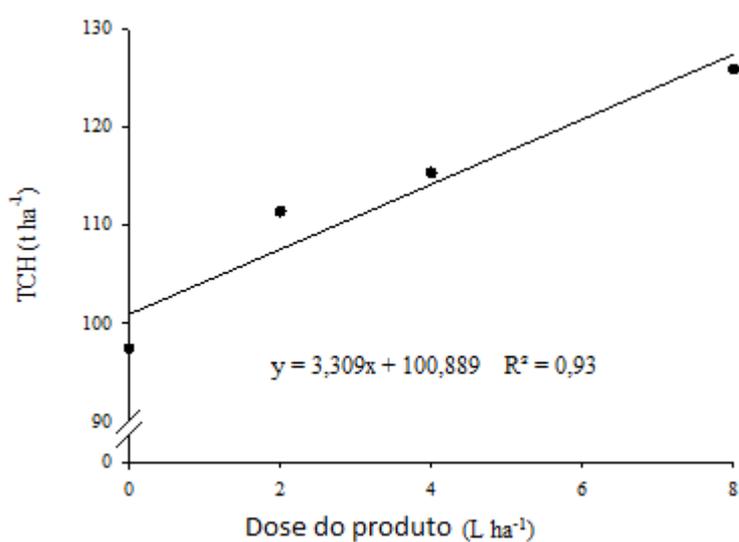
Produto	Dose (L ha^{-1})	TCH (t ha^{-1})	TAH (t ha^{-1})	ATR (kg t^{-1})
Testemunha	0	97,4 b	12,3 b	126,4 b
$\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{Aa}$	2,0 ⁽¹⁾	111,4 ab	15,0 ab	134,1 ab
$\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{Aa}$	4,0 ⁽¹⁾	115,3 ab	15,4 ab	133,5 ab
$\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{Aa}$	8,0 ⁽¹⁾	125,8 a	16,8 a	133,2 ab
$\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{Aa}$	2,0 ⁽¹⁾ + 2,0 ⁽²⁾	117,0 ab	16,0 ab	137,4 a
$\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{Aa}$	3,0 ⁽¹⁾ + 3,0 ⁽²⁾	130,0 a	17,8 a	136,8 a
Fipronil + piraclostrobina + regulador de crescimento	0,25 ⁽¹⁾ + 0,5 ⁽¹⁾ + 0,5 ₍₁₎	107,7 ab	15,0 ab	139,0 a
Média		114,9	15,5	134,3

TCH – DMS: 27,4; CV (%): 11,5; TAH – DMS: 3,9; CV (%): 12,2; ATR – DMS: 8,4; CV (%): 3,0.

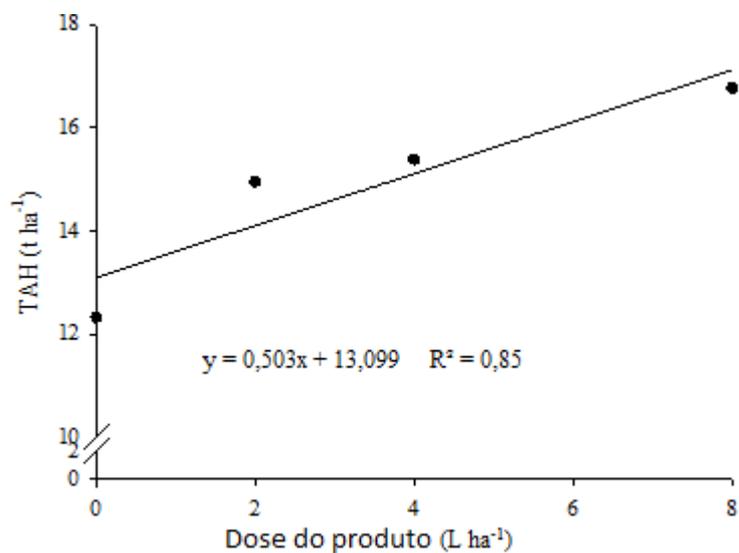
⁽¹⁾ Plantio ⁽²⁾ Foliar. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,10 de significância.

