

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

NUTRIÇÃO POTÁSSICA E PRODUÇÃO DA SOQUEIRA DE
CANA-DE-AÇÚCAR NO SISTEMA DE CANA CRUA

Márcio Alexandre Pancelli

Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

NUTRIÇÃO POTÁSSICA E PRODUÇÃO DA SOQUEIRA DE
CANA-DE-AÇÚCAR NO SISTEMA DE CANA CRUA

Márcio Alexandre Pancelli
Orientador: Prof. Dr. Renato de Mello Prado

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL – SP

Março de 2011

P188n Pancelli, Márcio Alexandre
Nutrição potássica e produção da soqueira de cana-de-açúcar no sistema de cana crua / Márcio Alexandre Pancelli. -- Jaboticabal, 2011 iv, 32 f. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) -- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2011.
Orientador: Renato de Mello Prado
Banca examinadora: Francisco Maximino Fernandes e Pedro Luis da Costa Aguiar Alves

Bibliografia

1. *Saccharum spp.* adubação potássica. 2. Cana-de-açúcar. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.86: 633.61

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação – UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Márcio Alexandre Pancelli – Natural de São Bernardo do Campo – São Paulo, nascido em 30 de setembro de 1981. Possui graduação em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/ Unesp - Câmpus de Jaboticabal (2007). Mestrando em Produção Vegetal pela UNESP - Jaboticabal. Trabalha com a cultura da cana-de-açúcar desde 2004, atuando na área de Nutrição de Plantas e Fertilidade do Solo.

SUMÁRIO

RESUMO	iii
SUMMARY	iv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1. A cultura da cana-de-açúcar.....	2
2.2. Adubação potássica em soqueira de cana-de-açúcar.....	4
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
4.1. Potássio no solo.....	11
4.2. Desenvolvimento da cana-de-açúcar.....	13
4.3. Estado nutricional.....	14
4.4. Acúmulo de potássio.....	16
4.5. Matéria seca e produção.....	18
4.6. Variáveis tecnológicas.....	21
5. CONCLUSÃO.....	23
6. REFERÊNCIAS.....	24
7. APÊNDICE.....	30

NUTRIÇÃO POTÁSSICA E PRODUÇÃO DA SOQUEIRA DE CANA-DE-AÇÚCAR NO SISTEMA DE CANA CRUA

Resumo - O sistema de colheita da cana-de-açúcar mecanizado vem aumentando no Brasil, Neste sistema, ocorre um acúmulo de cobertura vegetal na superfície do solo (palhiço), o que poderá afetar a dinâmica do potássio no sistema solo-planta e a resposta da planta à aplicação dos nutrientes. Para isso, objetivou-se avaliar os efeitos do potássio no crescimento, na nutrição e na produção da primeira soqueira de cana-de-açúcar sob colheita sem despalha a fogo, cultivado em Latossolo Vermelho distrófico. O experimento foi desenvolvido com a primeira soqueira da variedade RB 86-7515, instalado em área experimental da usina Pitangueiras Açúcar e Álcool, em Pitangueiras - SP. Os tratamentos foram compostos por cinco doses de potássio que corresponderam a 0; 32,5; 65,0; 130,0; 195,0 kg ha⁻¹ de K₂O, dispostos em blocos casualizados e com cinco repetições. O potássio foi aplicado ao lado da linha de soqueira da cana-de-açúcar, sem incorporação, na forma de cloreto de potássio. A aplicação de potássio incrementou o teor de potássio no solo e na folha, refletindo em maior absorção pela cultura, mas não afetou o desenvolvimento da cultura e a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, embora tenha aumentado a produção de colmos.

Palavras-chave: *Saccharum spp.*, adubação potássica, cana crua

POTASSIUM FERTILIZING AND YIELD OF RATOON SUGARCANE UNDER UNBURNED SYSTEM

Summary - The mechanic harvest of sugarcane has increased in Brazil. In this system there is a straw accumulation in the soil surface. It may affect the potassium dynamics in the soil-plant system as well the plant response to nutrients fertilizing. To this, the experiment aimed evaluate the potassium effects under growth, nutrition, and yield in the first sugarcane ratoon under unburned harvest in a Red Latosol (Oxisol). The experiment was carried out using the variety RB 86-7515, at Pitangueiras Açúcar e Alcool sugar mill experimental area, Pitangueiras, SP. The treatments had five potassium doses (0, 32.5, 65.0, 130.0, and 195.0 kg ha⁻¹ of K₂O) arranged in randomized blocks and five replications. The potassium was applied next the ratoon line, without incorporation, as potassium chlorine. The potassium fertilization increased the potassium in the soil and leaves, reflecting higher uptake by the culture. However, it did not affect the culture development as well its technological quality, although it increased the stalk production.

Keywords: *Saccharum spp.*, potassium fertilization, unburned sugarcane

1. INTRODUÇÃO

A ampliação da produção de cana-de-açúcar no Brasil está aplicada ao uso da alta tecnologia, a exemplo da mecanização da colheita, atingindo a maior parte da área cultivada do Estado de São Paulo. A mecanização da colheita da cana-de-açúcar elimina a queima das folhas e ponteiros da cultura, deixando no campo uma cobertura vegetal, gerando uma série de vantagens para a cultura, como o aumento da longevidade do canavial, da atividade microbiana do solo e da disponibilidade de nutrientes, diminui o uso de herbicidas, a erosão, a amplitude térmica e conserva a umidade do solo.

Em relação à disponibilidade de nutrientes no sistema de colheita da cana-de-açúcar sem despalha a fogo, o palhiço na superfície do solo pode afetar a dinâmica dos nutrientes, especialmente o potássio, sendo liberado ao longo do ciclo da cultura.

Atualmente, com a nova legislação que restringe o uso da despalha a fogo durante a colheita da cana-de-açúcar, tem-se alteração em seu sistema de produção, prevalecendo a colheita mecanizada.

Para produção máxima das culturas, o potássio tem destaque devido ao seu papel na vida das plantas. Sendo um nutriente essencial às plantas, sem ele elas não sobrevivem.

O fertilizante potássico é comumente aplicado na soqueira como fonte mineral na forma sólida, especialmente o cloreto de potássio, ou como fonte orgânica na forma fluida, ou seja, a vinhaça em fertirrigação. Normalmente, a fertirrigação é utilizada nas áreas próximas das usinas, onde sua utilização é economicamente viável (KORNDÖRFER et al. 1999) e o fertilizante mineral nas demais áreas de produção da cultura, muito utilizado pelos fornecedores de cana-de-açúcar.

Assim, o potássio é amplamente utilizado nos programas de adubação da cultura, pois são conhecidos seus efeitos benéficos na produção das soqueiras de cana-de-açúcar (LAVAREZ & FREIRE, 1962; ORLANDO FILHO et al. 1993a; ORLANDO FILHO et al. 1993b; ORLANDO FILHO et al. 1993c; OLIVEIRA et al. 1999;

LANA et al. 2004; MAEDA, 2009). Entretanto, esses trabalhos foram desenvolvidos no sistema de colheita com o uso da despalha a fogo, amplamente utilizado até o final do século XX. Atualmente, existem poucos trabalhos desenvolvidos com soqueira em manejo conservacionista na colheita, ou seja, sem uso da despalha a fogo (MAEDA, 2009; SILVA, 2010).

Em sistema de colheita mecanizada, o acúmulo de cobertura vegetal na superfície do solo (palhço) poderia afetar a dinâmica do potássio no sistema solo-planta. Na ciclagem de nutrientes do palhço, ocorre a liberação do potássio para o solo, influenciando na recomendação de fertilizante potássico para soqueiras de cana-de-açúcar, havendo necessidade de mais estudos nessa área, principalmente para quantificar essa liberação.

Diante disto, objetivou-se avaliar os efeitos do potássio no crescimento, na nutrição e na produção da primeira soqueira de cana-de-açúcar sob colheita sem despalha a fogo, cultivada em Latossolo Vermelho distrófico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura da cana-de-açúcar

A produção brasileira de cana-de-açúcar na safra de 2009/2010 atingiu 605 milhões de toneladas de colmos industriais, em 7 milhões de hectares; assim, a produtividade média foi de 82 t ha^{-1} e alcançou a produção de 302 milhões de toneladas de açúcar e 369 milhões de litros de álcool (CONAB, 2010a).

