

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

JOÃO BATISTA XAVIER NETO

**ADUBAÇÃO COM MICRONUTRIENTES E AMINOÁCIDOS NO SULCO DE
PLANTIO E VIA FOLIAR NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR**

**Uberlândia – MG
Junho – 2008**

JOÃO BATISTA XAVIER NETO

**ADUBAÇÃO COM MICRONUTRIENTES E AMINOÁCIDOS NO SULCO DE
PLANTIO E VIA FOLIAR NA CULTURA 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.

Orientadora: Regina Maria Quintão Lana

**Uberlândia – MG
Junho – 2008**

JOÃO BATISTA XAVIER NETO

**ADUBAÇÃO COM MICRONUTRIENTES E AMINOÁCIDOS NO SULCO DE
PLANTIO E VIA FOLIAR NA CULTURA 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.

Aprovado pela Banca Examinadora em 13 de junho de 2008

Doutorando. Luiz Augusto da Silva Domingues
Membro da Banca

Eng. Agrônomo Msc. Pedro Afonso Couto
Membro da Banca

Profª Drª Regina Maria Quintão Lana
Orientadora

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, o qual me proporcionou essa oportunidade e complementou dando saúde e força para desenvolver esta monografia e concluir o curso de Eng. Agrônômica. Devo agradecimentos aos meus pais, os quais me deram a vida, aos meus tios mais presentes que me apoiaram, aos alunos do curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, que me ajudaram na realização deste trabalho: Welington, Tais, Elieser, Luiz Augusto, Rodrigo Zanata, Luana, Leandro Trevisan, Marcos, Fernanda e outros. A minha orientadora Doutora Regina Maria Quintão Lana pela oportunidade de realizar o trabalho e orientações e ao Eng. Ag. Pedro Afonso Couto que juntamente com a empresa Pfizer me custearam e apoiaram no desenvolver o trabalho. Ao professor José Emilio e Gaspar Korndorfer os quais me orientaram de forma esporádica. A usina sucroalcooleira Trialcool. Aos técnicos do Laboratório de Análise de Solo e Fertilizante da UFU e ao técnico seu Joaquim.

RESUMO

No Brasil há necessidade de incrementar a produtividade da cultura de cana-de-açúcar, principalmente, a cultivada nos solos do cerrado dada as características de baixa fertilidade e elevada acidez. Contudo os micronutrientes e aminoácidos são de extrema importância para incrementar e melhorar a fertilidade. Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia dos produtos a base de micronutrientes (Zn-8,0 %; Mn-5,0 %; B-3,0 %; Mo-0,1 %; N-10,0 %; Mg-1,5 %; S-8,0 %) e aminoácidos aplicados na cana-de-açúcar em diferentes doses e em dois modos de aplicação (via sulco de plantio e foliar), tendo em vista o aumento da produtividade da cana-de-açúcar. Avaliou-se parâmetros morfológicos e fisiológicos da planta. A presente pesquisa foi realizada na fazenda Pirapitinga da Mata propriedade da Usina Trialcool, em solo de textura média numa área de lavoura comercial sobre sistema de plantio convencional, sem irrigação. O experimento foi instalado utilizando-se o delineamento em blocos casualizados (DBC) com oito (8) tratamentos e quatro (4) repetições. Os tratamentos foram: T1-2,0 kg/ha micronutrientes no sulco de plantio junto com inseticida; T2-3,0 kg/ha micronutrientes no sulco de plantio junto via inseticida; T3-4,0 kg/ha micronutrientes no sulco de plantio junto com inseticida; T4-0,5 l/ha aminoácidos + 1,5 kg/ha micronutrientes via foliar; T5-0,75 l/ha aminoácidos + 1,5 kg/ha micronutrientes via foliar; T6-0,75 l/ha aminoácidos + 2,0 kg/ha micronutrientes via foliar; T7-1,0 l/ha aminoácidos + 2,0 kg/ha micronutrientes via foliar; T8- Testemunha (adubação básica da usina). A variedade da cana-de-açúcar utilizada no experimento foi a RB 92579 – de ciclo média-tardia. A data do plantio da cana-de-açúcar e instalação do experimento ocorreu no dia 16/02/2007 quando implantou-se os tratamentos 1, 2 e 3. Os tratamentos 4, 5, 6 e 7 foram implantados aos 133 dias após o plantio. Foram avaliados número de perfilhos aos 60, 133, 182, 244 e 293 dias após o plantio e análise foliar antes e 30 dias após a adubação foliar para os tratamentos 4, 5, 6 e 7. Os resultados obtidos não mostraram diferença estatística quanto a perfilhamento. Para teores foliares de boro, manganês e zinco o melhor tratamento foi o 7 (1,0 l/ha aminoácidos + 2,0 kg/ha micronutrientes via foliar).

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 REVISÃO DE LITERATURA	8
3 MATERIAL E MÉTODOS	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1 Teores foliares de boro	15
4.2 Teores foliares de manganês	17
4.3 Teores foliares de zinco	18
4.4 Perfilhamento	20
5 CONCLUSÃO	21
ANEXOS	22
REFERÊNCIAS	23

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma planta alógama, da família Graminae, da tribo Andropogoneae e do gênero *Saccharum*, do qual se destacam as espécies *S. robustum* e *S. officinarum*, (DANIELS; ROACH, 1987). Trata-se de uma gramínea perene, de grande porte, formadora de rizomas e touceiras, cujas formas cultivadas produzem colmos de alguns metros de altura, suculentos e doces em função do armazenamento de sacarose (MATSUOKA et al., 1999).