A aplicação de doses crescentes de Na_2SiO_3 com Aa no tratamento de toletes no sulco de plantio resultaram em aumentos lineares nos valores de TCH e TAH, com acréscimos de aproximadamente 3,3 e 0,5 toneladas de colmo e de açúcar por hectare, respectivamente, a cada 1,0 L de Silicato de Sódio e Aminoácidos aplicado por hectare (Figuras 7a e 7b). Quanto ao ATR, ajuste polinomial quadrático foi obtido, sendo que,

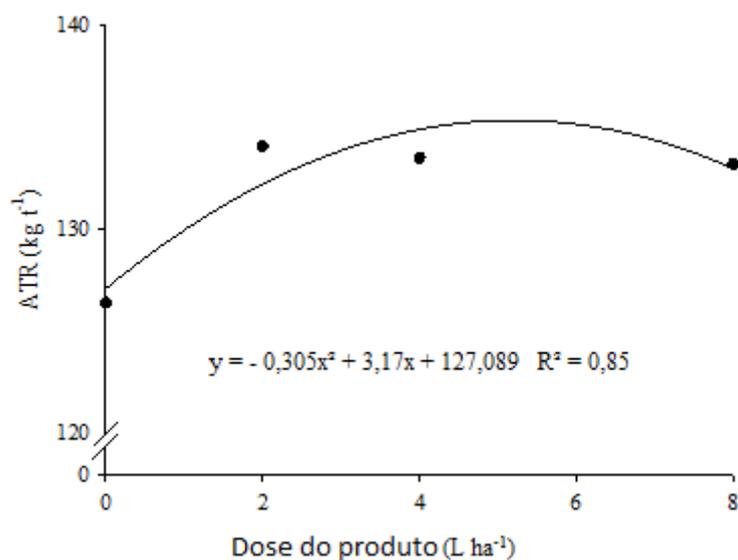
de modo geral, maiores valores seriam obtidos com a aplicação da fonte na dose de 5,2 L ha⁻¹.



(a)



(b)



(c)

Figura 7. Toneladas de colmo por hectare (TCH) (a), toneladas de açúcar por hectare (TAH) (b) e açúcar total recuperável (c) em função da aplicação de doses crescentes de Na₂SiO₃ com Aa via tratamento de toletes no sulco de plantio de cana-de-açúcar (cana planta, variedade RB-966928. Aplicação em abril/17, JF Citrus, Faz. São Lucas, talhão 29, Uberaba, MG - colheita aos 363 DAA, abril/2018)

Os resultados de produtividades de colmo da RB-92579 foram superiores ao tratamento controle com a aplicação da maior dose Na_2SiO_3 com Aa ($8,0 \text{ L ha}^{-1}$) no tratamento de toletes no sulco de plantio e com a aplicação de $3,0 \text{ L ha}^{-1}$ desta fonte no plantio e via foliar ($3,0 + 3,0 \text{ L ha}^{-1}$) (Tabela 7). Dessa forma, acréscimos de aproximadamente 27 e 33 toneladas de colmos por hectare são observados com a aplicação de Na_2SiO_3 com Aa nas doses de 8,0 e $3,0 + 3,0 \text{ L ha}^{-1}$, respectivamente.

Quanto a produtividade de açúcar, a aplicação de Na_2SiO_3 com Aa, independentemente da dose utilizada, resultou em valores de TAH superiores ao tratamento controle, com acréscimos de até aproximadamente 5 t ha^{-1} (Tabela 7). Por outro lado, quanto ao açúcar total recuperável, a aplicação de Na_2SiO_3 com Aa na dose de $2,0 + 2,0 \text{ L ha}^{-1}$ no plantio e via foliar promoveu valores superiores ao tratamento controle e ao tratamento com a combinação das fontes convencionais fipronil + piraclostrobina + regulador de crescimento (Tabela 7). Dessa forma, a aplicação de $2,0 + 2,0 \text{ L ha}^{-1}$ de Na_2SiO_3 com Aa resultou em aproximadamente 4 e 7 kg t^{-1} a mais que o tratamento controle e às fontes convencionais, respectivamente.

