

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**NUTRIÇÃO POTÁSSICA EM SOQUEIRAS DE  
CANA-DE-AÇÚCAR COM COLHEITA SEM DESPALHA A  
FOGO**

**Rilner Alves Flores**

Engenheiro Agrônomo

**2012**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP**  
**CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**NUTRIÇÃO POTÁSSICA EM SOQUEIRAS DE  
CANA-DE-AÇÚCAR COM COLHEITA SEM DESPALHA A  
FOGO**

**Rilner Alves Flores**

**Orientador: Prof. Dr. Renato de Mello Prado**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Ciência do Solo).

**2012**

Flores, Rilner Alves  
F634n      Nutrição potássica em soqueiras de cana-de-açúcar com colheita  
sem despalha a fogo / Rilner Alves Flores. – – Jaboticabal, 2012  
iii, 80 f. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de  
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012

Orientador: Renato de Mello Prado

Banca examinadora: Leonardo Santos Collier, Wilson Mozena  
Leandro, José Carlos Barbosa, Pedro Luís da Costa Aguiar Alves  
Bibliografia

1. Cana-crua. 2. Nutrição mineral. 3. Sistema conservacionista. I.  
Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 633.61:631.82

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



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

**CAMPUS DE JABOTICABAL**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL**

### **CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO:** NUTRIÇÃO POTÁSSICA EM SOQUEIRAS DE CANA-DE-AÇÚCAR COM COLHEITA SEM DESPALHA A FOGO

**AUTOR:** RILNER ALVES FLORES

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. RENATO DE MELLO PRADO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA (CIÊNCIA DO SOLO), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. RENATO DE MELLO PRADO

Departamento de Solos e Adubos / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. LEONARDO SANTOS COLLIER

Universidade Federal de Goiás / Departamento de Solos / Goiania/GO

Prof. Dr. WILSON MOZENA LEANDRO

Universidade Federal de Goiás / Departamento de Solos / Goiania/GO

Prof. Dr. JOSÉ CARLOS BARBOSA

Departamento de Ciências Exatas / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. PEDRO LUIS DA COSTA AGUIAR ALVES

Departamento de Biologia Aplicada À Agropecuária / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 11 de outubro de 2012.

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**RILNER ALVES FLORES** – nascido em Gurupi (TO), em 14 de janeiro de 1984. Formado pela Universidade Federal do Tocantins em Agosto de 2007 no curso de Agronomia, obteve o título de Mestre em Agronomia – Ciência do Solo, em novembro de 2009 pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Ingressou no programa de pós-graduação em Agronomia – Ciência do Solo, em nível de doutorado, em março de 2010. Atuou como assistente administrativo no Centro Universitário Unirg no período entre 2006 e 2007, sendo aprovado em concurso público. Estagiou na Embrapa Agrobiologia junto ao grupo de pesquisa de Ciclagem de Nutrientes no período entre 2007 e 2009 com supervisão dos pesquisadores Drs. Segundo Sacramento Urquiaga, Bruno José Rodrigues Alves e Robert Michael Boddey desenvolvendo pesquisas sobre a Ciclagem de Nutrientes em Sistemas Agrícolas e Produção de Biomassa Vegetal para Fins Energéticos. É professor substituto da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, desde março de 2012, sendo responsável pelas disciplinas de Conservação do Solo e Nutrição Mineral de Plantas no curso de Agronomia, e Morfologia e Classificação do Solo no curso de Engenharia Florestal.

A Deus.  
Ofereço.

Aos meus pais, Janete Alves Flores e José Américo Gonzaga Flores (*in memoriam*),  
razões de minha existência;  
Ao meu irmão, Ralf Luís Alves Flores, pelo apoio e compreensão;  
Aos meus avós, Cleide Nunes Moreira e Gumercindo Alves Moreira (*in memoriam*),  
pelo conforto nos momentos difíceis;  
A minha namorada, pelo apoio, paciência e incentivo durante todas as etapas do  
doutoramento;  
Dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao programa de pós-graduação em Agronomia – Ciência do Solo, pela oportunidade de ingressar no curso de doutorado;

Ao CNPq pela concessão da bolsa durante a condução do curso;

Ao Prof. Dr. Renato de Mello Prado, pela orientação e confiança;