O setor sucroalcooleiro movimentou 8 bilhões de dólares em 2010, ou seja, o açúcar e o álcool respondem por 16% da balança comercial do agronegócio brasileiro (CONAB, 2010b).

Devido à grande oferta de etanol no mercado brasileiro, a frota brasileira de veículos flex-fuel conta com mais de 10 milhões de unidades em circulação, sendo que as vendas mensais destes veículos respondem por 90% do total comercializado (CONAB, 2010a).

Segundo NEVES & CONEJERO (2010), o etanol de cana-de-açúcar emite 20% menos dióxido de carbono, quando comparado com o etanol de milho, e 90% menos que a gasolina. Assim, a utilização do etanol diminui a poluição atmosférica, reduzindo as emissões de gases de efeito estufa.

Com a incerteza sobre o fornecimento de petróleo, a cada dia aumenta a busca pela geração de energia renovável que viabilize sua produção. Com isso, observa-se um esforço internacional para encontrar culturas fornecedoras de biocombustíveis que possam substituir o petróleo. O aumento da concentração de gás carbônico na atmosfera causa mudanças climáticas em todo planeta, transformando a questão ambiental num dos assuntos mais discutidos.

Enquanto o etanol de cana-de-açúcar brasileiro produz cerca de 6.800 litros por hectare, o de beterraba europeu não ultrapassa 5.500 litros por hectare e o milho americano aproximadamente 3.100 litros por hectare (UNICA, 2010).

A cana-de-açúcar é uma planta do ciclo C4, sendo mais produtiva do que as plantas do tipo C3 (beterraba), pois apresenta maior taxa fotossintética e alta eficiência na utilização de água.

Outra vantagem da utilização da cana-de-açúcar como matéria-prima é a geração de subprodutos, como o bagaço da cana-de-açúcar utilizado na geração de energia para o processo de produção industrial do açúcar e do etanol, e a vinhaça e a torta de filtro utilizadas como fertilizantes.

Na colheita manual da cana-de-açúcar, tem-se a queima das folhas e de ponteiros da cultura, um procedimento adotado para facilitar o corte manual da planta, aumentando a eficiência da colheita e sua viabilidade econômica, como também a queima promove o controle físico de pragas, doenças e plantas daninhas.

A mecanização da colheita dos canaviais paulistas alcançou 49% da área colhida na safra de 2008/09 (UNICA, 2009). É a fase mais onerosa do custo de produção da

cana-de-açúcar, representando 40% do custo de produção por tonelada de cana (NEVES & CONEJERO, 2010).

Devido às restrições sociais, ambientais e econômicas no sistema de colheita com despalha a fogo, a colheita mecanizada aumenta gradativamente no Brasil.

Atualmente, a produção brasileira de álcool provém da cana-de-açúcar, sendo o País líder na produção de biocombustível e sem competidores à altura no cenário internacional. Para isso, o aumento da produção de cana-de-açúcar é importante para garantir, no futuro, mercados internacionais.

2.2. Adubação potássica em soqueira de cana-de-açúcar

A produtividade da cana-de-açúcar pode ser afetada por diversos fatores de produção, envolvendo o ambiente, a planta e o solo. Em relação ao solo, é conhecida sua baixa fertilidade, especialmente em regiões tropicais como o Brasil. Um dos nutrientes em baixa concentração nos solos é o potássio, devido ao intemperismo e à baixa concentração de potássio no material de origem dos solos.

Segundo MALAVOLTA (2006), os solos brasileiros apresentam baixa concentração em potássio ($0,5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$). A maior parte do potássio está na natureza, na forma mineral (90-98%), e apenas 1-2% do potássio encontra-se na forma trocável e na solução do solo (COELHO & VERLENGIA, 1973).

O conhecimento das formas de potássio nos solos é indispensável para a avaliação da sua disponibilidade no solo, pois existe um equilíbrio entre as formas de potássio no solo, ou seja, na solução do solo, na forma trocável e não trocável.

Além disso, a relação entre potássio, cálcio e magnésio afeta os teores de potássio na solução do solo, influenciando em sua absorção pela planta (RAIJ, 1982).

Normalmente, são determinados os teores de potássio trocáveis no solo, e as interpretações dessas análises são baseadas em faixas, admitindo-se valores mínimos

críticos, abaixo dos quais o desenvolvimento vegetal é limitado (ORLANDO FILHO et al. 1996).

Devido à baixa disponibilidade de potássio às plantas, o solo é incapaz de suprir a necessidade da cana-de-açúcar. Portanto, para aumentar a produtividade da cultura, que é relativamente baixa no Brasil, será obrigatório o fornecimento de potássio.

A cultura da cana-de-açúcar é acumuladora de potássio, sendo o nutriente mais absorvido pela cultura (ORLANDO FILHO, 1993). Devido ao fato de a cultura ser responsiva à aplicação de potássio no solo, sua inclusão no programa de adubação torna-se importante.

Apenas no século XIX, foi observada a importância do potássio para as plantas, embora já se utilizassem cinzas, esterco e resíduos de plantas como fertilizantes para as plantas. Em 1860, Liebig estimulou o uso do potássio como fertilizante (COELHO & VERLENGIA, 1973).

O potássio é um elemento essencial para as plantas, sendo sua principal função de ativador enzimático, aumentando a exposição dos sítios ativos para ligação com o substrato, participando da atividade de mais de 60 enzimas (PRADO, 2008).

A extração reflete a quantidade total de nutrientes que a planta exige para o seu desenvolvimento completo. ORLANDO FILHO (1993), avaliando a extração de macronutrientes para a produção de 100 t de colmos, obteve N = 143 kg, P = 19 kg, K = 174 kg, Ca = 87 kg, Mg = 49 kg e S = 44 kg, demonstrando alta exigência de potássio para a nutrição da cultura da cana-de-açúcar, sendo o nutriente mais limitante. A absorção de potássio do solo pela cana-de-açúcar pode ser afetada pela cultivar (PANCELLI et al. 2009).

Segundo Unica (2010), a utilização de fertilizantes na cultura de cana-de-açúcar no Brasil é baixa, cerca de 425 kg por hectare. Os fertilizantes orgânicos são muito utilizados, pois a vinhaça e a torta de filtro são resíduos industriais da produção do etanol e do açúcar.

A vinhaça é o resíduo da destilação do vinho visando à produção de álcool ou de cachaça. É amplamente utilizada na cana-de-açúcar, na fertirrigação da cultura como fonte de potássio.

A aplicação de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar pode substituir a adubação mineral, tanto para cana-planta quanto para cana-soca, a não ser que o produto seja aplicado em doses excessivas, podendo então diminuir os rendimentos e aumentar a salinidade do solo (FRANCO et al. 2008).

PAULINO et al. (2002) estudaram doses de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar na 3ª e 4ª soqueiras e observaram maior produção da cana-de-açúcar em função da aplicação das doses de vinhaça com 300 e 450 m³ ha⁻¹.

Embora a vinhaça tenha eficiência agrônômica semelhante aos fertilizantes, o uso mais propício seria em áreas próximas das usinas e destilarias, pois existe limite de distância com viabilidade econômica de uso deste resíduo. Assim, em áreas mais distantes da usina e/ou da destilaria, em áreas de produtores/ fornecedores, a fonte de fertilizante potássica na forma de cloreto de potássio passa a ter viabilidade econômica, sendo amplamente utilizada na cultura da cana-de-açúcar.

Em 2009, o consumo nacional de fertilizantes alcançou 22,5 milhões de toneladas; foram consumidas quatro milhões de toneladas de cloreto de potássio, que representam 21% dos fertilizantes nacionais consumidos (ANDA, 2010).

A adubação assume um papel importante para o aumento de produtividade da cana-de-açúcar, representando até 30% do seu custo de produção (ZAMBELLO JÚNIOR et al. 1981).