Não se pode definir com precisão a época do surgimento da cana-de-açúcar no mundo, tampouco dizer, com exatidão, seu berço geográfico, principalmente devido à quantidade de gramíneas híbridas existentes e à falta de documentação a respeito.

Alguns pesquisadores admitem que a cana-de-açúcar tenha surgido primeiramente na Polinésia, outros sugerem a Nova Guiné como o primeiro local de ocorrência e registro da gramínea. Para esses estudiosos, a primeira aparição da cana no mundo se deu há 6 mil anos. Nos 2 mil anos subsequentes, já haviam traços na Indonésia, nas Filipinas e no norte da África (ÚNICA, 2005).

O Brasil destaca-se internacionalmente por seu grande potencial agrícola, ocupando a posição de maior produtor de cana-de-açúcar do mundo. Segundo previsões da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a safra 2007 - 2008 deverá alcançar a marca de 527,98 milhões de toneladas, indicando um aumento de 11,20% em relação à safra 2006 – 2007 (Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, 2007).

Os números da CONAB mostram que, nos últimos dez anos, a produção brasileira de açúcar refinado cresceu 101,8% e a de etanol, 34,1% (PRODUÇÃO..., 2006; CONAB, 2007).

O Brasil é o maior exportador mundial de açúcar e, junto com a Austrália e alguns países da América Central e do Sul, é um dos poucos países a exportar mais do que o consumo doméstico (COSAN, 2006).

Além de ser o maior produtor e exportador mundial de açúcar refinado, o Brasil é consumidor e exportador do álcool utilizado como combustível de veículos. Cerca de 2,5 bilhões de litros de etanol da atual safra serão exportados a países como Estados Unidos, Índia, Coreia do Sul, Suécia e Japão. A expansão do mercado de álcool e açúcar leva o setor sucroalcooleiro a projetar aumento da colheita atual, de 180 milhões de toneladas para 580 milhões de toneladas de cana-de-açúcar na safra 2010/2011 (PRODUÇÃO..., 2006).

No Brasil existe uma grande demanda pelo plantio de cana-de-açúcar a fim de atender as necessidades de mercado pelo alto consumo do Álcool combustível e do açúcar. Atualmente, o cultivo da cana-de-açúcar tem se expandido para as regiões dos cerrados. Na cultura da cana-de-açúcar a utilização de micronutrientes é baixa, porém estes micronutrientes

devem ser utilizados por serem elementos essenciais e exercerem diversas funções metabólicas e fisiológicas nas plantas, sendo que a falta de um desses micronutrientes, mesmo exigidos pelas plantas em menores quantidades, acarreta a diminuição da produção e perda de qualidade da cana-de-açúcar.

Reduções na produtividade e até morte de plantas são conseqüências naturais advindas de desarranjos nos processos metabólicos, ocasionados pela carência de micronutrientes (ORLANDO FILHO, 1993).

A expansão das áreas cultivadas, o uso de variedades melhoradas geneticamente, com maior potencial de produção e conseqüente maior exportação de micronutrientes e a supercalagem e ainda, o aumento da utilização de fertilizantes NPK de alta concentração com reduzido teor de micronutrientes, aparecem como os principais fatores que corroboram para o acentuado aumento da deficiência de micronutrientes nos solos de cerrado. Essa deficiência em solos de Cerrado tem sido amplamente notificada na agricultura, principalmente de boro e zinco (GALRÃO, 1984; COUTO et al., 1992; COUTO; KLANMT, 1999; GALRÃO, 1999; OLIVEIRA JÚNIOR et al, 2000; FAGERIA et al., 2002).

Os micronutrientes têm tido grande importância no que diz respeito à limitação da produtividade em solos de Cerrado, uma vez que estes solos são originalmente deficientes nesses elementos essenciais, caracterizando-se por baixa fertilidade natural e elevada acidez, com presença de Al^{3+} segundo Fageria e Baligar (2001) e Ernani et al. (2002).

A utilização de fertilizante organomineral na forma líquida contendo em sua formulação Nitrogênio e Potássio complexada com aminoácido de cadeia curta, associado na aplicação, a micronutrientes aplicados via foliar e sulco de plantio, melhora o carreamento e absorção dos nutrientes para o interior das plantas, aumentando a eficácia de absorção, evitando perdas, melhorando o sistema radicular, a coloração e maturação (brix) e também, aumentando o mecanismo de defesa da planta (fitoalexinas).

Os objetivos do presente trabalho foram; avaliar a eficácia dos produtos a base de micronutrientes e aminoácidos aplicados na cana-de-açúcar em diferentes doses, em dois modos de aplicação (via sulco de plantio e foliar), tendo em vista a resposta da cana-de-açúcar à parâmetros morfológicos e fisiológicos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A importância dos micronutrientes para a cultura da cana-de-açúcar é evidenciada quando se observam as quantidades extraídas dos mesmos. São quantidades relativamente baixas quando comparadas à extração de macronutrientes, porém de fundamental importância ao desenvolvimento da cultura (ORLANDO FILHO, 1993).

Os micronutrientes têm tido grande importância no que diz respeito à limitação da produtividade em solos de Cerrado, uma vez que estes solos são originalmente deficientes nesses elementos essenciais, caracterizando-se por baixa fertilidade natural e elevada acidez, com presença de Al^{3+} segundo Fageria e Baligar (2001) e Ernani et al. (2002).

A função fisiológica do boro difere dos outros micronutrientes, pois este ânion não foi identificado em nenhum composto ou enzima específica. Entre as principais funções atribuídas a este micronutriente está o metabolismo de carboidratos e transporte de açúcares através das membranas; síntese de ácidos nucleicos (DNA e RNA) e de fitohormônios; formação de paredes celulares e divisão celular (DECHEN et al., 1991).