Aos professores que ministraram aulas durante o curso de doutorado (José Carlos Barbosa, Arthur Bernardes Cecílio Filho, Jairo Osvaldo Cazetta, Joaquim Gonçalves Machado Neto, José Fernando Durigan, Renato de Mello Prado, Paulo Guilherme Salvador Wadt), e outros professores como Itamar, Willian Natale, Coutinho, pelo conhecimento transferido;

Aos membros da banca examinadora (Renato de Mello Prado, Leonardo Santos Collier, Wilson Mozena Leandro, José Carlos Barbosa e Pedro Luís da Costa Aguiar Alves), pela valiosa colaboração contida em suas sugestões e seus questionamentos;

Aos funcionários do Departamento de Solos (Claudinha, Xerim, Mauro, Celinha, Anderson e Luis), Seção de Pós-Graduação e Seção de Biblioteca, pelo auxílio nas diversas etapas do trabalho;

Ao grupo Genplant, pela colaboração na condução dos experimentos e na contribuição com sugestões durante os seminários apresentados ao longo do curso;

Aos companheiros de República Kambuká pelo agradável convívio e amizade, a citar: Carlos Leandro (Lambari), Ronaldo (Bicudo), Marcus André (Toca), Hélio (Véi), Leandro (Boga);

Aos colegas e amigos da UNESP que, pela amizade e incentivo, contribuíram para esta conquista, a citar: Bernardo, Thiago, Anderson, dentre outros;

A minha grande família, que, de uma forma ou de outra, contribuiu para a concretização do curso, em especial a minha mãe querida, Janete, que em todos os momentos, principalmente os difíceis, apoiou, amparou e incentivou.

## SUMÁRIO

|                                                                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1 – Considerações gerais .....</b>                                                                           | <b>1</b>  |
| 1.1. Introdução .....                                                                                                    | 1         |
| 1.2. Revisão de Literatura .....                                                                                         | 3         |
| 1.2.1. Importância da cana-de-açúcar .....                                                                               | 3         |
| 1.2.2. Importância da nutrição potássica .....                                                                           | 5         |
| 1.2.3. Adubação potássica em soqueiras de cana-de-açúcar .....                                                           | 7         |
| 1.3. Referências .....                                                                                                   | 12        |
| <br><b>CAPÍTULO 2 – NUTRIÇÃO POTÁSSICA NA PRIMEIRA SOQUEIRA DA CANA-DE-AÇÚCAR COM COLHEITA SEM DESPALHA A FOGO .....</b> | <b>20</b> |
| RESUMO.....                                                                                                              | 20        |
| SUMMARY.....                                                                                                             | 20        |
| 2.1. Introdução .....                                                                                                    | 21        |
| 2.2. Material e Métodos .....                                                                                            | 23        |
| 2.3. Resultados e Discussão .....                                                                                        | 27        |
| 2.4. Conclusões.....                                                                                                     | 43        |
| 2.5. Referências .....                                                                                                   | 44        |
| <br><b>CAPÍTULO 3 – NUTRIÇÃO POTÁSSICA NA SEGUNDA SOQUEIRA DA CANA-DE-AÇÚCAR COM COLHEITA SEM DESPALHA A FOGO .....</b>  | <b>50</b> |
| RESUMO.....                                                                                                              | 50        |
| SUMMARY.....                                                                                                             | 50        |
| 3.1. Introdução .....                                                                                                    | 51        |
| 3.2. Material e Métodos .....                                                                                            | 53        |
| 3.3. Resultados e Discussão .....                                                                                        | 58        |
| 3.4. Conclusões.....                                                                                                     | 73        |
| 3.5. Referências .....                                                                                                   | 73        |
| <br><b>CAPÍTULO 4 – Considerações finais .....</b>                                                                       | <b>80</b> |