Existem vários trabalhos na literatura que indicam a resposta da soqueira em sistema de colheita com uso da despalha a fogo, pela aplicação de potássio em diferentes solos, como os de LAVAREZ & FREIRE (1962), em Argissolo Vermelho; ORLANDO FILHO et al. (1993a), em Areia Quartzosa ($K = 1,3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$); LANA et al. (2004), em Latossolo Vermelho distroférico ($K = 0,1 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e MAEDA (2009), em Latossolo Vermelho textura média álico ($K = 0,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$). Entretanto, BITTENCOURT et al. (1995) não observaram diferença entre os tratamentos (doses) de potássio na cana-de-açúcar em Latossolo Vermelho-Escuro textura média ($K = 2,3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$).

Outros trabalhos foram conduzidos em sistema de colheita sem o uso da despalha a fogo, como os de MAEDA (2009), em Latossolo Vermelho textura média

álico ($K = 0,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e SILVA (2010), em Latossolo Vermelho acriférico textura muito argilosa ($K = 0,8 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$).

O sistema de colheita sem despalha a fogo deixa grande quantidade de palhço. OLIVEIRA et al. (1999) observaram a liberação de 56 kg ha^{-1} de potássio, em uma área contendo $13,9 \text{ t ha}^{-1}$ de palhço.

Nesse sistema de colheita de cana-de-açúcar, ocorre maior deposição da palha sobre o solo, o que pode interferir na dinâmica dos nutrientes no sistema solo-planta, podendo promover a reciclagem de nutrientes, especialmente o potássio. Ele não faz parte de nenhuma estrutura celular da planta, devido sua alta mobilidade nos tecidos. Assim, a precipitação irá lixiviar o potássio da m teria vegetal morta.

Em virtude da alta reciclagem do potássio na m teria seca do palhço, com consequente mobilização para o solo, provavelmente, as doses de potássio em soqueiras poderão ser reduzidas (RIPOLI et al. 2007).

Por outro lado, são escassos os trabalhos recentes desenvolvidos em sistema de colheita sem despalha a fogo, o que é motivo de preocupação quando se objetiva iniciar o retorno econ mico da adubação potássica neste sistema.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em soqueira de primeiro corte da cana-de-açúcar, com a variedade RB867515. Segundo a PMGCA-UFSCar (2008), esta variedade possui crescimento rápido, com alta produtividade, pouco exigente, colheita de julho a setembro, fácil despalha, tolerante à seca, boa brotação de soqueira (mesmo colhida crua), alto teor de sacarose, apresentando resistência à maioria das doenças (carvão, ferrugem, escaldadura e mosaico).

O ensaio foi instalado em 20 de agosto de 2009, em área cedida pela usina Pitangueiras Açúcar e álcool, localizada no município de Pitangueiras - SP (latitude $178^\circ 59' 42''$ E e longitude $89^\circ 59' 58''$ S).

A área experimental está localizada em Ambiente de Produção A, com alto potencial produtivo, num Latossolo Vermelho distrófico, textura argilosa (EMBRAPA, 2006). Durante o desenvolvimento do experimento, a precipitação pluvial foi de 1.575 mm, concentrados de novembro/2009 a fevereiro/2010 (Figura 1). A produção de colmos da área comercial na ultima safra (2008/2009) foi de 103 t ha⁻¹.

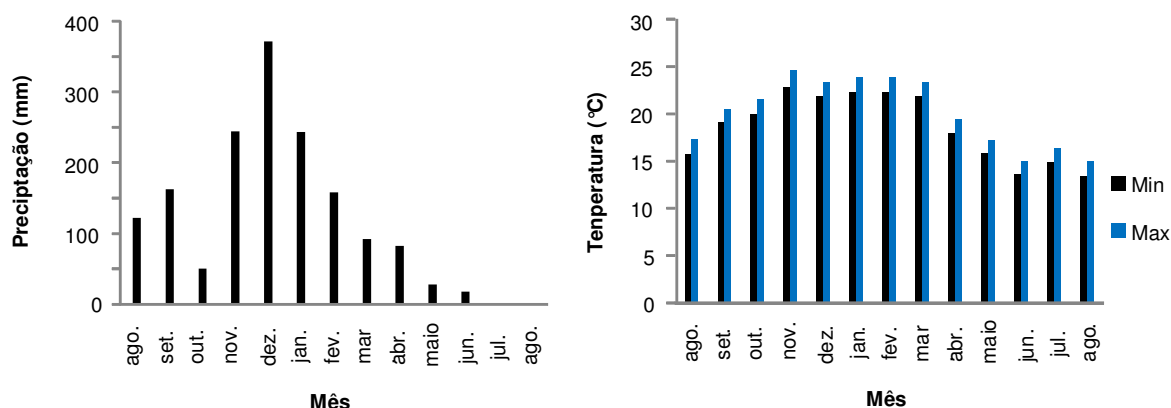


Figura 1. Precipitação mensal e temperatura mínima e máxima na safra 2009/2010 (Pitangueiras Açúcar e Alcool LTDA.).

Antes da instalação do experimento e após o corte da cana-planta, quantificou-se a biomassa da área experimental a partir da amostragem de palhço (cobertura vegetal deixada sobre o solo após a colheita mecanizada), realizada em quatro pontos de 1 m², obtendo-se 11,3 t ha⁻¹ de matéria seca de palhço (17% de umidade), e determinaram-se os teores dos nutrientes (N = 3,9; P = 0,1; K = 0,4; Ca = 1,9; Mg = 0,2 e S = 0,1 g kg⁻¹) a partir da análise química, empregando-se a metodologia descrita por BATAGLIA et al. (1983).

Antes da implantação dos ensaios, foram coletadas 15 amostras simples de solo, que formaram a amostra composta, nas camadas de 0-20 e 20-40 cm, para a análise química, para fins de fertilidade (Tabela 1), conforme o método descrito por RAIJ et al. (2001).

Tabela 1. Atributos químicos do solo antes da instalação do experimento.

Camadas	pH _{CaCl₂}	M.O.	P	K	Ca	Mg	CTC	SB	H+Al	V
cm		g dm ⁻³	mg dm ⁻³				mmol _c dm ⁻³			
0-20	5,0	32	20	1,1	39	17	99,1	57,1	42	58
20-40	4,9	26	22	0,6	40	13	95,6	53,6	42	56

A unidade experimental foi composta por parcelas com cinco linhas de 10 m de comprimento (espaçamento 1,5 m entre linhas), com a cultura da cana-de-açúcar, totalizando 75 m² por parcela. Foram considerados os 8 m de comprimento das três linhas centrais das parcelas, como úteis para as avaliações dos tratamentos.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com cinco tratamentos e cinco repetições.

Para o cultivo da primeira soqueira de cana-de-açúcar (outubro de 2009), os tratamentos foram compostos por cinco doses de potássio, empregando-se como referência a dose de 130 kg ha⁻¹ de K₂O, indicada para o Estado de São Paulo (SPIRONELLO et al. 1997).

Assim, as doses de potássio (tratamentos) foram as seguintes: D0 = 0; D1 = 32,5; D2 = 65; D3 = 130; D4 = 195 kg ha⁻¹ de K₂O, correspondendo a 0%, 25%, 50%, 100% e 150% da dose de referência (130 kg ha⁻¹ de K₂O), respectivamente.

Como fonte de potássio, foi utilizado o cloreto de potássio (60% de K₂O), aplicado ao lado da linha de soqueira da cana-de-açúcar, sem incorporação, conforme indicações de SPIRONELLO et al. (1997). Para o nitrogênio, foi utilizada a ureia e aplicados 100 kg ha⁻¹ de N, conforme as indicações dos mesmos autores citados anteriormente. E não houve necessidade de aplicação de fósforo no experimento.

Foram realizadas as avaliações de crescimento e/ou desenvolvimento da soqueira para o número de perfilhos, a altura da planta e o diâmetro do colmo. Avaliaram-se o número de perfilhos a partir de duas amostragens de 1,5 m, aos quatro meses após a brotação (20 de dezembro de 2009), a altura da planta, do solo até a inserção da folha +1, e o diâmetro do colmo, a partir da parte intermediária do primeiro colmo visível, aos seis meses após a brotação (20 de fevereiro de 2010).

