

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

WELLINGTON SILVA DE OLIVEIRA

**EFEITOS DE MICRONUTRIENTES E AMINOÁCIDOS NA PRODUTIVIDADE E
CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS NA CANA-PLANTA EM SOLOS DE
CERRADO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**Uberlândia
Março – 2009**

WELLINGTON SILVA DE OLIVEIRA

**EFEITOS DE MICRONUTRIENTES E AMINOÁCIDOS NA PRODUTIVIDADE E
CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS NA CANA-PLANTA EM SOLOS DE
CERRADO**

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
Março – 2009**

WELLINGTON SILVA DE OLIVEIRA

**EFEITOS DE MICRONUTRIENTES E AMINOÁCIDOS NA PRODUTIVIDADE E
CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS NA CANA-PLANTA EM SOLOS DE
CERRADO**

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 março de 2009

Prof. Dr. José Emílio Teles de Barcelos
Membro da banca

Doutorando Luís Augusto da Silva Domingues
Membro da banca

Prof. Dra. Regina Maria Quintão Lana

Orientadora

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me ajudado em todos os momentos difíceis na minha vida, ter me dado forças para enfrentar os problemas em minha vida e sair vitorioso, ter me concedido a família maravilhosa que tenho e ter me possibilitado a oportunidade de conseguir concluir um curso superior. Aos meus pais Hélio Eduardo Oliveira e Vera Lúcia da Silva Oliveira por tudo que fizeram e fazem por mim, pela educação e ensinamentos que me deram, pela força e apoio que me concederam nos momentos difíceis da minha vida, por terem se esforçado para conseguir me dar estudo, pois várias vezes eles se privaram de coisas de seu próprio interesse para investir em mim, dando-me a oportunidade de estudar fora com o objetivo de eu ter um ensino de melhor qualidade, para eu conseguir me formar. À minha irmã Eletícia pelo apoio, companheirismo e ajuda em todos esses anos que vivemos juntos. À minha namorada Adrielli pela dedicação, apoio, amizade, ajuda que tem me concedido em todo esse tempo que estamos juntos. Aos meus tios e primos, em especial Eduardo, Émerson, Ricardo, Paula pelo apoio que me prestaram.

À Professora Regina, pela oportunidade de trabalhar sob a sua orientação, pelos ensinamentos e pela amizade que construímos durante esse tempo. Ao Professor José Emílio pela amizade e orientações concedidas. À Usina Triálcool e a todos os seus funcionários que me ajudaram na realização do experimento. À empresa Pfizer, na pessoa de Pedro Couto, por ter concedido os produtos utilizados durante o experimento. Aos meus amigos da 37ª e 38ª Turmas de Agronomia da UFU, em especial Thiago Menezes, Tiago Moreli, Vitor, Antônio, Breno, Dener, Sérgio, Rafael Jorge, Rafael Prado, Wilson, Renato, Bruno, João Batista, João Francisco, Túlio.

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência da aplicação de produtos a base de micronutrientes e aminoácidos na cana de açúcar, via foliar e via sulco de plantio, em diferentes doses, analisando os parâmetros produtivos (número de colmos, peso de trinta colmos, produtividade, Brix, POL%, pureza, fibra, POL% cana, ATR e AR). O experimento foi realizado na Usina Triálcool, no município de Canápolis – MG, no período de 16/02/2007 a 07/07/2008. O delineamento experimental utilizado foi DBC, contendo 4 blocos com 8 tratamentos cada. Os tratamentos empregados foram: 2,0 kg micronutrientes via sulco de plantio; 3,0 kg micronutrientes via sulco de plantio; 4,0 kg micronutrientes via sulco de plantio; 0,5 L aminoácidos + 1,5 kg micronutrientes via foliar; 0,75 L aminoácidos + 1,5 kg micronutrientes via foliar; 0,75 L aminoácidos + 2,0 kg micronutrientes via foliar; 1,0 L aminoácidos + 2,0 kg micronutrientes via foliar; e, a testemunha (sem aplicação de micronutrientes e aminoácidos). Concluiu-se que não houve diferença significativa, dentre os parâmetros avaliados, em nenhuma das doses de micronutrientes e aminoácidos utilizadas, para a variedade RB 92-579.

Palavras chave: *Saccharum sp.*, micronutrientes, aminoácidos, solo de cerrado.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 REVISÃO DE LITERATURA	8
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
4 RESULTADOS E DICUSSÃO	17
5 CONCLUSÕES	21
ANEXO I	22
REFERÊNCIAS	23

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, há indícios de que o cultivo da cana-de-açúcar seja anterior à época do descobrimento, mas seu desenvolvimento se deu posteriormente, com a criação de engenhos e plantações com mudas trazidas pelos portugueses. Já em fins do século XVI, os Estados de Pernambuco e Bahia contavam mais de uma centena de engenhos, tendo a cultura florescido de tal modo que o Brasil, até 1650, liderou a produção mundial de açúcar, com grande penetração no mercado europeu (MOZAMBANI et al., 2006).