## **NUTRIÇÃO POTÁSSICA EM SOQUEIRAS DE CANA-DE-AÇÚCAR COM COLHEITA SEM DESPALHA A FOGO**

**RESUMO** – A presença da palhada na superfície do solo após o corte mecanizado da cana-de-açúcar melhora a ciclagem de nutrientes, em especial o potássio, possibilitando possível redução na recomendação de adubação potássica para a cultura. Objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de potássio em duas soqueiras de cana-de-açúcar cultivada em dois solos do Estado de São Paulo, em sistema de colheita sem despalha a fogo. Os tratamentos foram constituídos por doses de potássio: 0; 32,5; 65; 130 e 195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, dispostos em blocos casualizados, com cinco repetições. Os experimentos foram instalados em soqueiras de cana-de-açúcar, em Latossolo Vermelho distroférico típico, textura muito argilosa (LV) e Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura média (LVA). Avaliaram-se as variáveis biométricas (altura, número de perfilho e diâmetro de perfilho); os teores de potássio no solo, na palhada, e na planta; a produção e a qualidade dos colmos em duas safras (2010/2011 e 2011/2012). Em todos os resultados obtidos foram realizados a análise de regressão polinomial. A adubação potássica aumentou o teor do nutriente no solo e na planta, e refletindo na produção de colmos, tanto da primeira quanto da segunda soqueira da cana-de-açúcar, nos dois solos avaliados (LV e LVA). A aplicação de potássio em solo de textura muito argilosa promoveu maiores produções (87,5 e 107,5 t ha<sup>-1</sup>) com o uso das doses estimadas em 120 e 123 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, entretanto no solo de textura média as maiores produções (87,0 e 132,9 t ha<sup>-1</sup>) ocorreram com a dose de 195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, na primeira e segunda soqueira de cana-de-açúcar, respectivamente.

**Palavras-chave:** cana-crua, nutrição mineral, sistema conservacionista

## POTASH NUTRITION IN SUGARCANE RATOON HARVEST WITHOUT BURNING

**SUMMARY** - The presence of the trash on soil surface after the mechanization of sugarcane enhances the nutrient cycling, particularly potash, allowing possible reduction in the potash fertilization recommendation for the crop. The objective was to evaluate the effect of potassium on two ratoons of sugarcane, grown in two soils of the State of São Paulo, in harvesting system without straw burning. The treatments consisted of potassium rates: 0, 32.5, 65, 130 and 195 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, disposed in a randomized block design with five replicates. The experiments were conducted in ratoons of sugarcane in Hapludox, clay loam soil and Oxisol Hapludox, loamy sand. It was evaluated the biometric variables (height, number of tiller and tiller diameter); potash content in soil, trash and plant, production and stalks quality in two harvests (2010/2011 and 2011/2012). In all results obtained were performed a polynomial regression analysis. Potassium fertilization increased the K contents in soil and plant, and reflecting on stalk production, in the first and second sugarcane ratoon and in both soils evaluated. The application of potash in a clay loam soil promoted higher yields (87.5 and 107.5 t ha<sup>-1</sup>) with the estimated rate of 120 and 123 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O, however in the loamy sand soil highest yields (87.0 and 132.9 t ha<sup>-1</sup>) occurred at 195 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O rate in the first and second ratoon, respectively.

**Keywords:** saw cane, mineral nutrition, conservation system

## CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

### 1.1. Introdução

Com o aumento crescente da população mundial, estima-se que haverá uma alta demanda por alimentos, fibra, energia e água em quantidade e qualidade, fato que deverá se constituir no principal desafio ambiental deste século (RESCK et al., 2008).

A existência de uma forte relação de energia e meio ambiente e com o modelo de desenvolvimento da humanidade tem resultado em um grande movimento em prol de uma revolucionária modificação deste modelo energético baseado no uso de combustíveis não renováveis (ALVES JUNIOR et al., 2003). A produção de culturas para biomassa moderna possui desafio de oferecer os recursos e as principais soluções estratégicas, com o verdadeiro propósito de resolver o grande dilema de fornecimento presente e futuro de energia para nossa sociedade (BAJAY; FERREIRA, 2005).

A produção sustentável de agroenergéticos adquire, a partir dos dias atuais, um papel cada vez mais importante na substituição gradual dos combustíveis de origem fóssil, e com potencial poluente reconhecidamente elevado, tanto na sua produção e distribuição quanto na sua utilização em ampla escala (FLORES, 2009). Neste sentido, a cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) surge como uma das melhores opções, dentre as fontes de energia renováveis, para a produção de etanol, além do açúcar, sendo um dos principais produtos brasileiros. A cultura, portanto, é importante tanto no aspecto social como no econômico.