Foi realizada amostragem de solo seis meses após a brotação (22 de fevereiro de 2010), a partir de dez pontos por parcela, próximos à linha da cultura (faixa de adubação), nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidades. As determinações analíticas nas amostras de terra, para a determinação do potássio trocável no solo, foram realizadas conforme metodologia descrita por RAIJ et al. (2001).

Para avaliar o estado nutricional das plantas em potássio, foi realizada a amostragem foliar, aos oito meses após a brotação (20 de abril de 2010), a partir da coleta da folha +1, retirando-se os 20 cm centrais da folha sem nervura, em pleno desenvolvimento da cultura, conforme indicação de RAIJ & CANTARELLA (1997). As determinações dos macro e micronutrientes no tecido vegetal seguiram a metodologia descrita por BATAGLIA et al. (1983).

Aos doze meses após a brotação da cana-de-açúcar (20 de agosto de 2010), foi realizada a colheita das unidades experimentais para avaliação da produção de colmos, determinação de potássio acumulado e qualidade tecnológica. Para a produção de colmos, foram coletados três amostras de 1,5 m de comprimento, separadas as folhas da parte aérea (folhas e ponteiros) e os colmos, para a pesagem do material fresco. A separação do colmo e do ponteiro foi realizada flexionando-se a planta até o ponto de quebra.

Para a determinação do potássio acumulado na parte aérea da cana-de-açúcar, foi realizada a amostragem de dez plantas por parcela, aos doze meses após a brotação da cultura (20 de agosto de 2010). Foram separados as folhas da parte aérea (folhas e ponteiros) e os colmos, realizado como dito anteriormente. Após a pesagem do material fresco, uma porção de 400 g de cada fração foi seca em estufa (65°C), determinando-se a massa seca e o teor de potássio, conforme metodologia citada anteriormente para a folha, e calculado o acúmulo deste nutriente na planta.

Além disso, foi realizada a amostragem de 10 colmos contíguos das linhas centrais de cada parcela e enviada à usina Pitangueiras Açúcar e Álcool para a avaliação da qualidade tecnológica da cana-de-açúcar (Pol, Pol da cana, Açúcar total recuperável, Açúcares redutores, Fibra, Brix e Pureza), conforme metodologia descrita por CONSECANA (2006).

Foi realizada a análise de variância das variáveis em estudo, pelo teste F ($p = 0,01$ e $p = 0,05$). Quando o teste F foi significativo, realizou-se o estudo de regressão polinomial, empregando-se o software AgroEstat – Sistema de Análises Estatísticas de Ensaio Agrônomicos (BARBOSA & MALDONATO JR, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Potássio no solo

Observou-se efeito da aplicação de potássio em ambas as camadas avaliadas (Tabela 2). A aplicação de potássio incrementou linearmente o teor de potássio do solo das camadas de 0-20 cm (Figura 2a) e 20-40 cm (Figura 2b) de profundidade.

A concentração de potássio no solo foi maior na camada superficial, visto pelos coeficientes angulares da reta de 0,005 para camada de 0-20 cm e de 0,001 para camada 20-40 cm de profundidade, devido à mobilidade restrita do nutriente em solo argiloso.

Salienta-se que houve diminuição na concentração inicial do potássio no solo (Tabela 2), limitando a concentração do potássio da camada de 20-40 cm de profundidade dentro da mesma faixa de classificação (muito baixo) descrita por RAIJ & CANTARELLA (1997). A alta pluviosidade nos meses de novembro a janeiro pode ter causado a diminuição na concentração do potássio do solo, devido à perda de nutrientes por lixiviação.

Tabela 2. Efeitos da adubação potássica em soqueiras de cana-de-açúcar, no teor de potássio de um Latossolo Vermelho, nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade, aos seis meses após a aplicação dos tratamentos.

Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹)	Camada (0-20 cm)	Camada (20-40 cm)
	mg dm ⁻³	
0	0,4	0,4
32,5	0,6	0,4
65,0	0,6	0,5
130	0,7	0,5
195	1,5	0,7
Teste F	28,38**	6,18**
Bloco	2,84 ^{ns}	5,54**
C.V. (%)	22,5	21,9

** ; ^{ns} significativo a 1% e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

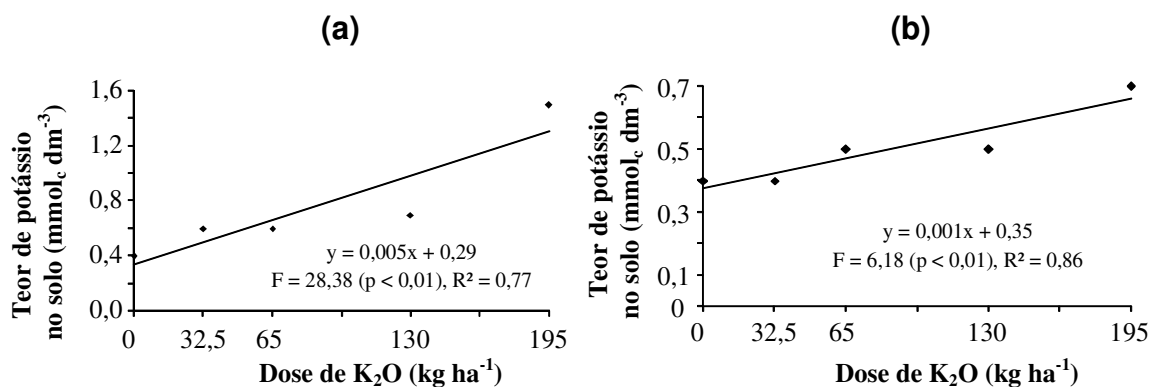


Figura 2. Efeito da aplicação de potássio no solo, nas camadas de 0-20 (a) e 20-40 (b) cm de profundidade, aos seis meses da primeira soqueira da cana-de-açúcar.

Resultado semelhante foi obtido por SILVA (2010), avaliando a primeira soqueira da variedade IAC SP 93-3046, em função da aplicação potássica, que observou incremento com o ajuste linear no teor de potássio no solo, na camada 0-20 cm de profundidade, em função da aplicação de potássio na primeira soqueira de cana-de-açúcar; entretanto, não houve efeito na camada de 20-40 cm de profundidade. Essa diferença pode ser explicada pela lixiviação do potássio e pela duração de apenas um ciclo da cana-de-açúcar.

4.2. Desenvolvimento da cana-de-açúcar

A aplicação do potássio na primeira soqueira de cana-de-açúcar não afetou o número de perfilhos, o diâmetro do colmo e a altura da cana-de-açúcar (Tabela 3). Estes resultados discordam de outros autores que indicam a fertilidade do solo entre os fatores ambientais que interferem no perfilhamento da cana-de-açúcar (RIPOLI et al. 2007).

Tabela 3. Efeitos da aplicação de potássio no desenvolvimento da primeira soqueira de cana-de-açúcar.

Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹)	Número de perfilhos m ⁻¹	Diâmetro do colmo (mm)	Altura da planta (m)
0	17	28	2,2
32,5	17	28	2,2
65,0	16	28	2,2
130,0	17	28	2,2
195,0	18	28	2,3
Teste F	0,60 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,18 ^{ns}
Bloco	1,70 ^{ns}	0,79 ^{ns}	21,83 ^{**}
C.V. (%)	10,7	3,3	5,0

^{**} ; ^{ns} significativo a 1% e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

Felipo (2008), trabalhando com a 1ª e 2ª soqueiras da cultivar SP 79-1011, estudou a aplicação do fertilizante (N = 60; P₂O₅ = 90 e K₂O = 60 kg ha⁻¹) comparado à ausência de adubação. Observou que a adubação NPK afetou o número de perfilhos das soqueiras, mas não afetou a altura e o diâmetro do colmo aos onze meses após a brotação.

Embora os nutrientes sejam importantes para o desenvolvimento da cultura, a ausência de resposta da aplicação potássica no desenvolvimento da cana-de-açúcar pode estar relacionada à fase de avaliação, pois, no presente trabalho, foi avaliada aos quatro meses após a brotação, e, segundo COELHO & VERLENGIA (1973), a alta exigência nutricional da cultura seria após cinco meses da brotação. Entretanto, os

trabalhos da literatura são gerais, não isolando apenas o efeito do potássio no desenvolvimento da soqueira da cana-de-açúcar.