A cana-de-açúcar é uma planta de clima tropical, tendo o seu desenvolvimento afetado pelas condições climáticas, o que desfavorece o seu cultivo em regiões de clima temperado. Esse fato favorece muito o Brasil, pois grande parte de sua extensão territorial está localizada em área tropical, o que possibilita o plantio de cana em várias áreas do território brasileiro, favorecendo a expansão do cultivo da cana-de-açúcar no País. Com isso, o Brasil desponta no plantio de cana, tanto em área cultivada como em produção, sendo o maior produtor mundial.

Com a grande preocupação ambiental existente por parte da população, a tendência é de cada vez menos poluir o ambiente, e uma excelente alternativa para isto é o uso do álcool combustível, porque além de poluir menos, é também uma fonte renovável, ao contrário do petróleo. Mas são poucos países que têm o potencial produtivo que o Brasil possui, o que conseqüentemente tornará o Brasil um grande exportador de álcool e açúcar, aumentando em grande escala a sua economia. Alguns países, tais como os EUA, produzem álcool a partir do milho, mas esse processo é mais caro e necessita de maior quantidade de milho quando comparado à cana-de-açúcar.

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.

Segundo a CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) no terceiro levantamento em dezembro de 2008, a produção de cana-de-açúcar da safra 2008, indica que o volume total processado pelo setor sucroalcooleiro, atingiu um montante entre 571,37 milhões de toneladas. Este volume representa um aumento de 12,22% do obtido na safra 2007, ou seja, uma quantidade de 69,8 milhões de toneladas adicionais do produto.

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 são requeridos por serem elementos essenciais e exercerem diversas funções metabólicas e fisiológicas nas plantas, sendo que a falta de um desses micronutrientes, pode acarretar na diminuição da produção e perda de qualidade da cana-de-açúcar.

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 aminoácidos participam diretamente no metabolismo das plantas e as suas funções estão relacionadas aos aspectos fisiológicos e bioquímicos.

A utilização de aminoácidos nas plantas promove maior eficiência no transporte e assimilação dos nutrientes e dos demais produtos fitossanitários utilizados, intensifica o desenvolvimento do sistema radicular, aumenta os mecanismos de defesa da planta em relação ao ataque de pragas e doenças, e propicia uma maior e melhor recuperação das plantas diante de condições de stress.

O objetivo deste experimento foi avaliar os efeitos de micronutrientes e aminoácidos na produtividade e características tecnológicas na variedade RB 92-579 de cana-de-açúcar, em solo de cerrado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A cana-de-açúcar, bem como as demais plantas superiores, necessita para o seu desenvolvimento de macro (N, P, K, Ca, Mg, S) e de micronutrientes (B, Cl, Cu, Fe, Mn, Zn, Mo, Si), em especial B e Zn.

Os micronutrientes desempenham funções vitais no metabolismo das plantas, quer como parte de compostos responsáveis por processos metabólicos e/ou fenológicos, quer como ativadores enzimáticos (VITTI et al., 2005).

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

O boro é responsável pelo desenvolvimento de raízes e transporte de açúcares (VITTI et al., 2005).

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).

Os sintomas leves de deficiência deste micronutriente mostram pequenas estrias cloróticas e aquosas no espaço internerval das folhas jovens. As áreas cloróticas podem evoluir para a necrose e o crescimento irregular do limbo foliar tende a causar enrugamento em algumas bandas. Nos casos mais severos, os sintomas evoluem para a necrose das folhas, encurtamento do limbo foliar e necrose do tecido meristemático intercalar, causando os sintomas de necrose interna em forma de espiral no caule, próximo ao meristema apical (TOKESHI, 1991 apud VITTI et al., 2005).

O Manganês atua na fotossíntese, sendo envolvido na estrutura, funcionamento e multiplicação de cloroplastos, também realiza o transporte eletrônico (VITTI et al., 2005).

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).

As plantas de cana-de-açúcar deficientes do micronutriente manganês apresentam sintomas visuais como faixas longitudinais bem distintas de tecidos verde e amarelo do meio para as pontas das folhas; em casos severos, a folha perde totalmente a cor verde, tornando-se uniformemente clorótica; nas regiões esbranquiçadas podem aparecer manchas necróticas que coalescendo produzem estrias contínuas de tecido morto. Estrias amarelas ao longo das nervuras e folhas mais finas (VITTI et al., 2005).

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 (VITTI et al., 2005).

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; LIPSETT, 1981 apud DECHEN et al., 1991).