No Brasil, a área ocupada por cana-de-açúcar destinada à atividade sucroalcooleira, na safra de 2012/2013, está estimada em 8,57 milhões de hectares. O estado de São Paulo é o maior produtor nacional em área cultivada, tendo 51,7% (4,43 milhões de hectares). A previsão total da cana moída é de 602,2 milhões de toneladas, com incremento de 5,4% em relação à safra 2011/2012. Do total da cana esmagada, 49,8% foram destinados à produção de açúcar e o restante 50,2%

destinado à produção de álcool, que deve gerar um volume total de 23,9 bilhões de litros de álcool (CONAB, 2012).

A colheita de cana-de-açúcar sem despalha a fogo, também conhecida por cana-crua, vem crescendo de forma significativa no Brasil. Este tipo de procedimento resulta normalmente no acúmulo de matéria seca (palhada) em grandes quantidades sobre a superfície do solo (KORNDÖRFER; OLIVEIRA, 2005). Em regiões canavieiras do Brasil e do mundo, onde a precipitação é pequena ou irregular, a presença da palhada sobre o solo também tem contribuído para elevar a produtividade da cana-de-açúcar (BALL-COELHO et al., 1993), principalmente por aumentar a infiltração da água no solo e diminuir a evaporação edáfica.

No estado de São Paulo, estima-se que a massa de palhada de cana que permanece sobre o solo após o corte da cana, varia de 10 a 20 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca com relação C/N próxima a 100 e conteúdo de nitrogênio entre 40 e 80 kg ha<sup>-1</sup> (TRIVELIN et al., 1995; CANTARELLA, 1998; OLIVEIRA et al., 1999), mas os autores ressaltam que a taxa de mineralização desta palhada com alta relação C/N, depositada sobre o solo, é lenta. Oliveira et al. (1999), em estudos realizados com a liberação de K presente na palhada, concluíram que o potássio foi o nutriente liberado em maior quantidade pela palhada de cana (média de 93%) de um ano para o outro.

O potássio é um dos nutrientes mais utilizados na adubação da cana-de-açúcar. Esse fato é explicado, principalmente, por ser o nutriente exportado em maior quantidade, principalmente pela cana-soca (KORNDÖRFER; OLIVEIRA, 2005). Estudos mostram que, em solos com baixo teor de potássio trocável, a cana-de-açúcar responde de forma muito expressiva à aplicação do fertilizante potássico, especialmente a cana-soca (KORNDÖRFER; OLIVEIRA, 2005). Em vários experimentos desenvolvidos no estado do Paraná (WEBER et al., 2001; TEIXEIRA, 2005), Mato Grosso do Sul (MAEDA, 2009), Roraima (UCHÔA et al., 2009) e no Nordeste (SILVA et al., 2009) indicaram resposta de soqueiras com o uso de fertilizante potássico em sistemas de colheita com uso de despalha à fogo.

Todavia, ainda são incipientes os estudos em cana-de-açúcar direcionados às soqueiras em função da aplicação de potássio com colheita sem despalha a fogo e diferentes tipos de solos e regiões distintas. Diante disto, o objetivo do presente

estudo foi avaliar o efeito da aplicação de potássio em duas soqueiras de cana-de-açúcar cultivada em dois solos do Estado de São Paulo, com colheita sem despalha a fogo.

## **1.2.Revisão de Literatura**

### **1.2.1. Importância da cana-de-açúcar**

A produção de material energético alternativo a partir de biomassa vegetal representa um dos grandes desafios para a pesquisa, já que a continuação da queima de petróleo, além de ser finita, contribui para o efeito estufa que ameaça o equilíbrio do clima da Terra (MORAIS, 2008). Com isso, o problema da demanda energética constitui uma preocupação mundial. Portanto, alternativas ao uso de combustíveis fósseis reduz a dependência, especialmente do petróleo e derivados, e ainda pelo fato de serem fontes finitas de energia (FLORES, 2009).

Os produtos da cana-de-açúcar contribuem com aproximadamente 13% da produção primária de energia do país. O Brasil é detentor do mais importante programa de geração renovável de energia do planeta com o uso da biomassa sucroalcooleira. O álcool carburante atende a cerca de 30% do consumo de energia de veículos leves. Nos países desenvolvidos a tendência histórica foi de substituir os combustíveis derivados de biomassa por fósseis (MORAIS, 2008). Há um renovado interesse desses países na biomassa energética que aponta uma participação maior da biomassa na matriz primária de energia no futuro próximo (JOHANSSON et al., 1993).