Tabela 7. Produtividade de colmos (TCH), produtividade de açúcar (TAH) e açúcar total recuperável (ATR) da cana-de-açúcar (cana planta, variedade RB-92579) em função da aplicação de diferentes doses de Silicato de Sódio (Na_2SiO_3) e Aminoácidos (Aa) via tratamento de toletes no sulco de plantio e via foliar (aplicação de plantio em maio/17 e aplicação foliar em julho/2017, Agropecuária Vazante - talhão F49, Tupaciguara, MG - colheita aos 349 DAA, abril/2018)

Produto	Dose (L ha^{-1})	TCH (t ha^{-1})	TAH (t ha^{-1})	ATR (kg t^{-1})
Controle	0	86,4 b	11,9 b	137,9 bc
$\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{Aa}$	2,0 ⁽¹⁾	100,7 ab	13,9 ab	138,1 bc
$\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{Aa}$	4,0 ⁽¹⁾	102,6 ab	14,3 ab	139,9 ab

$\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{Aa}$	8,0 ⁽¹⁾	113,3 a	15,5 a	137,0 bc
$\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{Aa}$	2,0 ⁽¹⁾ + 2,0 ⁽²⁾	110,9 ab	15,7 a	141,8 a
$\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{Aa}$	3,0 ⁽¹⁾ + 3,0 ⁽²⁾	119,5 a	16,6 a	139,0 ab
Fipronil + piraclostrobina + regulador de crescimento	0,25 + 0,5 + 0,5 ⁽¹⁾	110,6 ab	14,9 ab	134,8 c
Média		106,3	14,7	138,4

TCH – DMS: 25,9; CV (%): 11,7; TAH – DMS: 3,5; CV (%): 11,6; ATR – DMS: 3,5; CV (%): 1,2.

⁽¹⁾ Plantio ⁽²⁾ Foliar. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,10 de significância.

A aplicação de doses crescentes de Na_2SiO_3 com Aa no tratamento de toletes no sulco de plantio resultou em aumentos lineares nos valores de produtividades de colmo e de açúcar (Figura 8). Assim, a cada $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ de Na_2SiO_3 com Aa aplicado, acréscimos de aproximadamente 3,1 e 0,4 toneladas de colmo e de açúcar por hectare, respectivamente, são obtidos. Não foi obtido modelo de regressão significativo para os valores de ATR.