O Manganês atua na fotossíntese, sendo envolvido na estrutura, funcionamento e multiplicação de cloroplastos, também realiza o transporte eletrônico.

O manganês é requerido para a atividade de algumas desidrogenases, descarboxilases, quinases, oxidases e peroxidases. Está envolvido com outras enzimas ativadas por cátions e na evolução fotossintética de oxigênio (TAIZ; ZEIGER, 2004).

O molibdênio aumenta a eficiência da nutrição nitrogenada e a produção de sacarose. É essencial para o metabolismo do nitrogênio em plantas que utilizam como fonte deste nutriente o nitrato do solo e/ou o nitrogênio atmosférico proveniente do processo de fixação biológica por bactérias diazotróficas associadas à planta. A cana-de-açúcar pode receber N proveniente destas duas fontes e, portanto, formula-se a hipótese de que o Mo é fator de produção desta cultura, pois o seu fornecimento adequado é necessário para que a elevada demanda de N pelas plantas seja atendida, principalmente pela otimização da contribuição da fixação biológica de nitrogênio (FBN) na nutrição nitrogenada.

Nos sistemas biológicos o molibdênio é constituinte de pelo menos cinco enzimas catalisadoras de reações. Três destas enzimas (redutase do nitrato, nitrogenase e oxidase do sulfito) são encontradas em plantas (GUPTA; LEPSETT, 1981 citados por DECHEN et al. 1991).

Segundo Camargo e Silva (1975), o molibdênio é um dos mais importantes micronutrientes para as plantas, pois está presente em várias reações essenciais do metabolismo vegetal, além de ser componente de enzimas mitocondriais das bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico. Esse micronutriente desempenha um importante papel no sistema enzimático de fixação do nitrogênio. Plantas que dependem da simbiose para obter nitrogênio, quando sujeitas às deficiências de molibdênio, apresentam também carência de nitrogênio (OLIVEIRA; THUNG, 1988).

O molibdênio atua como co-fator nas enzimas nitrogenase, redutase do nitrato e oxidase e, ainda, está diretamente relacionado ao transporte de elétrons nas reações bioquímicas (BORKERT, 1988). O micronutriente é constituinte da nitrogenase, enzima envolvida na fixação do nitrogênio atmosférico pelo rizóbio, e é também constituinte da redutase do nitrato, essencial na redução do nitrato a nitrito que, posteriormente, se transforma no radical amino compondo substâncias aminadas na planta, como os aminoácidos e proteínas. Em virtude da associação do molibdênio ao metabolismo nitrogenado, a carência desse micronutriente produz sintomas semelhantes aos causados pela deficiência de nitrogênio, ou seja, menor crescimento da planta e amarelecimento das folhas (ARAÚJO et al., 1999).

O zinco potencializa a produção do hormônio de crescimento (auxina) – sintetase do triptofano e metabolismo de triptamina. O zinco é constituinte do álcool desidrogenase, desidrogenase glutâmica, anidrase carbônica, etc. (TAIZ; ZEIGER, 2004). Este elemento se concentra nas zonas de crescimento devido à maior concentração auxínica.

Em cana-de-açúcar, as mudas provenientes e plantadas em solos deficientes em zinco, ao germinarem dão origem a plantas com pequeno alongamento do palmito, com tendência das folhas saírem todas do vértice foliar na mesma altura, formando o sintoma de “leque”. Nos casos graves, as plantas deficientes são visivelmente menores do que aquelas sem deficiência, e as folhas mais velhas apresentam manchas vermelhas na parte inferior e podem mostrar início de clorose internerval em associação com essas manchas vermelhas (TOKESHI, 1991).

Em plantas com mais de seis meses observa-se ligeiro encurtamento nos entrenós, clorose internerval e amarelecimento mais acentuado da margem para a nervura central, quando junto a ela normalmente a lâmina se mantém verde. Nos níveis de deficiência “oculta” é freqüente o aparecimento de um ataque elevado da doença estria parda, causado pelo fungo *Helminthosporium stenospilum* (TOKESHI, 1991)

O perfilhamento é a fase pela qual a gema desenvolve-se em colmo primário, que por sua vez dá origem a colmos secundários, dos quais brotam os colmos terciários, e assim sucessivamente, formando as touceiras. Sabe-se que o perfilhamento da cana-de-açúcar é influenciado por fatores como água, luz, temperatura, nutrição, época de plantio, pragas, doenças, espaçamentos e profundidade de plantio Bacchi (1983).

Machado et al. (1982), Rocha (1984) e Prado (1988), verificaram que durante o ciclo da cana-de-açúcar o número de perfilho atinge seu pico entre os 90 a 160 dias.

Diversos procedimentos podem ser utilizados direta ou indiretamente na avaliação do estado nutricional das plantas. Dentre os primeiros estão os métodos de análise visual, foliar e da seiva (FONTES, 2001).

Além de ser ferramenta importante no processo de avaliação do estado nutricional da planta, a análise foliar pode ser realizada com outros objetivos, como confirmar a diagnose visual de sintomas de deficiência/toxidez, identificar “fome oculta”, verificar se o nutriente aplicado ao solo foi absorvido pela planta, caracterizar a concentração dos nutrientes nas plantas ao longo dos anos, quantificar a remoção de nutrientes pela parte colhida, prever a produção da cultura (prognóstico), mapear áreas de fertilidade do solo e estimar os níveis de nutrientes em dietas disponíveis aos animais (FONTES, 2001).