Quando há deficiência de Mo na planta, ocorrem pequenas estrias cloróticas longitudinais começando no terço apical da folha; folhas mais velhas secam prematuramente do meio para as pontas (VITTI et al., 2005).

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 apud VITTI et al., 2005).

Os aminoácidos são sintetizados nos vegetais em complexas vias metabólicas controladas por enzimas, substratos e pelos próprios aminoácidos que são os produtos finais. Além dos vinte aminoácidos que são comumente produzidos e incorporados nas proteínas, mais de trezentos tipos adicionais foram identificados nos vegetais (FERREIRA et al., 2005).

Os aminoácidos desempenham importantes funções como transportadores de nitrogênio para diferentes partes nos vegetais; reguladores em diversos processos envolvidos em resposta a diferentes condições ambientais e sendo, ainda, importantes para a qualidade nutricional das proteínas presentes nas sementes (AZEVEDO et al., 2006).

Os solos de cerrado além de serem naturalmente pobre no que se refere à fertilidade, sofrem anualmente grandes remoções de nutrientes pelas colheitas, fazendo com que cuidados especiais devam ser tomados em relação ao seu manejo de adubação e fertilidade. Nesse caso, a correção da acidez com calcário e a adubação das culturas são práticas comprovadamente indispensáveis ao manejo dos solos, sem as quais teria sido impossível a instalação, na região dos cerrados, de culturas (BARBOSA FILHO; DA SILVA O. F., 2000).

De acordo com Fernandes (2000), uma das variáveis agroindustriais mais facilmente determinadas em laboratório ou mesmo em campo, é o Brix. Quando se trata de cana madura existe estreita relação entre essa porcentagem e o conteúdo de sacarose na solução. Por consenso, admite-se o Brix como sendo a porcentagem de sólidos solúveis contidos em uma solução açucarada.

Uma vez presentes, os fatores climáticos que fazem com que a cana-de-açúcar passe do estágio vegetativo (intensa produção de biomassa vegetal) para o estágio de maturação, ocorre a paralisação do crescimento vegetativo e acúmulo progressivo de sacarose nas células isodiamétricas do tecido parenquimatoso do colmo. Sendo a sacarose um dos sólidos do caldo (80-90%), o aumento do seu conteúdo acaba por resultar em aumento do Brix do caldo. Como se trata de uma determinação relativamente simples, a determinação do Brix do caldo pode facilmente nos dar subsídios para avaliarmos o estágio de maturação em que se encontra um determinado talhão de cana (FRANCO, 2003).

A indústria sucroalcooleira, no Estado de São Paulo, considera que uma cana para ser industrializada deve ter, entre outras características, um caldo que contenha, no mínimo, 18° Brix, ou seja, 18% de sólidos solúveis (FERNANDES, 2000). Assim podem considerar que

no momento da colheita tanto de cana-planta como de cana-soca estes índices como sendo o ponto de maturação necessário para a industrialização (FRANCO, 2003).

A Pol% caldo representa a porcentagem de sacarose contida numa solução de açúcares, enquanto que a Pol% cana (PCC) é a porcentagem de sacarose existente na cana, caldo + fibra (FERNANDES, 2000). No Estado de São Paulo, segundo este autor, uma cana para ser considerada madura deve apresentar Pol% cana variando de 14,4 (início da safra) a 15,3 (transcorrer da safra). Deuber (1988) afirma que uma cana-de-açúcar torna-se madura no momento em que apresentar um teor mínimo de sacarose com Pol% cana acima de 13. Ainda, segundo o autor, a maturação, na Região Centro-Sul, tem início nos meses de abril a maio. A evolução do processo de maturação, a partir do qual se inicia o processo de decréscimo. Este processo define as curvas de maturação que são características das variedades e, ao mesmo tempo, influenciadas pelas condições de clima e solo.

Franco, 2003, apud Tasso Júnior, 2007, observou dados de Pol (caldo e cana) para a cana-planta e a cana-soca e desta forma verificou que os colmos foram colhidos após atingirem o ponto de maturação (Pol% cana com 14,7% na cana-planta e 16,7% na cana-soca). Segundo Fernandes (2000) este valor deve ser \geq que 14,4%.

Além da sacarose, participam da fração de açúcares no caldo de cana, a glicose e a frutose, dentre outros menos importantes. Os açúcares redutores (AR) são produtos precursores de cor no processo industrial de açúcar, isto é, intensificam a cor do açúcar, depreciando sua qualidade (FERNANDES, 2000).