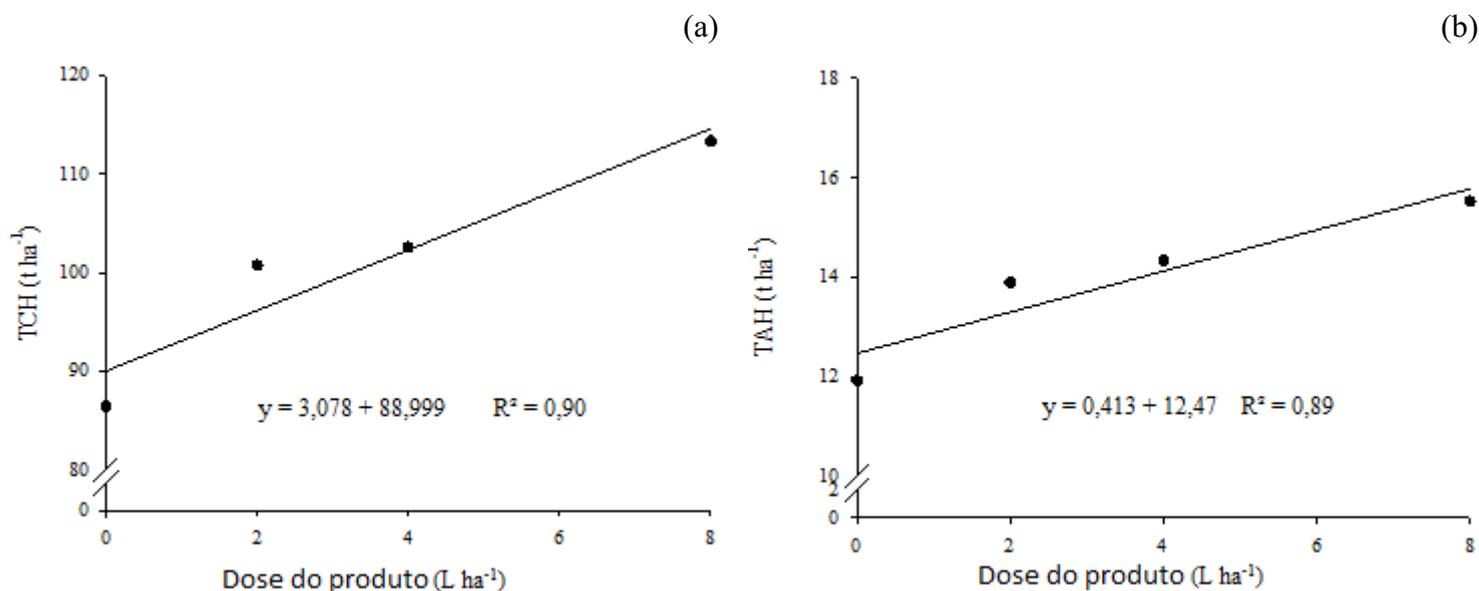


Figura 8. Toneladas de colmo por hectare (TCH) (a) e toneladas de açúcar por hectare (TAH) (b) em função da aplicação de doses crescentes de Silicato de Sódio e

Aminoácidos via tratamento de toletes no sulco de plantio de cana-de-açúcar (cana planta, variedade RB-92579. Aplicação em maio/17, Agropecuária Vazante - talhão F49, Tupaciguara, MG - colheita aos 349 DAA, abril/18)

6. Discussão Teórica

Prado (2001) quando comparou doses de escória siderúrgica com calcário para correção da acidez do solo, vincula o aumento do perfilhamento nos 90 DAA aos benefícios do silício contidos na formulação da escória o que é verificado no número de perfilhos por metro linear aos 96 DAA da variedade RB-966928 (Tabela 2) apesar da dose Na_2SiO_3 com Aa $3,0 \text{ L ha}^{-1}$ plantio + $3,0 \text{ L ha}^{-1}$ foliar, todas as outras doses do Na_2SiO_3 com Aa foram superiores a testemunha chegando 1,2 perfilhos a mais por metro na dose 8 L ha^{-1} .

Já o número de perfilhos para variedade RB-92579 aos 180 DAA (Tabela 3) foram observados que as doses de 4 L ha^{-1} e 8 L ha^{-1} plantio e a forma parcelada de $2,0 + 2,0 \text{ L ha}^{-1}$ se comportam como o tratamento convencional que foi verificado anteriormente (PRADO; FERNADES, 2000) que o silício auxilia no aumento de perfilhamento da cana-de-açúcar.

As médias das alturas da variedade RB-966928 (Tabela 4) não se observou diferenças embora todas as doses de Na_2SiO_3 com Aa foram superiores em no mínimo 8 cm e chegando até 22 cm deve ser levado em consideração pois um colmo maior produz mais açúcar e quando em ocasiões de talhões com vários hectares essa diferença pode ser bastante considerável isso corrobora com Sobral et al., (2011) que analisou aumento na altura de plantas quando adubadas com material silicatado.

Para a variedade RB-92579 houve diferenças para altura de plantas quando comparado ao tratamento controle e também todas as médias dos tratamentos de Na_2SiO_3 com Aa foram maiores que a testemunha chegando até 14 cm maiores, Elawad et al. (1982) havia mencionado quando estudou diferentes silicatos em sulco de plantio

e obteve resultados superiores em todas as doses quando comparados com o tratamento controle.