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma das culturas de grande importância socioeconômica no Brasil, sendo seus principais derivados o açúcar (alimento) e o álcool (hidratado e anidro), imprescindíveis ao mercado mundial. Outros produtos, também originados dessa cultura e que devem ser salientados, são a aguardente, o bagaço (utilizado principalmente como fonte de energia), a vinhaça (serve de

fertilizante), o plástico e o papel (SOUZA et al., 1999), além de representar para o nosso País uma fonte de grande geração de empregos e renda no meio rural.

A previsão total da cana moída é de 602,2 milhões de toneladas com incremento de 5,4% em relação à safra 2011/2012. Do total da cana esmagada, 49,8% foram destinados à produção de açúcar e o restante 50,2% destinado à produção de álcool, que deve gerar um volume total de 23,9 bilhões de litros de álcool (CONAB, 2012).

Um levantamento realizado pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) aponta que no Brasil os estados que apresentaram maior percentual de cana colhida mecanicamente na safra de 2009/2010 foram os de Goiás e São Paulo (67%), seguidos de Mato Grosso do Sul (64%) e Minas Gerais (53%). Porém, o avanço da colheita mecânica não significa que a queima da palha da cana-de-açúcar tenha recuado na mesma proporção. Os dados do CTC indicam que 49% das áreas colhidas em São Paulo eram de cana-crua (PORTO, 2009). Ainda, em São Paulo os produtores se preparam para o protocolo do setor sucroalcooleiro assinado com o governo, que prevê 100% de colheita sem queimas até 2014 em áreas mecanizáveis e até 2017 para áreas não mecanizáveis, respectivamente (PORTO, 2009). Atualmente, Covas (2012) afirma que 65% do total da área de produção de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo são colhidas mecanicamente, sem despalha a fogo, na safra de 2011/2012.

Diante disto, a produção nacional de cana-de-açúcar assume papel muito importante no aspecto econômico, principalmente devido o País apresentar condições edafoclimáticas propícias e possui vastas extensões de terras que podem ser exploradas comercialmente. Ainda, a colheita mecanizada da cana-de-açúcar resulta normalmente na deposição de matéria seca (palhada) em grandes quantidades na superfície do solo, melhorando a ciclagem de nutrientes, especialmente o potássio. O aumento na ciclagem deste nutriente é muito importante dada às funções exercidas por esse nutriente na planta, e ainda ser o nutriente mais exportado pela cultura. Estudos realizados por Fortes et al. (2012) mostraram que o maior acúmulo de resíduos vegetais na superfície do solo após o corte da cana-de-açúcar sem despalha a fogo pode proporcionar outros benefícios, tais como sequestro de carbono e reciclagem de nutrientes nos agroecossistemas, e que a após a sua decomposição

pode liberar no sistema cerca de 35 a 173 kg ha<sup>-1</sup> de K. Contudo, a produção da cana-de-açúcar se dá em vários ciclos (cana-planta e cana-soca), porém, a contribuição dos nutrientes presentes nos resíduos orgânicos no solo (palhada) não é considerada no manejo de adubação da cultura. Portanto, o entendimento sobre a dinâmica de decomposição e liberação desses nutrientes presentes na palhada é especialmente importante para gerenciar o manejo da cultura, principalmente em solos tropicais altamente intemperizados.

### **1.2.2. Importância da nutrição potássica**

O potássio é o cátion mais abundante na planta, sendo um dos nutrientes mais absorvidos pelas culturas em geral. O nutriente tem importante função na ativação enzimática de muitas rotas metabólicas, sendo mais de 60 enzimas; atua na translocação e armazenamento de assimilados e na manutenção da água, e ainda, está relacionado com a assimilação de gás carbônico e a fosforilação. O potássio não faz parte de nenhuma estrutura ou molécula orgânica na planta, como o N e o P, que são constituintes de proteínas, ácidos nucleicos, fosfolipídios, ATP, entre outros (EPSTEIN, 1975). O íon K<sup>+</sup> encontra-se predominantemente como cátion livre ou como cátion adsorvido e pode facilmente ser deslocado das células ou dos tecidos da planta (LINDHAUER, 1985).