As folhas, de modo geral, são consideradas os melhores órgãos para o diagnóstico, tendo em vista que não somente refletem um quadro geral das condições nutricionais das plantas, mas, também, quase sempre estão presentes, não importando a extensão da cultura ou a idade da planta, sendo facilmente amostradas por remoção, sem grandes danos ao vegetal como um todo (REUTER; ROBINSON, 1988; JONES et al., 1991; MARSCHNER, 1995; MALAVOLTA et al., 1997).

A diagnose foliar é, portanto, um método de avaliação do estado nutricional de plantas, através do qual são analisadas quimicamente folhas de idade fisiológica definida. As folhas são normalmente a parte escolhida por responderem mais prontamente às variações no suprimento de nutrientes, representando melhor o estado nutricional da planta (HOFFMANN et al., 1996; MALAVOLTA et al., 1997).

Raij e Cantarella (1996) procederam a amostragem de folhas visando avaliar a fertilidade do solo pela técnica da diagnose foliar. Foram determinadas as faixas de teores adequados de nutrientes na cana-de-açúcar. Os teores de micronutrientes apresentados em mg kg^{-1} foram: B (10,0 – 30,0); Cu (6,0 -15,0); Fe (40,0 – 250,0); Mn (25,0 – 250,0); Mo (0,05 –

0,20) e Zn (10,0 – 50,0). Os teores de macronutrientes apresentados em g kg^{-1} foram: Ca (2,0 – 8,0); K (10,0 – 16,0); Mg (1,0 – 3,0); N (18,0 – 25,0); P (1,5 – 3,0) e S (1,5 – 3,0).

O fertilizante organomineral se constitui num produto novo e alternativo, fruto do enriquecimento de adubos orgânicos com fertilizantes minerais. Como decorrência da maior concentração de nutrientes em relação aos fertilizantes orgânicos, apresenta a vantagem de poder ser empregado em menores quantidades por área, além do menor custo de transporte. Além disso, Kehl (1999) observa que o fertilizante organomineral, ao contrário do químico, pode ser empregado de uma só vez no solo, pois seus nutrientes estão sob a forma orgânica e mineral. Por exemplo, o nitrogênio mineral é prontamente assimilado pelas raízes, enquanto o nitrogênio orgânico, do adubo orgânico, será absorvido pela planta quando o nitrogênio mineral já foi absorvido ou lavado pela água da chuva, ou irrigação, que atravessa o perfil do solo.

Segundo Castro e Vieira (2001), bioestimulantes ou estimulantes vegetais referem-se às misturas de reguladores vegetais ou de reguladores vegetais com outros compostos de natureza bioquímica diferente (aminoácidos, micronutrientes, vitaminas). Segundo Casillas et al. (1986), essas substâncias são eficientes quando aplicadas em baixas doses favorecendo o bom desempenho dos processos vitais da planta, permitindo assim a obtenção de maiores e melhores colheitas, além de garantir rendimentos satisfatórios em condições ambientais adversas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na usina Trialcool – Lagoinha Agroindustrial S.A do Grupo João Lira, sito no perímetro rural do município de Canápolis-MG a margens direita da rodovia BR 365 km 740, sentido Trevão ao Município de Ituiutaba-MG, sendo que a usina localiza 25 km deste município e em torno de 130 km do município de Uberlândia - MG.

A data do plantio da cana de açúcar foi 16/02/2007, solo do experimento foi caracterizado como de textura média. A variedade da cana de açúcar utilizada foi a RB 92579 – de ciclo média – tardia. A média de gemas de cana-de-açúcar (muda) foi de 15 por metro linear no sulco de plantio, o espaçamento utilizado foi de 1,4 metros. A adubação padrão utilizada consistiu de torta de filtro na quantidade de 24 t/ha e realizou-se adubação de cobertura na quantidade de 200kg/ha de cloreto de potássio.

O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, com 8 tratamentos e 4 repetições, totalizando 32 parcelas. Cada parcela tinha 7 linhas de 10 metros, espaçadas de 1,40m, totalizando uma área de 98 m² por parcela e área total do ensaio de 3136 m². Dentro de cada parcela foi utilizado área útil de 5 linhas de 6 metros cada, totalizando uma área de 42 m² por parcela. O croqui do ensaio encontra-se em anexo.

Os tratamentos consistiam na aplicação dos fertilizantes à base de micronutrientes e aminoácidos, definidos conforme Tabela 1.

Tabela 1. Relação dos tratamentos.

Tratamento	Fertilizantes
1	2,0 Kg micronutrientes via sulco de plantio junto ao inseticida
2	3,0 Kg micronutrientes via sulco de plantio junto ao inseticida
3	4,0 Kg micronutrientes via sulco de plantio junto ao inseticida
4	0,5 L aminoácidos + 1,5 Kg micronutrientes via foliar
5	0,75 L aminoácidos + 1,5 Kg micronutrientes via foliar
6	0,75 L aminoácidos + 2,0 Kg micronutrientes via foliar
7	1,0 L aminoácidos + 2,0 Kg micronutrientes via foliar
8	Testemunha

Os produtos utilizados a base de micronutrientes e aminoácidos foram o Plantin Plus que é um fertilizante foliar quelatizado na forma de pó solúvel contendo na sua formulação as seguintes concentrações: Zn-8,0 %; Mn-5,0 %; B-3,0 %; Mo-0,1 %; N-10,0 %; Mg-1,5 %; S-8,0 % e o Ferty-Mould que é um fertilizante organomineral de natureza física fluida contendo na sua formulação as seguintes concentrações N-11%, K₂O-1%, carbono orgânico total - TOC-8% e uma densidade de 1,3 g/ml. Os fertilizantes foliares foram cedidos pelo Laboratórios Pfizer S/A.