SILVA (2010), avaliando o número de perfilhos, o diâmetro e a altura pela aplicação de potássio na primeira soqueira da variedade IAC SP 93-3046, observou incremento com ajuste linear no diâmetro do colmo, aos quatro meses após a brotação. Contudo, não observou efeito do potássio no desenvolvimento da cultura, aos oito meses após a brotação.

4.3. Estado nutricional

Observou-se que a aplicação de potássio na primeira soqueira de cana-de-açúcar afetou apenas o teor do potássio na folha +1 (Tabela 4) e incrementou linearmente o teor de potássio na folha +1 (Figura 3). Verificou-se que os teores médios dos nutrientes foram de N = 17; P = 1,5; K = 9; Ca = 3,9; Mg = 1,4; S = 1,5 g kg⁻¹ e B = 7; Cu = 5; Fe = 65; Mn = 63 e Zn = 16 mg kg⁻¹.

É pertinente ressaltar que não foram encontrados sintomas de deficiência nutricional na cana-de-açúcar. Porém os teores dos nutrientes N, K e Cu estão próximo do limite inferior da faixa adequada, o B está muito abaixo desta faixa (segundo RAIJ & CANTARELLA (1997) os teores são N 18-25; K 10-16 g kg⁻¹ e B 10-30; Cu 6-15 mg kg⁻¹) e adequado para os demais nutrientes. Salienta-se que apenas o emprego da maior dose do fertilizante potássico atingiu o teor de potássio considerado adequado (10 g kg⁻¹), segundo os autores.

As diferenças entre os teores de nutrientes obtidos neste trabalho e os da literatura, possivelmente, estão relacionadas às condições edafoclimáticas e cultivares com produtividades distintas, ou seja, áreas de alto potencial produtivo podem diluir os nutrientes nos tecidos. No efeito de diluição, a concentração dos nutrientes diminui no tecido vegetal com o maior crescimento da planta (JARRELL & BEVERLY, 1981).

Tabela 4. Efeitos da aplicação de potássio nos teores de macronutrientes e micronutrientes na folha +1, no oitavo mês após a corte da primeira soqueira da cana-de-açúcar.

Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹)	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg ⁻¹					
0	17	1,5	8	4,2	1,4	1,5
32,5	17	1,6	8	3,9	1,3	1,4
65,0	18	1,6	8	3,7	1,3	1,5
130,0	17	1,5	9	3,6	1,4	1,5
195,0	17	1,5	10	4,3	1,5	1,5
Teste F	1,53 ^{ns}	0,58 ^{ns}	12,48**	2,65 ^{ns}	1,20 ^{ns}	0,49 ^{ns}
Bloco	6,64**	2,27 ^{ns}	1,94 ^{ns}	1,69 ^{ns}	3,77**	7,21**
C.V. (%)	5,6	4,9	9,9	9,6	10,8	5,0
Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹)	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	mg kg ⁻¹					
0	7	5	66	60	16	
32,5	7	6	64	64	17	
65,0	7	5	62	66	17	
130,0	6	5	66	60	16	
195,0	7	5	66	67	16	
Teste F	1,25 ^{ns}	1,43 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,65 ^{ns}	1,74 ^{ns}	
Bloco	1,93 ^{ns}	1,71 ^{ns}	0,94 ^{ns}	2,28 ^{ns}	19,55**	
C.V. (%)	10,9	11,4	11,5	16,1	7,0	

** , ^{ns} significativo a 1% e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

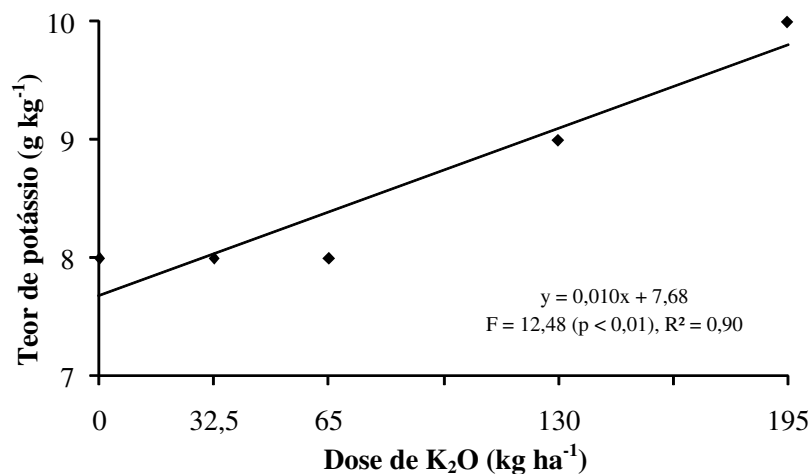


Figura 3. Efeitos da aplicação de potássio no teor de potássio da primeira soqueira de cana-de-açúcar, no oitavo mês após a brotação.

4.4. Acúmulo de potássio

Houve efeito no acúmulo e no teor de potássio nas folhas e nos colmos em função sua da aplicação na soqueira de cana-de-açúcar (Tabela 5). A aplicação do potássio incrementou, com ajuste linear, seu teor e seu acúmulo nas folhas e nos colmos (Figura 4). Observou-se, neste trabalho, que o teor de potássio foi de 4-6 e 2-3 g kg⁻¹ nas folhas e nos colmos, respectivamente.

Tabela 5. Efeitos da aplicação de potássio no teor, e acúmulo de potássio nas folhas e nos colmos na primeira soqueira de cana-de-açúcar.

Dose de potássio (K ₂ O) kg ha ⁻¹	Folhas g kg ⁻¹	Colmos g kg ⁻¹	Folhas kg ha ⁻¹	Colmos kg ha ⁻¹
0	4,6	2,0	63	75
32,5	3,7	1,9	58	68
65	5,2	2,2	82	92
130	4,5	2,6	83	127
195	6,4	3,0	118	138
Teste F	12,61**	11,15**	9,48**	19,40**
Bloco	3,22 ^{ns}	0,72 ^{ns}	1,82 ^{ns}	0,91 ^{ns}
C.V. (%)	19,0	12,7	21,4	15,8

** ; ^{ns} significativo a 1% e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

Resultado semelhante foi obtido por SILVA (2010), trabalhando com aplicação de potássio na primeira soqueira da variedade IAC SP 93-3046, observando incremento linear no teor e acúmulo de potássio nas folhas e colmos. Foi observado pelo mesmo autor o teor de potássio maior para folhas (7-11 g kg⁻¹) e igual para os colmos (2-3 g kg⁻¹).

SILVA (2010) observou acúmulo de potássio de 85-199 e 42-98 kg ha⁻¹ nas folhas e nos colmos, respectivamente. O acúmulo de potássio observado pelo mesmo autor nas folhas é superior ao encontrado neste trabalho (58-118 kg ha⁻¹). O mesmo não ocorreu para o acúmulo de potássio nos colmos, que foi inferior ao observado no trabalho (68-138 kg ha⁻¹). Esta diferença deve-se à maior produção de colmos

observada no trabalho (101 a 131 t ha⁻¹), e ao maior teor de potássio nas folhas da parte aérea.