O diâmetro de colmo tanto para variedade RB-699628 quanto para RB-92579 obtiveram os melhores resultados na forma de aplicação parcelada de $3,0 + 3,0 \text{ L ha}^{-1}$ e $2,0 + 2,0 \text{ L ha}^{-1}$. Sendo o diâmetro maior produtividade também será maior, isto é consequência da melhor eficiência fotossintética da planta, resistência ao ataque de pragas e doenças bem como a resistência ao estresse hídrico durante o período de baixa umidade do solo (Korndorfer et al., 2002)

Aumento na produtividade na ordem de 11 a 16% em experimentos conduzidos em cana planta, quando se utiliza o silício no manejo da foram obtidos por Datnoff et al., (2001) neste presente estudo da RB-966928 verificou-se que os tratamentos $8,0 \text{ L ha}^{-1}$ (Tabela 6) e $3,0 \text{ plantio} + 3,0 \text{ L ha}^{-1} \text{ foliar}$ (Tabela 6 e 7) que obteve acréscimo de até 38% de TCH quando comparado com a testemunha. É importante frisar também que para todas as doses e formas do Na_2SiO_3 com Aa os resultados obtidos se comportaram todos com o tratamento convencional utilizado, ou seja, além de obter estatisticamente os melhores resultados em algumas doses, o produtor poderá escolher entre o que onerar menos orçamento quando o melhor resultado esperado for toneladas de colmos área.

A produção de açúcar aumenta com a aplicação de Silício na cana-de-açúcar (Clements, 1965) e a utilização do Silício independente da dose resultou no acréscimo de produtividade de açúcar quando comparado ao tratamento controle no ensaio da variedade RB-92579 (Tabela 7). Já para a RB-966928 foram obtidos resultados melhores que o tratamento convencional nas doses de Na_2SiO_3 com Aa $8,0 \text{ L ha}^{-1}$ também nas formas parceladas $2,0 + 2,0 \text{ L ha}^{-1}$ e $3,0 + 3,0 \text{ L ha}^{-1}$ (Tabela 6)

Dentre os benefícios do silício na cultura da cana-de-açúcar é o aumento da produtividade (Korndorfer et al., 2002) ATR maiores que o tratamento convencional em todos as doses para RB-92579 e nos tratamentos $4,0 \text{ L ha}^{-1}$ de Na_2SiO_3 com Aa também $2,0 + 2,0 \text{ L ha}^{-1}$ e $3,0 + 3,0 \text{ L ha}^{-1}$, diferiu com acréscimos de até 7 kg t^{-1} (Tabela 7) enquanto que para variedade RB-966928 todos os tratamentos com Na_2SiO_3 com Aa se comportaram como o tratamento convencional e foram maiores que o tratamento controle (Tabela 8).

7. Conclusão

Baseado nas respostas agronômicas obtidas neste presente trabalho às práticas de manejos envolvendo silicato de sódio com aminoácidos tem potencial para fomentar a produção de cana-de-açúcar. Sendo as doses parceladas $2,0 + 2,0 \text{ L ha}^{-1}$ e $3,0 + 3,0 \text{ L ha}^{-1}$ (sulco de plantio e aplicação com 35 cm) as que obtiveram os melhores resultados de produção de colmos e açúcar quando comparados com a testemunha e o tratamento padrão utilizado na área.

8. Referências

- AGRICULTURA, Fao - Organização das Nações Unidas Para A Alimentação e. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2013. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/>>. Acesso em: 26 mar. 2019
- A AGRICULTURA, Fao - Organização das Nações Unidas Para A Alimentação e. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2008. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/>>. Acesso em: 26 mar. 2019
- ALBUQUERQUE, T.C.S.; de. DANTAS, B.F. **Aplicação foliar de aminoácidos e a qualidade das uvas da cv. – Boa Vista**: Embrapa Roraima, 2010. 19p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/ Embrapa Roraima, 23)
- ALEXANDER, A. G.; MONTALVO-ZAPATA, R. **Use of silicon to preserve sucrose in sugarcane desiccated with paraquat and diquat**. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, Rio Piedras, v. 54, n. 2, p. 247-263, 1970.
- ANDERSON, D. L.; SOSA, O. Jr. **Effect of silicon on expression of resistance to sugarcane borer (*Diatraea saccharalis*)**. Journal of the American Society for sugar cane technologists, v. 21, p. 43-50, 2001
- ARNON, D. I. & STOUT, P. R. **The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper**. Plant physiol, Washington, 14 : 371-375, 1939.
- BAIR, R. A. **Leaf Silicon in Sugarcane, Field Corn and St. Augustine grass grown on some Florida Soils**. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings, Belle Glade, v. 26, p. 63 - 70. 1966.
- BRANDÃO, R.P. **Importância dos Aminoácidos na agricultura sustentável**. Informativo Bio Soja, São Joaquim da Barra, inf.5, p.6- 8, 2007
- BÉLANGER, R.R. & MENZIES, J.G. **Use of silicon to control diseases in vegetable crops**. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 36, Uberlândia, Fitopatologia Brasileira