Os parâmetros avaliados foram: número de perfilhos aos 60, 133, 182, 244 e 293 dias após brotação e análises foliares, sendo a primeira coleta de folhas realizada antes da adubação foliar e a segunda aos 30 dias após a adubação foliar.

Na contagem dos perfilhos dentro de cada parcela descartaram-se as duas linhas laterais e dois metros de cada extremo por linha, contando todos os perfilhos dessa área que é

caracterizado como área útil. Para análise foliar realizou-se a coleta da folha +1 das plantas de todos os tratamentos, amostrando 20 folhas por parcela dentro da área útil.

A análise foliar foi realizada no laboratório de análise de solos Labas da Universidade Federal de Uberlândia- ICIAG/UFU, segundo metodologia proposta por Bataglia (1985)

A análise estatística dos dados foi realizado no programa de análises estatística SISVAR e as medias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. As análises de regressão foram realizadas no programa de Sanest.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Teor foliar de boro

Variações de doses do fertilizante a base de micronutriente, aplicado via sulco de plantio, sobre os teores foliares de boro na planta encontra-se na Tabela 2.

Tabela 2. Médias do teor foliar de boro para dose do fertilizante aplicados no sulco de plantio cultura da cana-de-açúcar. Usina Trialcool Canápolis-MG 2007.

Níveis (Doses em kg ha^{-1})	Médias (mg kg^{-1})
2,0	10,75
3,0	8,25
4,0	7,00
0,0	6,90

O ponto máximo do teor de boro foliar obtido com a curva de regressão foi com a dose de $1,94 \text{ kg ha}^{-1}$ do fertilizante, cujo teor foliar foi de $10,07 \text{ mg kg}^{-1}$ de boro nas folhas de cana-de-açúcar (Figura 1).

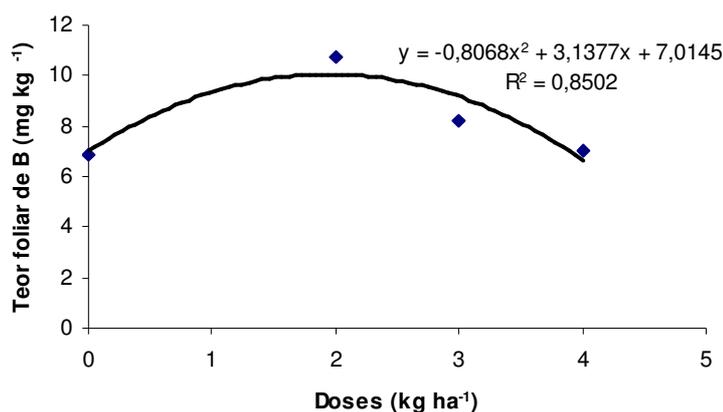


Figura 1. Regressão para doses do fertilizante sobre os teores foliares de boro na cultura da cana-de-açúcar. Usina Trialcool Canápolis-MG 2007.

Para teores foliares de boro a melhor dose foi a de 2 kg há^{-1} a qual se aproximou do ponto máximo de teor foliar, sendo que a medida que se aumenta a dose do

fertilizante o teor foliar do boro diminui fato este explicado por ocorrer uma saturação do micronutriente próximo as brotação e raízes da cana-de-açúcar diminuindo a absorção dos macronutrientes e conseqüentemente diminuição da absorção de boro

A análise foliar do boro antes e depois da adubação foliar, realizada, somente nos tratamentos 4, 5, 6 e 7, encontra-se na Tabela 3.

Tabela 3. Teores foliares de boro antes e trinta dias após a adubação foliar, realizada, somente nos tratamentos 4, 5, 6 e 7. Usina Trialcool Canápolis-MG 2007.

Tratamento	BORO	
	Antes	Depois
		mg dm ⁻³
1 - 2 Kg micro sulco	10,75 A a	9,25 A a
2 - 3 Kg micro sulco	8,25 AB a	8,25 A a
3 - 4 Kg micro sulco	7,00 AB a	10,75 A b
4 - 0,50 aa + 1,5 Kg micro foliar	8,00 AB a	8,25 A a
5 - 0,75 aa + 1,5 Kg micro foliar	6,00 AB a	10,75 A b
6 - 0,75 aa + 2,0 Kg micro foliar	6,50 AB a	8,50 A a
7 - 1,00 aa + 2,0 Kg micro foliar	5,50 B a	10,25 A b
8 - Testemunha	9,00 AB a	9,00 A a
Teores ideais segundo Raij e Cantarella (1996)		10 – 30
DMS	4,85 / 3,02	4,85 / 3,02

Letra maiúscula na coluna compara entre tratamentos para cada época e letra minúscula na linha compara entre épocas para cada tratamento.

O teor foliar do boro quando comparado entre tratamentos (letra maiúscula) para a época antes da adubação foliar o tratamento 1 foi o melhor tratamento diferindo estatisticamente apenas do tratamento 7 o qual obtinha os menores teores foliares de boro nesta época. Resultado explicado pela utilização de 2 kg de micronutriente no sulco de plantio contendo 3% de boro em sua formulação.

Na época depois da adubação foliar não ocorreu diferença estatística.