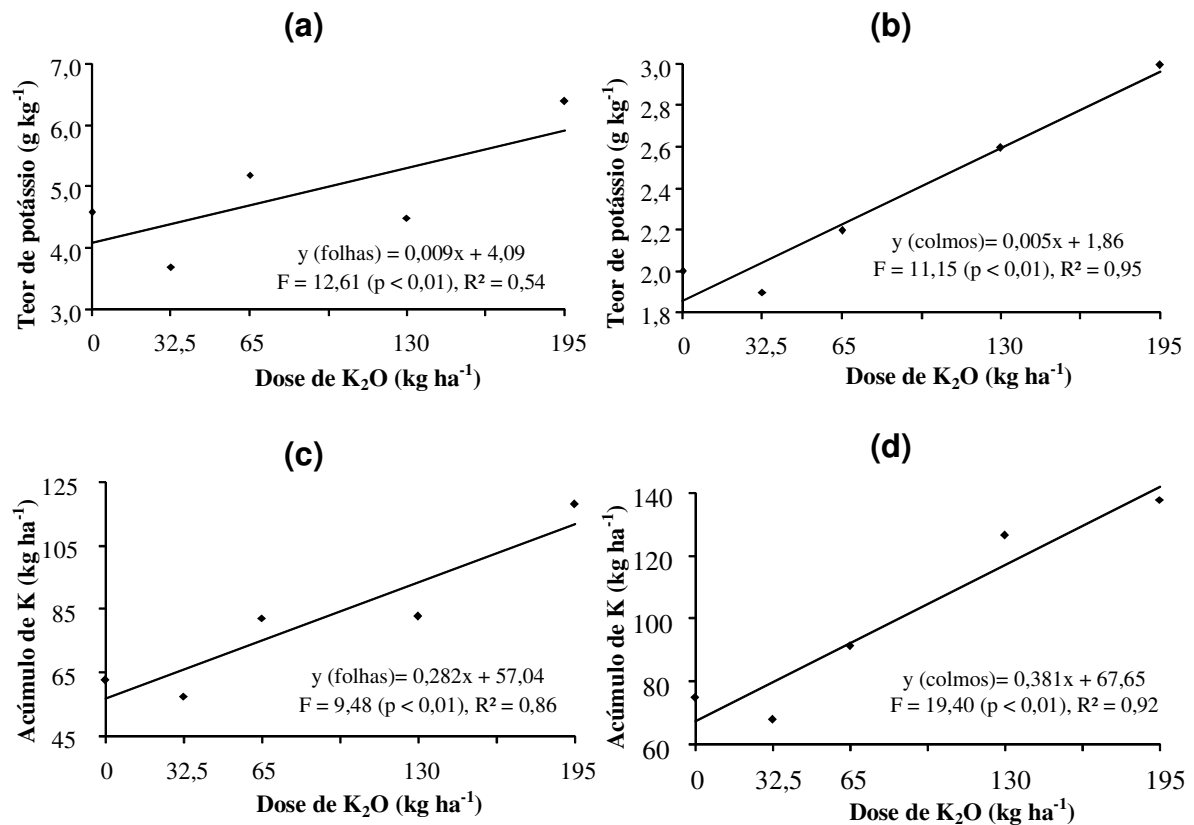


Figura 4. Efeito da aplicação de potássio no teor de potássio nas folhas (a) e nos colmos (b) e no acúmulo de potássio nas folhas (c) e nos colmos (d) da primeira soqueira da cana-de-açúcar, aos doze meses após a brotação

MAEDA (2009) observou incremento com ajuste linear no teor do potássio nos colmos da primeira soqueira da variedade RB867515 em sistema de colheita sem o uso da despalha a fogo.

Assim, observou-se, comparando com os resultados na literatura, que houve diferença no teor de potássio nos colmos em relação ao tipo de sistema de colheita adotado, ou da variedade da cana-de-açúcar.

Da mesma forma, ocorreu para o acúmulo de potássio nos colmos e nas folhas, observando-se aumento do acúmulo de potássio pela soqueira de cana-de-açúcar em função da aplicação do fertilizante potássico.

A acúmulo de potássio variou de 0,54-0,95 e 0,63-1,11 kg t⁻¹ de matéria seca nas folhas e nos colmos, respectivamente, considerando-se a produção de colmos de 101 a 131 t ha⁻¹, enquanto, RAIJ & CANTARELLA (1997) relataram a exportação de potássio nos colmos de 1,10 kg t⁻¹, com a produção de 60-120 t ha⁻¹. Esta diferença é, provavelmente, explicada pelo efeito de diluição de nutrientes, pois o estado nutricional causa efeito indireto no acúmulo de nutrientes da planta.

4.5. Matéria seca e produção

A aplicação de potássio na soqueira de cana-de-açúcar causou efeito significativo na matéria seca (MS) e na produção de colmos (Tabela 6). A aplicação do potássio incrementou, com ajuste linear, a produção de matéria seca de folhas (Figura 5a) e colmos (Figura 5b), embora com o valor médio do coeficiente de determinação relativamente baixo ($R^2 = 0,33$) na matéria seca de folhas, indicando variabilidade dos resultados com pouca importância agrônômica.

MAEDA (2009) observou que a aplicação de potássio incrementou a matéria seca de colmos na primeira soqueira da variedade RB867515 em sistema de colheita com o uso da despalha a fogo, mas o mesmo não ocorreu em sistema sem o uso da despalha a fogo. Portanto, há necessidade de mais estudos para coletar mais informações que ajudem a diferenciar os dois sistemas de colheita mecanizada.

Tabela 6. Efeitos da aplicação de potássio no acúmulo de matéria seca e na produção de colmos da primeira soqueira da cana-de-açúcar.

Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹)	MS folhas	MS colmos	Produção de colmos
	t ha ⁻¹		
0	15	41	101
32,5	19	39	108
65	16	41	116
130	19	41	131
195	18	46	124
Teste F	4,45*	9,55*	3,30*
Bloco	3,63*	0,52 ^{ns}	0,83 ^{ns}
C.V. (%)	12,0	9,5	12,6

* ; ^{ns} significativo a 5% e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

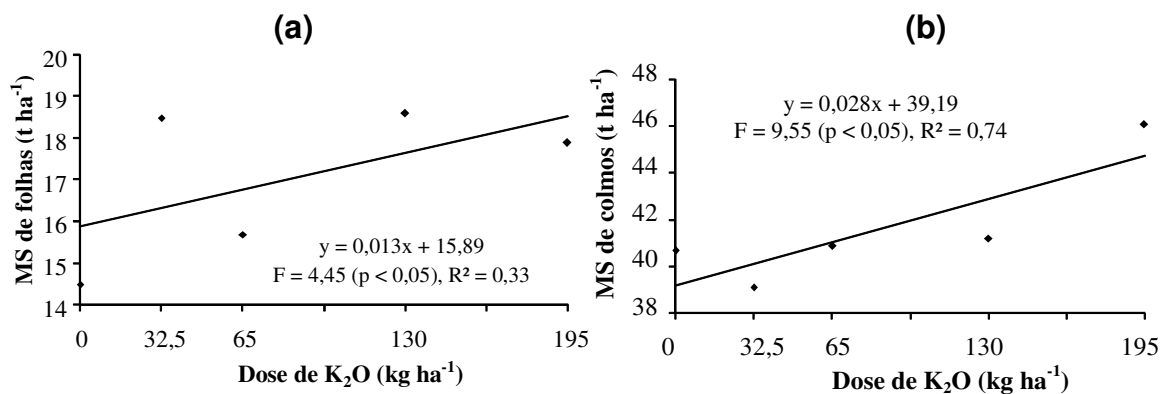


Figura 5. Efeitos da aplicação de potássio no acúmulo de matéria seca de folhas (a) e colmos (b) da primeira soqueira de cana-de-açúcar.

A aplicação de potássio na soqueira incrementou, com ajuste quadrático, a produção de colmos (Figura 6), atingindo a máxima produção (128 t ha⁻¹) com a dose de 135 kg ha⁻¹ de K₂O. A resposta positiva na produção de colmos pode ser explicada pelo incremento no acúmulo de potássio e de matéria seca na cana-de-açúcar.

Resultado semelhante foi observado por LANA et al. (2004), trabalhando com o primeiro ciclo (plantio) da variedade RB72454, que observaram incremento com ajuste linear na produção de colmos em função da aplicação de potássio até 180 kg ha⁻¹ de K₂O.