28:S42-S45. 2003. (Resumo)

CAMARGO, M. S. de; KORNDÖRFER, G. H.; WYLER, P. **Silicate fertilization of sugarcane cultivated in tropical soils.** *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 167, p. 64-75, 2014.

CHAGAS, R. M. **Alterações fotossintéticas e respostas oxidativas em plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) tratadas com paraquat.** 2007. 82 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CLEMENTS, H.F. **Effects of silicate on the growth and leaf freckle of sugarcane.** *Proceedings of International Society of Sugar Cane Technologists*, p. 225-226, 1965.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira Cana-deAçúcar: V.4- Safra 2017/2018.** Brasília: Estúdio Nous, 2018. 73 p. (ISSN 2318-7921)

DATNOFF, L. E., SNYDER, G. H., KORNDÖRFER, G. H. **Silicon in Agriculture.** Amsterdam: Elsevier, 2001. 403p.

DATNOFF, L. E., SNYDER, G. H., KORNDÖRFER, G. H. **Silicon in Agriculture.** Amsterdam: Elsevier, 2001. 403p.

DEAN, J. L.; TODD; E. H. **Sugarcane rust in Florida.** *Sugar Journal*, v. 42, p. 10, 1979.

DEMATTÊ, J. L.; PAGGIARO, C. M.; BELTRAME, J. A. **Uso de silicatos em cana-de-açúcar.** Piracicaba: Informações Agronômicas, 2011. 6 p.

ELAWAD, S. H.; GASCHO, G. J.; STREET, J. J. **Response of sugarcane to silicate source and rate. I: Growth and yield.** *Agronomy Journal*, V. 74, p. 481 – 484, 1982.

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Molecular Biology**, Palo Alto, v. 50, p. 641-664, 1999.

EXLEY, C. Silicon in life: a bioinorganic solution to bioorganic essentiality. **Journal of Inorganic Biochemistry**, New York, v. 69, p. 139-144, 1998.

FAUTEUX, F.; CHAIN, F.; BELZILE, F.; MENZIES, J.G. **The protective role silicon in the rhabdosis – powdery mildew pathosystem.** p. 103, 2006.

FOLTRAN, R. **Aplicação foliar de silício associado ou não a maturadores em cana-de-açúcar.** 2013. 132 f. Tese de doutorado (Doutorado em Agronomia) - Faculdades de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2013.

GAO, X.; ZOU, C.; WANG, L.; ZHANG, F. **Silicon improves water use efficiency in Maize plants.** Journal of Plant Nutrition, New York, v. 27, n. 8, 2005.

GOUSSAIN, M. M.; PRADO, E.; MORAES, J. C. **Effect of silicon applied to wheat plants on the biology and probing behavior of the greenbug *Schizaphis graminum* (Rond.) (Hemiptera: Aphididae).** Neotropical Entomology, Londrina, v. 34, n. 5, p. 807-813, 2005.

KEEPING, M. G.; MEYER, J. H. **Effect of four sources of silicon on resistance of sugarcane varieties to *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera: Pyralidae)** proceeding of the south African sugar technologists Association, v. 77, p. 99 – 103, 2003

KORNDÖRFER, G. H.; DATNOFF, L. E. **Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças da cana de açúcar e do arroz.** Informações Agronômicas, Piracicaba, p.1-5, 1995.

Korndörfer, G.H.; Pereira, H.S. e Camargo, M.S. (2002) - **Papel do silício na produção da cana-de-açúcar.** Revista STAB, Piracicaba/SP, 21, 1: 6-9.