Quando se compara entre épocas (letra minúscula) os tratamentos 3, 5 e 7 foram os melhores resultados diferindo estatisticamente das épocas dos outros tratamentos. Pode-se explicar que no tratamento 3 a quantidade de boro aplicado no solo foi a mais elevada e este nutriente ficou em maiores quantidades no solo fornecendo boro por mais tempo até essa época. Nos tratamentos 5 e 7 o incremento de boro é justificado pelo fato de que esse micronutriente foi aplicado via foliar associado ao aminoácido o qual ajudou o carreamento do nutriente para o interior da planta mesmo em condições de estresse hídrico. Deve-se levar em destaque que o tratamento 7 antes da adubação foliar continha o menor teor foliar e após a adubação foliar elevou-se seu teor de 5,5 mg/dm³ para 10,25 mg/dm³.

4.2 Teores foliares de manganês

Na análise estatística de regressão do manganês os testes não foram significativos.

A análise foliar do manganês antes e depois da adubação foliar, realizada, somente nos tratamentos 4, 5, 6 e 7, encontra-se na Tabela 4.

Tabela 4. Teores foliares de manganês antes e trinta dias após a adubação foliar, realizada, somente nos tratamentos 4, 5, 6 e 7. Usina Trialcool Canápolis-MG 2007.

Tratamento	MANGANÊS			
	Antes		Depois	
	mg dm ⁻³			
1 - 2 Kg micro sulco	87,50	A a	078,00	AB a
2 - 3 Kg micro sulco	88,75	A a	077,00	AB a
3 - 4 Kg micro sulco	85,00	A a	069,75	B a
4 - 0,50 aa + 1,5 Kg micro foliar	105,50	A a	100,75	A a
5 - 0,75 aa + 1,5 Kg micro foliar	87,75	A a	097,25	AB a
6 - 0,75 aa + 2,0 Kg micro foliar	93,75	A a	091,00	AB a
7 - 1,00 aa + 2,0 Kg micro foliar	88,50	A a	102,25	A a
8 - Testemunha	93,50	A a	077,50	AB a
Teores ideais segundo Raij e Cantarella (1996)			25 – 250	
DMS	28,68 / 17,86		28,68 / 17,86	

Letra maiúscula na coluna compara entre tratamentos para cada época e letra minúscula na linha compara entre épocas para cada tratamento.

O teor foliar do manganês quando comparado entre tratamentos (letra maiúscula) para a época antes da adubação foliar, não ocorreu diferença estatística.

Na época 30 dias após a adubação foliar os melhores tratamentos foram o 4 e o 7 diferindo estaticamente apenas do tratamento 3 e este não diferiu estatisticamente dos tratamentos 1, 2, 5, 6, e 8. Os tratamentos 4 e 7 que foram os melhores tratamentos, obtiveram esse incremento na folha de manganês pelo fato de que o nutriente foi aplicado via foliar associado ao aminoácido o qual ajudou o carregamento do nutriente para o interior da planta mesmo em condições de estresse hídrico.

Quando se compara entre épocas (letra minúscula) não ocorreu diferença estatística.

4.3 Teores foliares de zinco

Variações de doses do fertilizante a base de micronutriente, aplicado via sulco de plantio, sobre os teores foliares de boro na planta encontra-se na Tabela 5.

Tabela 5. Médias do teor foliar de zinco para dose do fertilizante aplicados no sulco de plantio cultura da cana-de-açúcar. Usina Trialcool Canápolis-MG 2007.

Níveis (Doses em kg ha ⁻¹)	Médias (mg kg ⁻¹)
2,0	14,5
3,0	14,0
4,0	13,5
0,0	13,9

O ponto máximo do teor de zinco foliar obtido com a curva de regressão foi com a dose de 1,69 kg ha⁻¹ do fertilizante foliar, cujo teor foi de 14,43 mg kg⁻¹ de zinco nas folhas de cana-de-açúcar (Figura 2).

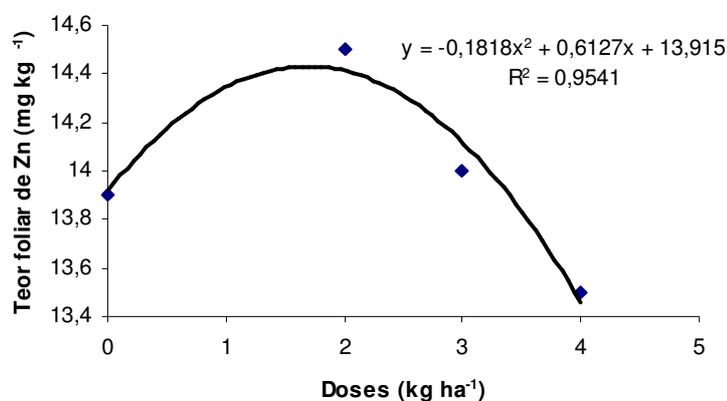


Figura 2. Regressão para doses do fertilizante sobre os teores foliares de zinco na cultura da cana-de-açúcar. Usina Trialcool Canápolis-MG 2007.

Para teores foliares de zinco a melhor dose foi a de 2 kg há⁻¹ a qual se aproximou do ponto máximo de teor foliar, sendo que a medida que se aumenta a dose do fertilizante o teor foliar do boro diminui fato este explicado por ocorrer uma saturação do micronutriente próximo as brotação e raízes da cana-de-açúcar diminuindo a absorção dos macronutrientes e conseqüentemente diminuição da absorção de Zinco.

A análise foliar do zinco antes e depois da adubação foliar, realizada, somente nos tratamentos 4, 5, 6 e 7, encontra-se na Tabela 6.