Esses açúcares são sintetizados através da fotossíntese e utilizados pela planta como fonte de energia, a qual é resgatada através de sua degradação pela via respiratória. Além disso, esses açúcares constituem-se na matéria-prima para a formação da molécula de sacarose, a qual para a planta constitui-se em carboidrato de reserva. O processo que leva ao acúmulo de sacarose é denominado maturação. Dessa forma canas com estágio de maturação menos avançadas apresentam menos teor de sacarose e maiores teores de açúcares redutores (glicose e frutose). Por outro lado, canas em estágios mais avançados de maturação, com o transcorrer desse processo, têm aumentado progressivamente o teor de sacarose ao mesmo tempo em que há diminuição progressiva no teor de açúcares redutores. Entretanto, esse comportamento esperado nem sempre ocorre, pois o mesmo sofre interferências de fatores externos como: umidade do solo, fertilização excessiva principalmente no que se refere à adubação nitrogenada, presença de matéria orgânica no solo, aplicação de resíduos orgânicos, os quais atuam no sentido de prolongar a fase vegetativa da cana (FRANCO, 2003).

A fibra da cana é a parte sólida da planta formada por celulose, hemicelulose, ligninas, pentosanas, pectinas, e outros componentes. É o material que dá sustentação à planta e a formação aos órgãos de condução da seiva e estocagem do caldo e seus constituintes (FERNANDES, 2000).

No campo, por exemplo, a fibra está relacionada com a colheita, principalmente da cana picada, normalmente a condição de tornar os colmos eretos evitando o tombamento e, na industrial, a importância devido à moagem e balanço térmico da fábrica. A fibra também é empregada nos cálculos de determinações expressas em porcentagem de cana, como a Pol, ART, AR e demais parâmetros que definem a qualidade da cana-de-açúcar como matéria-prima. Na verdade, há dificuldade de se conhecer o teor real de fibra em função dos vários fatores envolvidos (STUPIELLO, 2002).

De acordo com Fernandes (2000), o teor de fibra da cana é uma característica varietal, mas é também influenciado por diversos fatores, como clima (chuva e temperatura), solo (umidade e fertilidade), época de corte e método de determinação.

O teor de fibra das variedades na Região Centro Sul são realmente mais baixos do que o encontrado em outros países. Em cana limpa, colmos inteiros, analisados pelo método da prensa com secagem do bagaço, a porcentagem de fibra oscila entre 9 a 15%. A análise de mais de três mil amostras de cinco importantes variedades (representantes de 40% da área colhida em São Paulo em 1999) mostrou média da fibra “botânica” de 11,35%. Os dados do sistema de pagamento de cana pelo teor de sacarose de São Paulo (PCTS) mostram que a fibra “industrial” oscilou entre 13% e 14% de 1987 a 1998 (FERNANDES, 2000).

A pureza aparente ou simplesmente pureza (PZA) é definida como a porcentagem de Pol no brix, que é o indicador da quantidade de açúcares em relação aos sólidos solúveis do caldo. Enquanto a cana se encontra em período de crescimento a pureza é baixa, devido particularmente à formação e consumo de açúcares para o crescimento. Em período maturação, o acúmulo de sacarose vai elevando a pureza devido ao aumento dos açúcares em relação aos sólidos solúveis (STUPIELLO, 2000).

A alta pureza (PZA) na cana é prenúncio de facilidade de açúcar e de altos rendimentos. Realmente isto é verificado pela baixa quantidade de não-sacarose, como componentes normais do caldo, aminoácidos, ácidos orgânicos, amido, açúcares redutores, além de outros precursores e formadores de cor (STUPIELLO, 2000).

A pureza (PZA), aqui considerada, expressa a porcentagem que a sacarose representa nos sólidos solúveis. Segundo Fernandes (2000), destilarias autônomas têm utilizado a porcentagem de açúcares totais contidas no Brix para expressar a qualidade do caldo para

fermentação. No Estado de São Paulo essa variável deve ser no mínimo 80% (início da safra) ou 85% (transcorrer da safra) para que seja recomendada a industrialização da cana.

Segundo Fernandes (2000), para a indústria sucroalcooleira, é importante estimar a quantidade de sacarose na matéria-prima, que é passível de ser recuperada na forma de açúcar cristal. O ATR representa todos os açúcares na forma de açúcares invertidos. O teor de ATR pode ser obtido por análise após inversão ácida de sacarose, calculada pela soma dos açúcares, ou, para matérias-primas de alta pureza. Fatores inerentes não só à matéria-prima, mas também às instalações industriais devem ser consideradas. Assim, a variável que cumpre este papel denomina-se Açúcar Total Recuperável (ATR), expressado em kg de açúcar por tonelada de cana.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na usina Triálcool – Laginha Agroindustrial S.A – do Grupo João Lyra, sito na zona rural do município de Canápolis-MG às margens da rodovia BR 365, km 740.