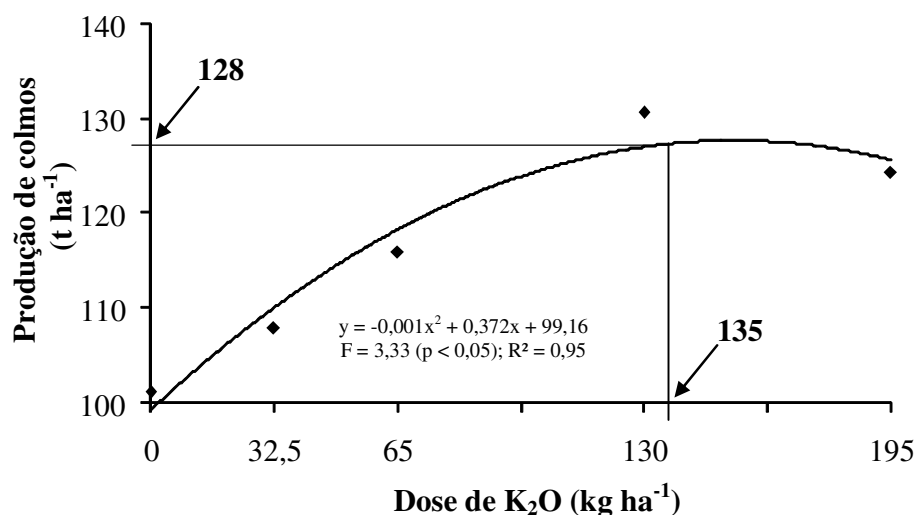


Figura 6. Efeitos da aplicação de potássio na produção de colmos da primeira soqueira de cana-de-açúcar.

Observou-se, no experimento, a produção de colmos entre 101-131 t ha⁻¹, superando a produção esperada de 80-100 t ha⁻¹ pelo programa de adubação adotado, indicado por SPIRONELLO et al. (1997). Esta diferença na produção de colmos pode ser explicada em função de o experimento ser conduzido num ambiente de produção A, além da distribuição da precipitação durante o ciclo da cultura.

Segundo CONAB (2010), a média da produção de colmos para o Estado de São Paulo, na safra de 2009/2010, foi de 88 t ha⁻¹. A maior produção de colmos pode ser explicada pelo fato de o experimento ser de primeira soqueira (2º ciclo), e a média do Estado de São Paulo incluir todos os cortes da cana-de-açúcar.

Resultado semelhante indicando a resposta da soqueira à aplicação de potássio em sistema de colheita mecanizada, sem o uso da despalha a fogo, foi obtido por SILVA (2010), utilizando a primeira soqueira da variedade IAC SP 93-3046, mas discordando de MAEDA (2009).

MAEDA (2009) observou incremento com ajuste linear na produção de colmos em função das doses de potássio, em sistema de colheita com o uso da despalha a

fogo, mas a aplicação de potássio não afetou a produção de colmos, em sistema de colheita sem o uso da despalha a fogo.

Segundo MAEDA (2009), a produção de colmos foi de 87-89 e 77-84 t ha⁻¹ em sistema de colheita, sem e com o uso da despalha a fogo, respectivamente. O experimento foi conduzido com a 3ª soqueira da variedade RB867515, num Latossolo Vermelho, textura média (EMBRAPA, 2006) e ambiente de produção D. Esta diferença na produção de colmos pode ser explicada pelo ambiente de produção e distribuição irregular das chuvas.

A maior parte das informações sobre a cana-de-açúcar é no sistema de colheita com despalha a fogo, e os estudos da adubação potássica na cana-de-açúcar, em sistema de colheita sem despalha a fogo, são incipientes no Brasil.

4.6. Variáveis tecnológicas

A aplicação do potássio não afetou a qualidade tecnológica no caldo da cana-de-açúcar, como Pol, Pol da cana (PC), Açúcares redutores (AR), Fibra, Brix e Pureza (Tabela 7). Observou-se, pelo estudo de regressão polinomial, decréscimo com ajuste quadrático, no ART, em função da aplicação de potássio na soqueira de cana-de-açúcar (Figura 7). Entretanto, o valor médio do coeficiente de determinação é relativamente baixo ($R^2 = 0,57$), indicando variabilidade dos resultados com pouca importância agrônoma.

Salienta-se que os resultados médios das variáveis tecnológicas, obtidos neste experimento, são considerados adequados aos valores encontrados por RIPOLI & RIPOLI (2009).

Resultado semelhante foi obtido por SILVA (2010), que observou decréscimo com ajuste quadrático para Brix e ART, em função da aplicação do potássio na primeira soqueira da variedade IAC SP 93-3046.

Tabela 7. Efeitos da aplicação de potássio na qualidade tecnológica do caldo, na primeira soqueira da cana-de-açúcar.

Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹)	PC	Pol	ATR	AR	Fibra	Brix	Pureza (kg t ⁻¹)
	% cana						
0	17	20	168	0,4	12	22	91
32,5	17	20	165	0,5	12	22	91
65,0	17	20	167	0,5	12	22	91
130,0	16	19	160	0,5	11	21	89
195,0	17	20	168	0,5	12	22	91
Teste F	2,61 ^{ns}	2,84 ^{ns}	5,13*	2,48 ^{ns}	1,66 ^{ns}	2,68 ^{ns}	2,02 ^{ns}
Bloco	4,74*	3,97*	4,97**	2,90 ^{ns}	0,40 ^{ns}	4,70 ^{ns}	1,19 ^{ns}
C.V. (%)	3,1	3,4	2,8	7,3	1,1	2,6	1,3

* , ** , ^{ns} significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

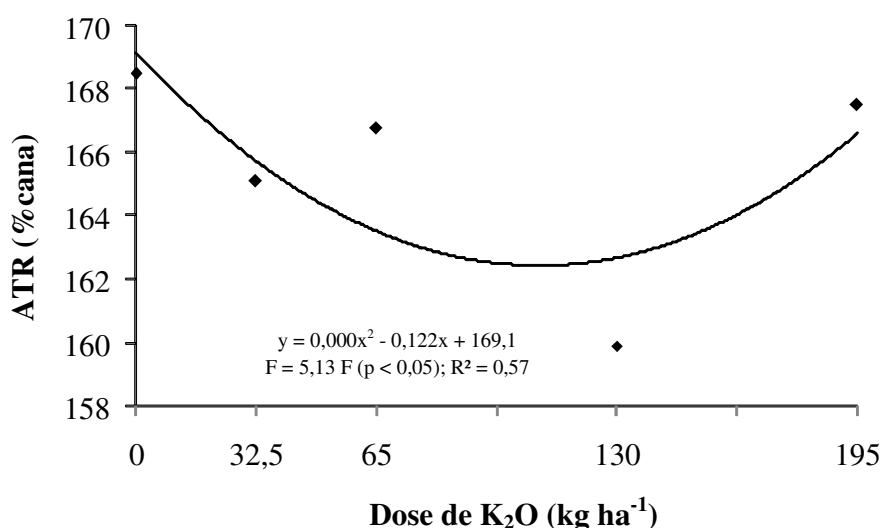


Tabela 7. Efeito da aplicação de potássio no ATR, na qualidade tecnológica do caldo, na primeira soqueira da cana-de-açúcar.

Alguns trabalhos da literatura, estudando o efeito do potássio na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, indicam influência no teor de Fibra (ORLANDO FILHO et al. 1993) e no Pol (LANA et al. 2004), e outros trabalhos não verificaram efeito significativo na qualidade da cana-de-açúcar (ORLANDO FILHO et al. 1981; MAEDA, 2009). Entretanto, são pesquisas obtidas de cana-de-açúcar com despalha a fogo.

Esses trabalhos discordam parcialmente de MAEDA (2009), que observou que a aplicação de potássio na 3ª soqueira da variedade RB867515 não afetou as variáveis Pol, AR, Brix, Fibra e Pureza, nos dois sistemas analisados: com e sem o uso da despalha a fogo.

5. CONCLUSÃO

A aplicação de potássio na primeira soqueira de cana-de-açúcar incrementou o teor de potássio no solo e na folha, refletindo em maior absorção pela cultura.

A aplicação de potássio na primeira soqueira de cana-de-açúcar não afetou o desenvolvimento da cultura e a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, entretanto aumentou a produção de colmos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDA. ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. **Câmara Setorial de Insumos Agropecuários: Fertilizantes** – Ano 2009. Brasília; 2010. 22 p.

BARBOSA, J. C. S.; MALDONATO JR, W. **AGROESTAT**: sistema de análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2011. no prelo.

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: IAC, 1983. 48 p. (Boletim Técnico, 78).

BITTENCOURT , V. C. de; PAIXÃO , A. C. S. ; ALMEIDA , M. J. de; ORLANDO FILHO, J.; BEAUCLAIR , E. G. F. de. Eficiência da adubação potássica em cana-soca. **STAB. Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil**, Piracicaba, v. 13, n. 3, p. 20-23, 1995.