LERAYER, Alda (Org.). **Guia da Cana-de-açúcar: Avanço Científico Beneficia o País.** Brasília: Conselho de Informações Sobre Biotecnologia, 2009. 19 p.

Lima, Oscar Fontão de **História e uso do silicato de sódio na agricultura.** Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2009. 112 p.

MA, J. F. **Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses.** Soil Science and Plant Nutrition, Tokyo, v. 50, n. 1 p. 11-18, 2004.

MA, J. F.; TAKAHASHI, E. **Soil, fertilizer and plant silicon research in Japan.** Dordrecht: Elsevier. 2002.

MALAVOLTA, E.; VITTI, Godofredo César; OLIVEIRA, Sebastião Alberto de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações,** 1997.

MARAFON, Anderson Carlos; ENDRES, Lauricio. **Adubação silicatada em cana-de-açúcar.** Aracaju: Embrapa, 2011. 50 p. (ISSN 1517-1329).

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (Brasil). **Perspectivas da População Mundial: Revisão de 2017.** 2017.

ORLANDO FILHO, J. **Calagem e adubação da cana de açúcar.** In: CÂMARA, G. M. S; OLIVEIRA, E. A. M. (Eds.). Produção de cana de açúcar. Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 133-146.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; NATALE, W. **Uso agrícola da escória de siderurgia no Brasil: estudos na cultura da cana-de-açúcar.** Jaboticabal: FUNEP, 2001. 67 p.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M. **Eficiência da escória de siderurgia em areia quartzosa na nutrição e na produção de matéria seca de cana-de-açúcar cultivada em vaso.** STAB, Piracicaba, v. 18, p. 36-39, 2000.

RAFI, M. M.; EPSTEIN, E.; FALK, R. H. **Silicon deprivation causes physical abnormalities in wheat (*Triticum aestivum* L.).** Journal of Plant Physiology, Stuttgart, v. 151, p. 497-501, 1997.

RAID, R. N.; ANDERSON, D. L.; ULLOA, M. F. **Influence of cultivar and amendment of soil with calcium silicate slag on foliar disease development and yield of sugarcane.** Crop protection, v 11, n. 1, 1992.

RAMOS, LUCELIA ALVES. **Cama de frango e organomineral na cultura da cana-de-açúcar.** 2013. 72 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fototecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

ROCHA, A. M. C. **Emergência, perfilhamento e produção de colmos de cana-de-açúcar em função das épocas de plantio no estado de São Paulo.** Piracicaba, 1984. 154 p.

RODRIGUES, Fabrício de Ávila; OLIVEIRA, Lilian Aparecida de; KORNDORFER, Ana Paula. **Silício: Um elemento benéfico e importante para as plantas.** Viçosa: Informações Agronomicas, 2011. 19 p.

SOBRAL, M. F.; NASCIMENTO, C. W. A.; CUNHA, K. P. V.; FERREIRA, H. A.; SILVA, A. J.; SILVA, F. B. V. **Escória de siderurgia e seus efeitos nos teores de nutrientes e metais pesados em cana-de-açúcar.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 15, n. 8, p 867-872, 2011.

Saqib, M.; Akhtar, J.; Qureshi, R. H. **Sodicity intensifies the effect of salinity on grain yield and yield components of wheat.** Journal of Plant Nutrition, v.31, 2008.

VITTI, Godofredo Cesar; MAZZA, Jairo Antonio. **Planejamento, estratégias de manejo e nutrição da cultura de cana-de-açúcar.** Informações Agrônomicas, Piracicaba, n. 97, p. 1-16, 2002.

WIESE, H.; NIKOLIC, M.; ROMHELD, V. **Silicon in plant nutrition** – effects on zinc, manganese and boron leaf concentrations and compartmentation, London: Springer, 2007.

ZANAO JUNIOR, Luiz Antônio et al. **Arroz cultivado em solução nutritiva com doses de manganês e silício.** Rev. Bras. Ciênc. Solo [online]. 2010, vol.34, n.5, pp.1629-1639. ISSN 1806-9657.