O potássio também participa da estrutura celular, bem como da síntese e translocação de proteínas (KORNDÖRFER; OLIVEIRA, 2005). O nutriente influencia beneficiando a qualidade industrial dos colmos, independente da produtividade da cultura. Já a sua deficiência reduz a translocação dos açúcares sintetizados nas folhas para os tecidos de armazenamento da cultura (FELIPE, 2008).

Essa alta mobilidade nas plantas explica as principais funções e características do K<sup>+</sup> como principal cátion que atua na neutralização de cargas e como o mais importante e ativo componente inorgânico osmótico nos tecidos vegetais (CLARKSON; HANSON, 1980). O potássio também é importante para a manutenção do turgor das células; regulação da abertura e fechamento dos estômatos; além de

incrementar a absorção do N e a síntese de proteínas; e ainda, participa na síntese de amido nas folhas (MEURER, 2006).

O potássio é muito importante na expansão celular, a qual envolve a formação de um grande vacúolo central, que ocupa 80% a 90% do volume celular. Há duas condições para que ocorra a extensão das células: a) as ATPases são importantes no crescimento de células meristemáticas, pois reduzem o pH no citoplasma, permitindo ação de enzimas que quebram ligações de componentes da parede celular, influenciando a alongação celular; b) o acúmulo de soluto para criar um potencial osmótico interno também causa expansão celular (PRADO, 2008).

Essas funções do potássio nos processos metabólicos resultam em vários efeitos positivos nas plantas quando há adequada nutrição potássica (IMAS, 1999), como incremento no crescimento das raízes, aumento da resistência às secas e às baixas temperaturas, resistência a pragas e moléstias, resistência ao acamamento das plantas e incremento na nodulação das leguminosas. A adequada nutrição em K promove também, qualitativamente, incremento no teor de proteína, de amido nos grãos e tubérculos, na coloração e aroma dos frutos, no teor de vitamina C e de sólidos solúveis e na redução de desordens fisiológicas (MEURER, 2006).

O potássio é um dos nutrientes mais abundantes nos solos, porém, a maior parte do K do solo (98%) encontra-se na estrutura dos minerais primários e secundários (K estrutural), e só uma pequena fração encontra-se em formas mais prontamente disponíveis às plantas, seja ligado às cargas elétricas negativas (K trocável) seja na solução (K solução) (ERNANI et al., 2007). O potássio estrutural é a forma onde se encontra a maior quantidade do K do solo, porém, somente é liberado para a solução do solo quando os minerais primários e secundários são intemperizados. Como a intemperização é um processo lento, as quantidades liberadas por esse mecanismo são, na maioria dos solos, pequenas e insuficientes para suprir a demanda da planta. Desta forma, são comuns os solos tropicais apresentarem baixo teor de potássio trocável disponível nos solos tropicais, o que é amplamente relatado na literatura (ERNANI et al., 2007; BENITES et al., 2010).

Vários fatores podem influenciar nessa característica como, por exemplo, o material de origem com baixo teor de potássio, o alto grau de intemperismo do solo, com predomínio de minerais altamente intemperizados, entre eles, caulinita, óxidos de

ferro e de alumínio, com baixa concentração de potássio na sua estrutura (MELO et al., 2004, DIAS et al., 2007).

O potássio é o segundo nutriente requerido em maior quantidade pelas espécies vegetais (FAQUIN, 1994; ROSOLEM et al., 2006) e o nutriente mais absorvido exportado pela cultura da cana-de-açúcar (RAIJ, 1974; REIS JUNIOR, 2001; SILVA et al., 2007; CASOTI, 2008). A alta extração deste nutriente do solo provocado pelas colheitas da cana-de-açúcar, aliada à taxa de lixiviação no perfil do solo, influenciada proporcionalmente pela quantidade de chuva, dose do nutriente aplicado, e pela textura do solo, são fatores que podem potencializar ainda mais a redução no teor de potássio disponível no solo (ROSOLEM et al., 2006).

Diante disso, são altamente importantes estudos mais detalhados a respeito da resposta da cana-de-açúcar em função da adubação potássica mediante essa mudança no sistema de colheita da cultura, sem despilha a fogo, objetivando aumentar as potencialidades das cultivares, tornando-as mais produtivas, com o monitoramento das exigências nutricionais da planta, a fim de recuperar e manter a fertilidade do solo para alcançar produções economicamente viáveis, e garantir a sustentabilidade do sistema de produção.