COELHO, F. S.; VERLENGIA, F. **Fertilidade do solo**. 2. ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. p. 35-44.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. CONAB: **Acompanhamento de safra brasileira:** cana-de-açúcar, agosto/2010. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/ecf76fd96889c63b1368be8085214377..pdf>>. Acesso em: 5 out. 2010a.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento, CONAB: **Balança comercial do agronegócio:** saldo da balança do agronegócio. Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/10_11_18_16_00_03_0207_-_balanca_saldo..pdf>. Acesso em: 29 nov. 2010b.

CONSECANA. Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar, açúcar e Álcool do Estado de São Paulo. CONSECANA. **Manual de instruções**. Piracicaba, 2006. 110 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FELIPO, D. C. **Produtividade da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) submetida a diferentes épocas de plantio e a adubação mineral**. 2008. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2008.

FRANCO, A.; MARQUES, M. O.; MELO, W. J. de. Sugarcane grown in an oxisol amended with sewage sludge and vinasse: Nitrogen contents in soil and plant. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 65, n. 4, p. 408-414, 2008.

JARRELL, W. M.; BEVERLY, R. B. The dilution effect in plant nutrition studies. **Advances in Agronomy**, California, v. 34, p. 197-224, 1981.

KORNDÖRFER, G. H.; RIBEIRO, A. C.; ANDRADE, L. A. B. Cana-de-açúcar. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVARES, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais** – 5 aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. 1999. p. 285-288.

LANA, R. M. Q.; ZANÃO JÚNIOR, L. A.; KORNDÖRFER, G. H.; MACIEL JÚNIOR, V. A. Parcelamento da adubação potássica na cana-planta. **STAB. Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil**, Piracicaba, v. 23, n. 2, p. 28-31, 2004.

LAVAREZ, R.; FREIRE, E. S. Adubação da cana-de-açúcar VI – fracionamento da dose de potássio. **Bragantia**, Campinas, v. 21, n. 4, p. 31-43, 1962.

MAEDA, A. S.; BUZETTI, S.; BOLONHEZI, A. C. Adubação nitrogenada e potássica em socas de cana-de-açúcar com e sem queima em solos do cerrado. **STAB. Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil**, Piracicaba, v. 27, p. 39-43, 2009.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. p. 193-222.

NEVES, M. F.; CONEJERO, M. A. **Estratégica para cana no Brasil**: um negócio classe mundial. 1 ed. Ribeirão Preto: Editora Atlas S. A., 2010. p. 13-38.

OLIVEIRA, M. DAL S.; TOSI, H.; SAMPAIO, A. A. M.; VIEIRA, P. F.; SANTIAGO, G. Avaliação de duas variedades de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tempos de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 8, p. 1435-1444, 1999.

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.

ORLANDO FILHO, J.; ZAMBELO JÚNIOR, E.; RODELLA, A. A. Calibração de potássio no solo e recomendação de adubação para cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 97, n. 1, p. 18-24, 1981.

ORLANDO FILHO, J.; BOARETTO, A. E.; GLÓRIA, A. M. da. Adubação potássica em cana-de-açúcar: I – efeitos na produtividade agrícola, qualidade da matéria-prima e

longevidade. **STAB. Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil**, Piracicaba, v. 12, n. 1, p. 23-26, 1993a.

ORLANDO FILHO, J.; ROSSETO, R.; GERALDI, R. N. Adubação potássica em cana-de-açúcar: II – análise química do solo e diagnose foliar. **STAB. Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil**, Piracicaba, v. 11, n. 6, p. 10, 1993b.

ORLANDO FILHO, J.; MURAOKA, T.; RODELLA, A. A.; ROSSETO, R. Fontes de potássio na adubação da cana-de-açúcar: KCl e K₂SO₄. **STAB. Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil**, Piracicaba, v. 11, n. 6, p. 10, 1993c.

ORLANDO FILHO, J.; ROSSETTO, R.; MURAOKA, T. Efeito residual da calagem (56 meses) sobre os valores de pH, cálcio e magnésio do solo. **STAB. Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil**, n. 4, v. 14, p. 19-21, 1996.

PANCELLI, M. A.; SILVA NETO, H. F. ; TASSO JUNIOR, L. C. ; MARQUES, M. O. ; MARTINS, A. L. B. ; MARCHI, M. Avaliação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro para três cultivares de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO: o Solo e a produção de bioenergia, perspectivas e desafios, 32., 2009, Fortaleza. **Resumos...** p. 318.

PAULINO, A. F.; MEDINA, C. C.; ROBAINA, C. R. P.; LAURANI, R. A. Produções agrícola e industrial de cana-de-açúcar submetida a doses de vinhaça. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 145-150, 2002.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. Jaboticabal: UNESP, 2008. p. 161-180.

RAIJ, B. van. Disponibilidade de potássio em solos do Brasil. In: YAMADA, T.; IGUE, K.; MUZILII, O.; USHERWOOD, N. R. (Ed.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1982. p. 67-76.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H. Outras culturas industriais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1997. p. 231-243. (Boletim Técnico, 100).

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. (Ed.). **Análise química para avaliação da fertilidade do solo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2001. 285 p.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita energia e ambiente**. Piracicaba: T.C.C. Ripoli, 2009. p. 216-226.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C.; CASAGRANDE, D. V.; IDE, B. Y. **Plantio de cana-de-açúcar: estado da arte**. Piracicaba: ESALQ, 2007. p. 65-73, 128-130.

SILVA, T. M. R. **Nutrição potássica na primeira soqueira de cana-de-açúcar cultivada em sistema de colheita sem despalha a fogo**. 2010. 58 f. Dissertação (Trabalho de graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.

SPIRONELLO, A.; RAIJ, B. van.; PENATTI, C. P.; CANTARELLA, H.; MORELLI, J. L. M.; ORLANDO FILHO, J.; LANDELL, M. G. A.; ROSSETO, R. Outras culturas industriais. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1997. p. 237-239. (Boletim Técnico, 100).

UNICA. União da indústria de cana-de-açúcar. UNICA. **Sustentabilidade - Meio Ambiente.** 2009. Disponível em: [<http://www.unica.com.br/content/show.asp?cntCode={0C8534A8-74A7-4952-8280-C5F6FB9276B7}>](http://www.unica.com.br/content/show.asp?cntCode={0C8534A8-74A7-4952-8280-C5F6FB9276B7}>). Acesso em: 07 ago. 2009.

UNICA. União da indústria de cana-de-açúcar. UNICA. **Cresce a mecanização na colheita de cana-de-açúcar em São Paulo.** 2009. Disponível em: [<http://www.unica.com.br/noticias/show.asp?nwsCode={9C316670-3A8A-4908-B41A-CEDC6E8B1088}>](http://www.unica.com.br/noticias/show.asp?nwsCode={9C316670-3A8A-4908-B41A-CEDC6E8B1088}>). Acesso em: 10 jun. 2010.

ZAMBELLO JÚNIOR, E.; HAAG, H. P.; ORLANDO FILHO, J. Aplicação do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) em soqueiras de cana-de-açúcar para diferentes épocas de amostragem foliar. **Boletim Técnico PLANALSUCAR**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 10, p. 5-32, 1981.

7. APÊNDICE



Figura A1. Visualização da área experimental na época de aplicação localizada do fertilizante. Pitangueiras-SP.



Figura A2. Avaliação do número dos perfilhos, aos quatro meses após a brotação; altura da planta e diâmetro do colmo, aos seis meses após a brotação da soqueira.



Figura A3. Amostragem de solo nas camadas de 0-20 e 20-40 de profundidade e sua mistura, aos seis meses após a brotação da soqueira.



Figura A4. Amostragem foliar (folha +1), preparação do material fresco e armazenamento em estufa, aos oito meses após a brotação.



Figura A5. Avaliação da colheita, aos doze meses após a brotação, amostragem e separação das folhas e colmos para posterior pesagem do material vegetal.



Figura A6. Amostragem da cana-de-açúcar para avaliação da qualidade tecnológica e matéria seca de folhas e colmos, aos doze meses após a brotação.