Tabela 6. Teores foliares de zinco antes e trinta dias após a adubação foliar, realizada, somente nos tratamentos 4, 5, 6 e 7. Usina Trialcool Canápolis-MG 2007.

Tratamento	ZINCO	
	Antes	Depois
		mg dm ⁻³
1 - 2 Kg micro sulco	14,50 A a	17,00 B a
2 - 3 Kg micro sulco	14,00 A a	16,75 B a
3 - 4 Kg micro sulco	13,50 A a	18,25 B a
4 - 0,50 aa + 1,5 Kg micro foliar	13,75 A a	47,50 A b
5 - 0,75 aa + 1,5 Kg micro foliar	13,75 A a	45,50 A b
6 - 0,75 aa + 2,0 Kg micro foliar	13,75 A a	54,50 A b
7 - 1,00 aa + 2,0 Kg micro foliar	14,50 A a	60,50 A b
8 - Testemunha	13,75 A a	14,50 B a
Teores ideais segundo Raij e Cantarella (1996)		10 – 50
DMS	23,40 / 14,57	23,40 / 14,57

Letra maiúscula na coluna compara entre tratamentos para cada época e letra minúscula na linha compara entre épocas para cada tratamento.

O teor foliar do zinco quando comparado entre tratamentos (letra maiúscula) para a época antes da adubação foliar, não ocorreu diferença estatística.

Na época 30 dias após a adubação foliar, os tratamentos 4, 5, 6 e 7 diferiram estatisticamente dos outros tratamentos sendo estes os melhores tratamentos pelo fato de ter ocorrido a adubação foliar nesses tratamentos o que proporcionou a absorção foliar do nutriente manganês mesmo em estresse hídrico justificado por o adubo foliar ser aplicado em associação com aminoácido o que facilitou a absorção e carregamento do nutriente para o interior do vegetal observando que a medida que se eleva a dose do amonoácido eleva-se também os teores foliares de zinco. Também por a cana de açúcar ser uma gramínea e toda gramínea responde a adubação com zinco o qual possui mobilidade intermediária dentro da planta e fatores de absorção via solo podem impedir seu incremento foliar.

Quando se compara entre épocas (letra minúscula) novamente os tratamentos 4, 5, 6 e 7 diferiram estatisticamente do restante dos tratamentos fato já explicado acima.

4.4 Número de perfilhos

A contagem de perfilhos nas cinco épocas após a o plantio da cana de açúcar encontra-se na Tabela 6.

Tabela 6. Números de perfilho aos 60, 133, 183, 244 e 293 dias após o plantio. Usina Trialcool Canápolis-MG 2007/08.

Tratamento	DIAS APÓS O PLANTIO				
	60	124	183	244	293
2 Kg micro sulco	99,50 A	129,50 A	121,35 A	121,60 A	87,55 A
3 Kg micro sulco	93,90 A	125,65 A	115,90 A	117,80 A	84,05 A
4 Kg micro sulco	92,65 A	114,45 A	102,90 A	115,35 A	94,00 A
0,50 aa + 1,5 Kg micro foliar	92,05 A	118,60 A	125,60 A	120,65 A	85,10 A
0,75 aa + 1,5 Kg micro foliar	90,35 A	121,65 A	118,90 A	123,25 A	87,57 A
0,75 aa + 2,0 Kg micro foliar	86,70 A	122,05 A	126,60 A	126,80 A	85,30 A
1,00 aa + 2,0 Kg micro foliar	90,95 A	118,60 A	121,20 A	127,25 A	89,30 A
Testemunha	91,17 A	117,50 A	103,40 A	119,00 A	78,70 A
DMS	16,65	16,65	16,65	16,65	16,65

Analisando a Tabela 6, observa-se que em nenhuma época ocorreu diferença estatística entre os tratamentos na utilização de micronutrientes fato este em concordância com os autores, Orlando Filho e Rodella (1995), Weber et al.(1998) e Teixeira (2005), os quais estudaram os efeitos de diversas doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre soqueiras de cana-de-açúcar, e não observaram diferença significativa no número de perfilhos ha⁻¹. Os nutrientes neste trabalho analisados foram; boro, zinco e manganês e tendo em vista que os seguintes autores (DILLEWIJ, 1952; SILVA; MALAVOLTA et. al., 1967; CASAGRANDE, 1983; CLEMENTS, 1980) verificaram que nitrogênio e o fósforo são os principais nutrientes responsáveis pelo perfilhamento da cana-de-açúcar, fato este justificando que os micronutrientes nesta condição não resultou diferença estatísticas sobre o perfilhamento.

5 CONCLUSÕES

Pode-se concluir que para os teores foliares de boro, manganês e zinco o tratamento 7 (1 litro de aminoácido + 2 kg de micro via foliar) foi o melhor tratamento e analisado isoladamente quando aplicado no sulco de plantio o melhor tratamento foi o 1 (2kg de micronutriente)

Conclui-se que apesar da cana de açúcar estar em déficit hídrico e altamente estressada na época da pulverização foliar ocorreu a absorção e incremento desses micro-elementos pela folha.

Para o perfilhamento não ocorreu diferença estatística em todas as épocas avaliadas mesmo ocorrendo diferença estatística no incremento de boro, manganês e zinco nos teores foliares.

ANEXO

Tabela 8. Layout do experimento usina trialcool 2007.