O plantio da cana-de-açúcar foi realizado dia 16/02/2007, o solo do experimento foi caracterizado como de textura média e sua análise química está presente na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química do solo realizada antes do plantio das mudas de cana.

	Ca	Mg	Al	H+Al	K	P _(Mel.)	S	
Amostra	cmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³			
0-25cm	1,7	0,7	0,0	2,0	19,0	1,5	9,3	
25-50cm	1,6	0,7	0,0	1,8	11,0	1,8	6,9	
	Na	Co	Zn	B	Cu	Fe	Mn	Mo
Amostra	mg dm ⁻³							
0-25cm	2,0	0,08	0,4	0,23	1,3	62,0	25,9	0,05
25-50cm	1,8	0,09	0,2	0,22	1,1	47,5	11,0	0,04

A variedade da cana-de-açúcar utilizada foi a RB 92-579 – de ciclo médio/tardia, desenvolvida pelo Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar (PMGCA), do Centro de Ciências Agrárias da UFAL (Ceca), a RB 92-579 apresenta baixo índice de florescimento, alta produtividade e grande quantidade de açúcar, outra vantagem é a sua resistência a pragas (como a cigarrinha-da-folha) e doenças.

A média de gemas de cana-de-açúcar (muda) foi de 16 por metro linear no sulco de plantio, o espaçamento utilizado foi de 1,40 metros. A adubação padrão utilizada consistiu de fertilizante orgânico (torta de filtro) na quantidade de 22 t ha⁻¹, sua análise química está demonstrada na Tabela 2.

Tabela 2. Análise química do fertilizante orgânico utilizado (Torta de Filtro).

	N _(Total)	P ₂ O ₅ (Total)	K ₂ O(Total)	Ca _(Total)	Mg _(Total)	S _(Total)
	%					
Umidade Natural	1,09	1,07	0,11	1,60	0,13	0,03
Material Seco	1,43	1,40	0,14	2,09	0,17	0,04
	Cu _(Total)	Mn _(Total)	Zn _(Total)	Fe _(Total)	B _(Total)	Na _(Total)
	mg kg ⁻¹					
Umidade Natural	35	518	66	15709	5	117
Material Seco	46	678	86	20548	7	153

O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, com 8 tratamentos e 4 blocos, totalizando 32 parcelas. Cada parcela teve 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. As parcelas ficaram distanciadas 1,5 metros ente si, dentro dos blocos. Dentro de cada parcela foram utilizadas como área útil as 3 linhas centrais de 10 metros cada, totalizando uma área de 42 m² por parcela. O croqui do ensaio encontra-se no anexo I.

Os tratamentos consistiram na aplicação dos fertilizantes à base de micronutrientes e aminoácidos, definidos conforme Tabela 3.

Tabela 3. Relação dos tratamentos.

Tratamento	Fertilizantes
1	2,0 kg Plantin via sulco de plantio junto ao inseticida
2	3,0 kg Plantin via sulco de plantio junto ao inseticida
3	4,0 kg Plantin via sulco de plantio junto ao inseticida
4	0,5 L Ferty-Mould (aa) + 1,5 kg Plantin via foliar
5	0,75 L Ferty-Mould (aa) + 1,5 kg Plantin via foliar
6	0,75 L Ferty-Mould (aa) + 2,0 kg Plantin via foliar
7	1,0 L Ferty-Mould (aa) + 2,0 kg Plantin 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 fluída 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 pelos Laboratórios Pfizer S/A.

Os inseticidas empregados foram Regent 800 WG com uma dose de 200 g ha⁻¹ e Furadan 350 SC 6,5 L ha⁻¹.

Foram avaliados os seguintes parâmetros: número de colmos, peso de trinta colmos, produtividade (t ha⁻¹), Brix, POL%, pureza (PZA), fibra, POL% cana (PCC), açúcar total recuperável (ATR) e açúcares redutores (AR).

Na colheita, realizou-se a contagem do número de colmos das três linhas centrais, nos seus dez metros de comprimento, para cada parcela. Depois efetuou-se o corte manual de trinta colmos por parcela, retirando-se os dez primeiros colmos consecutivos em cada linha da área útil, desprezando-se 1 metro de bordadura no início da linha.

Posteriormente fez-se a pesagem dessa amostra de trinta colmos. O peso foi extrapolado para a área de uma parcela, utilizando-se o número de colmos contidos em cada linha da área útil da parcela, obtendo-se, desta forma, a produtividade de cana, relativo a cada tratamento.

Para a determinação dos demais parâmetros (Brix, Pol%, PZA, Fibra, PCC, ATR, AR) retirou-se uma amostra de dez colmos aleatórios, dos trinta cortados após terem sido pesados. E essa nova amostra, com dez colmos, foi enviada ao laboratório da própria Usina para a realização das análises tecnológicas.