### **1.2.3. Adubação potássica em soqueiras de cana-de-açúcar**

A alta necessidade em nutrientes da cultura da cana-de-açúcar, decorrente da elevada produção de biomassa por área e da remoção de grande parte dessa massa vegetal no processo da colheita, tem levado a uma revisão periódica das adubações, com alteração para mais, à medida que se esgota a fertilidade natural dos solos ou que se impõe a necessidade ou a conveniência do aproveitamento de áreas de baixa fertilidade natural (ALVAREZ et al., 1991).

O potássio é um dos nutrientes mais aplicados no sistema de produção da cana-de-açúcar, através de diversas fontes, dentre elas, o uso de resíduo de indústria sucroalcooleiro como a vinhaça, e pelos fertilizantes potássicos, predominando o cloreto de potássio (KCl). Porém, o uso de vinhaça fica restrito as propriedades

próximas às usinas, uma vez que os custos com transporte para regiões mais distantes são altos, não sendo viável economicamente. Nas regiões distantes e em propriedades de fornecedores de cana-de-açúcar, o uso de fertilizante potássico é a fonte de potássio mais difundida.

O potássio se destaca dentre os nutrientes utilizados na adubação da cana-de-açúcar, de modo que a cana-de-açúcar responde de forma expressiva à aplicação do fertilizante potássico nessas condições (KORNDÖRFER; OLIVEIRA, 2005), uma vez que ele é o nutriente mais extraído pela cultura (MALAVOLTA, 1994; SILVA et al., 2007), principalmente pela cana-soca (KORNDÖRFER; OLIVEIRA, 2005).

Orlando Filho et al. (1980) citaram que para produzir 100 toneladas de cana, as exigências de N e K estão na ordem de 143 e 174 kg, respectivamente. Coelho e Verlengia (1973) avaliando a extração de nutrientes por 100 toneladas de colmo fresco, e com a cultivar Co-419 afirmaram que, até o quinto mês de idade, a absorção de nutrientes pela cana-de-açúcar é pequena e a partir desta idade até o nono mês é alta, atingindo acúmulo de 50% de potássio absorvido durante o ciclo vegetativo da cultura. Os mesmos autores afirmaram ainda que a extração de nutrientes pela cana-de-açúcar é muito influenciada pelas chuvas e condições do solo.

Nos solos tropicais, os teores de K normalmente são baixos (normalmente inferiores a  $1,5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), tornando necessária a complementação deste nutriente com fertilizantes para possibilitar produtividades sustentáveis (ERNANI et al., 2007; BENITES et al., 2010; OTTO et al., 2010). Nota-se ainda que o K do solo é formado pelo K da solução, K trocável, e K não trocável (fixado) e o K estrutural, e suprimento de K para as plantas advêm da solução e dos sítios de troca dos colóides do solo, que estão em equilíbrio com o K não trocável e com o K estrutural dos minerais (OTTO et al., 2010). Desta forma, o teor trocável é a principal fonte de reposição do K para a solução, o qual pode ser absorvido pelas plantas, adsorvido às cargas negativas do solo ou perdido por lixiviação (OTTO et al., 2010).

Nota-se, porém, no sistema de colheita mecanizada da cana-de-açúcar, sem prévia despalha a fogo, as folhas, bainhas e ponteiros, além de quantidade variável de pedaços de colmo, são cortados, triturados e lançados sobre a superfície do solo, formando uma cobertura de resíduo vegetal (“mulch”) denominada palha ou palhada.

A palhada que é depositada na superfície do solo poderá influenciar desde a produção e longevidade da cultura, como também nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Desta forma, áreas que empregam a colheita mecanizada comparada a prévia despalha a fogo, apresentam solos com maior umidade, matéria orgânica e de alguns nutrientes (ORLANDO FILHO et al., 1998). No Estado de São Paulo, estima-se que a biomassa de palha de cana-de-açúcar que permanece no solo após o corte, varia de 10 a 20 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca (TRIVELIN et al., 1995, CANTARELLA, 1998), com taxa de mineralização lenta (OLIVEIRA et al., 1999). Porém, a taxa de liberação de potássio é alta, de modo que 93% do nutriente presente na palhada são liberados para o solo anualmente (OLIVEIRA et al., 1999), implicando na dedução do nutriente do fertilizante na proporção de 40 e 60 kg de K<sub>2</sub>O para cada 10 e 15 t de palhada presente no solo, respectivamente (DEMATTE, 2005).