E S T R A D A	Blocos				Tratamentos				
	D	6 D	4 D	8 D	1 D	7 D	5 D	3 D	2 D
	C	4 C	6 C	3 C	2 C	1 C	7 C	8 C	5 C
	B	8 B	2 B	7 B	5 B	1 B	6 B	4 B	3 B
	A	3 A	1 A	4 A	7 A	8 A	6 A	5 A	2 A

→

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, P. R. de A. et al. Adubação nitrogenada e molíbdica da cultura do feijão cv. Meia Noite. *In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO*,6, 1999, Salvador. **Resumos**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 1999. p.735-736.
- BACCHI, O.O.S Botânica da cana-de-açúcar. *In: ORLANDO F., J (ed). Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil*. Piracicaba: IAA Planalsucar 1983, p.24-37
- BORKERT, C. M. **Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira**. Londrina: Embrapa- CNPSo/IAPAR/SBCS, 1988. 317p.
- CAMARGO, P. N.; SILVA, O. **Manual de adubação foliar**. São Paulo: La Librería, 1975, 258p.
- CASILLAS, V. J. C.; LONDOÑO, I. J.; GUERRERO, A. H.; BUITRAGO, G. L. A. Análisis cuantitativo de la aplicacion de cuatro bioestimulants en el cultivo del rabano (*Raphanus sativus* L.). *Acta Agronomica*, Palmira, v. 36, n. 2, p.185-195, 1986.
- CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2001. 132 p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira Cana-de-Açúcar Safra 2007/2008**, primeiro levantamento. Brasília, maio. 2007. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 01 jul.2007.
- COSAN. **Mercado**: O Brasil no mercado mundial. Piracicaba, 2006. Disponível em: http://www.cosan.com.br/mercado_brasil.aspx. Acesso em: 08 dez. 2006.
- COUTO, E. G.; KLAMT, E. Variabilidade espacial de micronutrientes em solo sob pivô central no sul do Estado de Mato Grosso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 12, p. 2321-2329, dez. 1999.
- COUTO, E. G.; NOVAIS, R. F.; TEIXEIRA, J. L.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. Níveis críticos de zinco no solo e na planta para o crescimento de milho em amostras de solos com direfentes valores de fator capacidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 16, n.12, p. 79-87, 1992.
- DANIELS, J.; ROACH, B. T. Taxonomy and evolution. *In: HINZ, D. J. (ed). Surgacane improvement through breeding*. Amsterdam: Elsevier, 1987. 84p.
- DECHEN, A.R.; HAAG, H.P.; CARMELLO, Q. A. de C. Função dos micronutrientes nas plantas. *Ir: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. (ed.). Micronutrientes na agricultura*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato e CNPq, 1991, p.66-78.

ERNANI, P. R.; BAYER, C.; MAESTRI, L. Corn yield as affected by liming and tillage system on an acid Brazilian Oxisol. **Agronomy Journal**, Madison, v. 94, p. 305-309, 2002.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Improving nutrient use efficiency off annual crops in Brazilian acid soils for sustainable crop production. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 32, p. 1303-1319, 2001.

FONTES, P. C. R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; CLARK, R. B. Micronutrients in crop production. **Advances in Agronomy**, New York, v. 77, p. 189-272, 2002.

GALRÃO, E. Z. Efeito de micronutrientes e do cobalto na produção e na composição química do arroz, milho e soja em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 8, p. 111-116, 1984.

GALRÃO, E. Z. Métodos de aplicação de cobre e avaliação da disponibilidade para a soja num Latossolo Vermelho Amarelo franco-argiloso-arenoso fase cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 265-272, 1999.

JONES JR., J.B.; WOLF, B.; MILL, H. A. **Plant Analysis Handbook: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide**. Athens: Micro-Macro Publishing, 1991.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes organominerais**. Piracicaba: snt, 1999. 146p.

MACHADO, E.C.; PEREIRA, A.R.; FAHL, J.I.; ARRUDA, J.V.; CIONE, J. Índices biométricos de duas cultivares de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, 1982, v.17, p. 1323-1329.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós, 1997, p.319.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. London: Academic Press, 1995. 899p.

MATSUOKA, S.; GARCIA, A. A. F.; CALHEIROS, G. G. Hibridação em cana-de-açúcar. In: BORÉM, A. (ed.). **Hibridação artificial de plantas**. Viçosa:UFV, 1999. p.221-254.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. A. de; MALAVOLTA, E.; CABRAL, C. P. Efeitos do manganês sobre a soja cultivada em solo de cerrado do Triângulo Mineiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 8, p. 1629-1636, ago. 2000.

OLIVEIRA, I. P.; THUNG, M. D. T. Nutrição Mineral In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.) **Cultura do Feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafós, 1988. p. 175-212.

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

PRADO, A.P.A. **Perfilhamento e produção da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) em função da densidade de plantio**. Piracicaba, (Dissertação de Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1988,69p.

PRODUÇÃO de cana de açúcar deve bater recordes na safra 2005-2006. **UOL Economia**. São Paulo; 04 jan. 2006. Disponível em: <http://noticias.uol.com.br/economia/ultnot/efe/2006/01/04/ult1767u58086.jhtm>. Acesso em: 08 dez. 2006.

RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. 255p. (Boletim Técnico, 100).

REUTER, D.J.; ROBINSON, J.B. **Plant analysis: an interpretation manual**. Melbourne: Inkata Press, 1988. 218p.

ROCHA, A.M.C. **Emergência, perfilhamento e produção de colmos da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) em função das épocas de plantio no estado de São Paulo**. Piracicaba, (Dissertação de Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1984. 154p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; SANTARÉM, E.R. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719p.

TOKESHI, H. Cana-de-açúcar. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. (ed.). **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato e CNPq, 1991, p.485-499.

UNIÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DE SÃO PAULO – ÚNICA. **Informação Única**, ano 7, número 63, jan./fev. 2005