A análise estatística dos dados foi realizada com o programa de análises estatística SISVAR e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos de número de colmos, peso de trinta colmos e produtividade encontram-se na Tabela 4, e os dados das avaliações das características tecnológicas na Tabela 5.

4.1 Número de colmos

Para o número de colmos não houve diferença significativa entre os diferentes tratamentos (Tabela 4). Isso indica que os tratamentos não tiveram efeito sobre essa característica.

4.2 Peso de colmos

Com relação ao peso de colmos os tratamentos não diferiram entre si significativamente (Tabela 4), não havendo, dessa forma, efeito dos produtos aplicados.

4.3 Produtividade

Os resultados de produtividade (Tabela 4) não tiveram diferença significativa, entre os diferentes tratamentos, quando as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Número de colmos, peso de trinta colmos e produtividade dos tratamentos.

Tratamentos	Número de colmos	Peso de colmos (kg)	Produtividade (t ha ⁻¹)
1 - 2,0 kg de Plantin via sulco de plantio	327,75 a	38,55 a	99,77 a
2 - 3,0 kg de Plantin via sulco de plantio	314,75 a	36,40 a	91,64 a
3 - 4,0 kg de Plantin via sulco de plantio	358,50 a	40,75 a	116,05 a
4 - 0,5 L de Ferty-Mould (aa) + 1,5 kg de Plantin via foliar	359,25 a	38,08 a	107,27 a
5 - 0,75 L de Ferty-Mould (aa) + 1,5 kg de Plantin via foliar	325,25 a	37,35 a	95,96 a
6 - 0,75 L de Ferty-Mould (aa) + 2,0 kg de Plantin via foliar	334,25 a	43,56 a	115,12 a
7 - 1,0 L de Ferty-Mould (aa) + 2,0 kg de Plantin via foliar	327,75 a	40,26 a	104,03 a
8 - Testemunha	309,25 a	37,04 a	91,71 a
DMS	89,46	12,90	46,07
CV (%)	11,35	13,94	18,91

Obs: Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.4 Brix

Comparando o BRIX (sólidos solúveis totais no caldo da cana), das amostras dos diferentes tratamentos, não houve diferença significativa entre eles (Tabela 5). Embora em todos os tratamentos o °Brix foi superior ao mínimo exigido para a industrialização da cana, que é 18° Brix, de acordo com Fernandes (2000).

4.5 POL(%)

Os resultados de Pol(%) (quantidade de sacarose encontrada no caldo) obtidos das análises tecnológicas (Tabela 5), não diferiram significativamente entre si, comparando pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Como critério de avaliação do estágio de maturação da cana-de-açúcar utiliza-se um valor mínimo de 14,4% (FERNANDES, 2000), estando todos os tratamentos acima deste valor.

4.6 Pureza (%)

Refere-se à quantidade de açúcares em relação aos sólidos solúveis do caldo. A porcentagem de pureza do caldo dos diferentes tratamentos não apresentou diferenças significativas (Tabela 5). Embora todos os resultados apresentaram-se superiores ao valor mínimo exigido para o início da safra que é de 80%, segundo Fernandes (2000).

4.7 Fibra

Com relação à característica Fibra, observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 5). Entretanto, apenas os tratamentos 6 e 2 apresentaram abaixo da média ideal para a indústria que é de 13 a 14% (FERNANDES, 2000).

4.8 POL% cana (PCC)

Representa a porcentagem de sacarose existente na cana (caldo + fibra). Os resultados das análises tecnológicas de PCC (Tabela 5), não apresentaram diferença significativa. Devido ter ocorrido tombamento da cana, em grande parte do experimento, e, conseqüentemente, ter havido brotação de gemas laterais dos colmos, o que proporcionou o consumo de reservas dos colmos para o desenvolvimento dos perfilhos secundários, dessa forma, acredita-se que deva ter havido redução na quantidade de açúcar nos colmos da cana. No entanto, apenas os tratamentos 5 e 8 apresentaram-se inferiores a média ideal para a industrialização que é 14,4 (no início da safra), valor este considerado no Estado de São

Paulo. E segundo Deuber (1988) a cana para ser considerada madura deve apresentar um teor mínimo de 13% de Pol% cana; e, todos os tratamentos se apresentaram acima desse teor.

4.9 ATR (açúcar total recuperável)

É a quantidade de sacarose na matéria-prima, que é passível de ser recuperada na forma de açúcar cristal, e é expressa em quilos de açúcar por tonelada de cana. A quantidade de ATR das amostras, obtida através de análises tecnológicas, não apresentou diferenças significativas entre si (Tabela 5).

4.10 AR (açúcares redutores)

Em cana com estágio de maturação menos elevado há maior teor de açúcares redutores (glicose e frutose) e teor menor de sacarose. Observa-se o contrário em cana em estágio de maturação elevado. Os resultados das análises tecnológicas com relação ao AR (Tabela 5) não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, e, em geral, os teores de AR encontrados, são baixos, indicando um bom estágio de maturação, médio, no experimento, por ocasião de sua colheita.

Tabela 5. Resultados das análises tecnológicas das amostras de colmos de cana do experimento.

Tratamentos	Brix (°)	Pol caldo (%)	Pureza (%)	Fibra (%)	Pol cana (%)	ATR (kg t ⁻¹)	AR (kg t ⁻¹)
1 - 2,0 Kg Plantin via sulco de plantio	21,83 a	18,52 a	84,82 a	14,14 a	15,11 a	147,40 a	0,85 a
2 - 3,0 Kg Plantin via sulco de plantio	21,90 a	17,74 a	80,95 a	12,98 a	14,76 a	147,34 a	1,21 a
3 - 4,0 Kg Plantin via sulco de plantio	22,55 a	18,55 a	82,19 a	13,31 a	15,36 a	151,83 a	1,09 a
4 - 0,5 L Ferty-Mould (aa) + 1,5 Kg Plantin via foliar	22,50 a	18,75 a	83,17 a	14,54 a	15,18 a	149,28 a	0,99 a
5 - 0,75 L Ferty-Mould (aa) + 1,5 Kg Plantin via foliar	20,68 a	16,63 a	80,39 a	13,12 a	13,80 a	140,34 a	1,00 a
6 - 0,75 L Ferty-Mould (aa) + 2,0 Kg Plantin via foliar	22,15 a	18,43 a	83,17 a	12,65 a	15,44 a	151,91 a	1,02 a
7 - 1,0 L Ferty-Mould (aa) + 2,0 Kg Plantin via foliar	21,43 a	17,76 a	82,23 a	13,02 a	14,65 a	145,32 a	1,09 a
8 - Testemunha	21,30 a	17,05 a	80,05 a	14,23 a	13,89 a	139,71 a	1,25 a
DMS	2,37	3,18	8,15	2,86	2,69	19,89	0,84
CV (%)	4,59	7,48	4,18	8,95	7,68	5,72	33,31

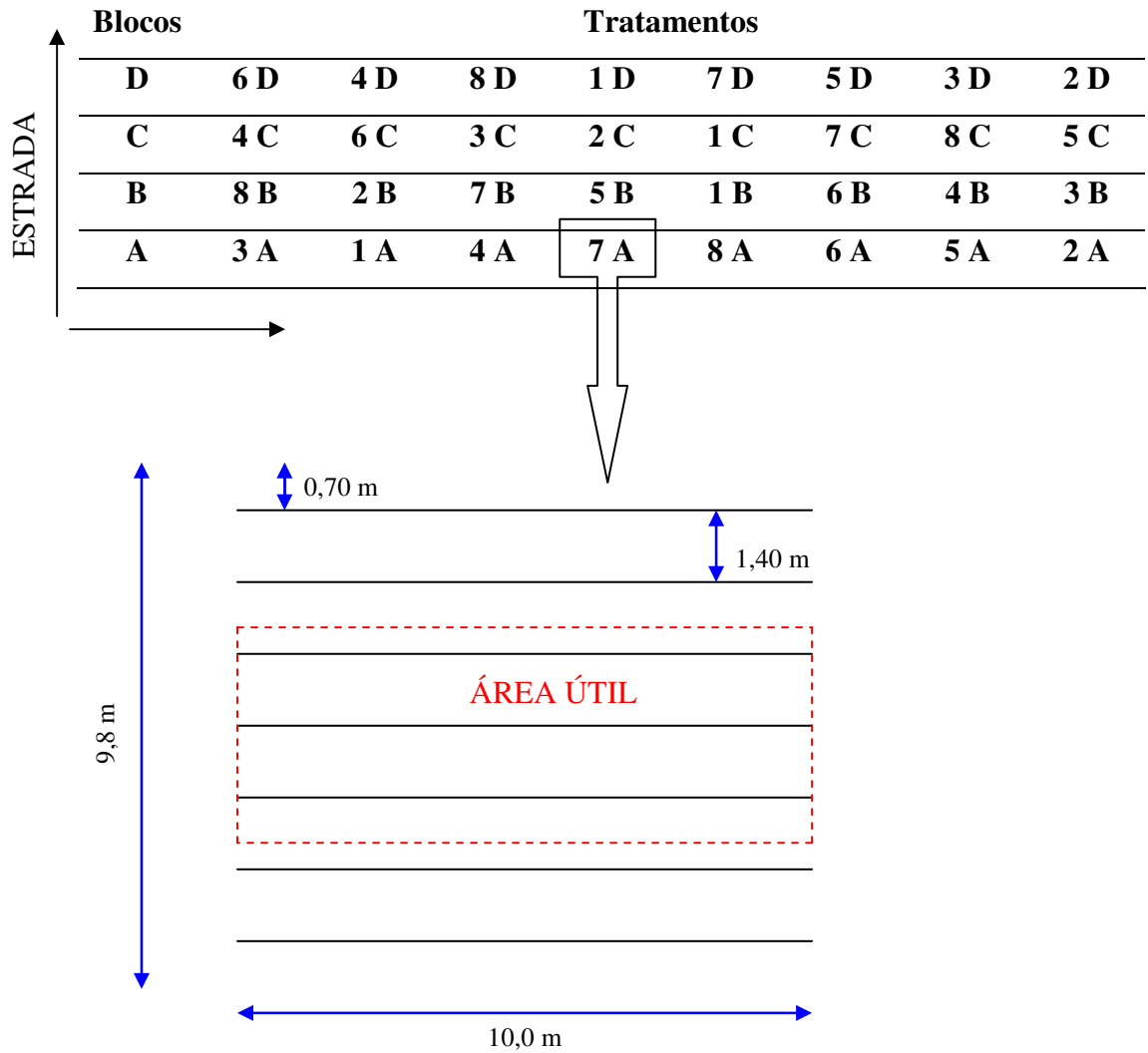
Obs: Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5 CONCLUSÕES

Os micronutrientes e aminoácidos utilizados não apresentaram efeito significativo em nenhum dos parâmetros avaliados para a variedade RB 92-579, não diferindo do tratamento testemunha, no qual não houve aplicação de micronutrientes e aminoácidos.

ANEXO I

Croqui do experimento na Usina Triálcool.



REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, R.A.; LANCIEN, M.; LEA, P.J. The aspartic acid metabolic pathway, an exciting and essential pathway in plants. **Amino Acids**, New York, v. 30, p. 143-162, 2006.
- BARBOSA FILHO, M. P.; DA SILVA O. F. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 7, p. 1317-1324, jul. 2000.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira Cana-de-Açúcar Safra 2008**, terceiro levantamento. Brasília, dezembro. 2008. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 26 fev.2009.
- 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 diferentes valores de fator capacidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, n.12, p. 79-87, 1992.
- 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.
- DECHEN, A.R.; HAAG, H.P.; CARMELLO, Q. A. de C. Função dos micronutrientes nas plantas. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. (org.) **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato e CNPq, 1991, p.66-78.
- DEUBER, R. Maturação da cana-de-açúcar na região sudeste do Brasil. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA DA COPERSUCAR, 1988. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Copersucar, 1988. p. 33-40.
- 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.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; CLARK, R. B. Micronutrients in crop production. **Advances in Agronomy**, New York, v. 77, p. 189-272, 2002.
- FERNANDES, A. C. **Cálculos na Agroindústria da cana de açúcar**. Piracicaba, STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos, 2000, 193p.
- FERREIRA, R.R.; VARISI, V.A.; MEINHARDT, L.W.; LEA, P.J.; AZEVEDO, R.A. Are high lysine cereal crops still a challenge? **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, Ribeirão Preto, v. 38, p. 985-994, 2005.

FRANCO, A. **Cana-de-açúcar cultivada em solo adubado com lodo de esgoto e vinhaça: nitrogênio no sistema solo-planta, produtividade e características tecnológicas**. 2003. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

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**, Campinas, 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.

KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; CAMARGO, M.S. **Silicatos de Cálcio e Magnésio na Agricultura**. 3.ed. Uberlândia, GPSi/ICIAG/UFU, 2004. 28 p. (Boletim Técnico, 1).

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Agronômica Ceres, 1980. 33p.

MOZAMBANI, A. E.; PINTO, A. S.; SEGATO, S. V.; MATTIUZ, C. F. M. História e morfologia da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. (org.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: ESALQ/ USP, 2006, 8p.

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.

ORLANDO, FILHO, 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.

STUPIELLO, J. P. Pureza da cana e seu impacto no processamento. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, V. 18, n. 3, 12p., 2000.

STUPIELLO, J. P. A Filha da matéria prima. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 21, n. 2 p. 12, 2002.

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

TASSO JÚNIOR, L. C., 2007. **Caracterização agrotecnológica de cultivares de cana-de-açúcar (*saccharum spp.*) na região centro-norte do estado de São Paulo**. 2007. Tese (Doutorado em Produção Vegetal), 171p. - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

VITTI, G. C.; QUEIROZ, F. E. C. Micronutrientes na cana-de-açúcar: mitos e realidades.; 2005; II SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR; GAPE/ GEALQ 2006/ ESALQ; Piracicaba; BRASIL.