Todavia, observa-se que o potássio adicionado via adubação, assim como aquele disponibilizado através da decomposição da palhada que permanece sobre a superfície do solo, pode ser intensamente percolado no perfil do solo, dependendo da quantidade de chuva, da dose de nutriente e da textura do solo, entre outros fatores (ROSOLEM et al., 2006). Contudo, Mielniczuk (2005) afirma que as perdas de potássio por lixiviação são muito dependentes da concentração de K na solução do solo e do excesso de água para o seu deslocamento para as camadas mais profundas no perfil. Embora em manejos conservacionistas (colheita sem despalha a fogo) normalmente observe-se maior infiltração de água, o K na solução é menor em decorrência da maior CTC, por causa da recuperação da matéria orgânica e da presença contínua de plantas comerciais ou de cobertura do solo. O mesmo autor afirma ainda que, as perdas de K por erosão podem ocorrer com o solo erodido e a água em escoamento, porém, em manejos conservacionistas, a perda de solo é pequena, podendo ocorrer perdas significativas em razão da alta concentração deste elemento nos resíduos e na camada superficial do solo.

Vários são os fatores que podem afetar a eficiência de aproveitamento do potássio disponível no solo. Segundo Rodrigues (1995), as características das cultivares influenciam a eficiência fotossintética da cana-de-açúcar, além das variações climáticas que prevalecem durante o desenvolvimento da cultura. Ainda, a

temperatura, dos fatores climáticos, é o mais importante para a produção da cana-de-açúcar.

A planta geralmente é tolerante a altas temperaturas. Temperaturas mais baixas (menos que 21 °C), diminuem o crescimento de colmos e promovem o acúmulo de sacarose. Marin (2012) cita que a temperatura ideal para o cultivo da cana-de-açúcar varia entre 25-35 °C. Ainda segundo o mesmo autor, um total de chuva entre 1100 e 1500 mm é adequado se a distribuição for certa, abundante nos meses de desenvolvimento vegetativo, seguido por um período seco no amadurecimento. Essa fato é explicado pois, durante o desenvolvimento ativo, a chuva motiva um crescimento de cana rápido, alongamento de cana e formação de entrenós. Porém, durante o amadurecimento, muita chuva não é desejável porque isso leva a uma qualidade de suco pobre, motiva o crescimento vegetativo e aumenta da umidade do tecido (NETAFIM, 2012).

A aplicação de altas doses de potássio no solo e de uma só vez, acima de 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O em solos de textura média, além de favorecer a lixiviação, o K aplicado pode causar salinização da região que recebe o fertilizante, podendo causar toxidez às raízes das plantas (OTTO et al., 2010). Contudo, o sistema de colheita da cana-de-açúcar sem despalha a fogo promove o aumento da CTC do solo em consequência do manejo empregado, via aumento da matéria orgânica do solo e do pH pela calagem, aumentando a capacidade de reter K na troca e modificam a distribuição do K entre a troca e a solução do solo (MIELNICZUK, 2005).

Diante disto, nota-se aumento considerável na resposta da cana-de-açúcar em função do emprego da adubação potássica, especialmente em áreas que existem menor perdas por lixiviação (SILVA et al., 2007). Spironello et al. (1997) recomendam para o Estado de São Paulo a aplicação de apenas 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O no plantio, acrescentando o restante em cobertura em solos arenosos ou de textura média, enquanto em soqueiras esse parcelamento não é recomendado.

Espironello et al. (1987) verificaram respostas significativas da cana-planta e da cana-soca em função do emprego da adubação potássica. Alvarez et al. (1991) ao avaliarem os resultados com dezenove ensaios de adubação de cana-de-açúcar, em diferentes regiões paulistas que iniciavam o cultivo da cana-de-açúcar, verificaram aumento de 7,4 t ha<sup>-1</sup> sobre a produtividade com a dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e de

11,1 t ha<sup>-1</sup> com a dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Em áreas cultivadas foram observados efeitos similares mais acentuados para o potássio, com aumento da produtividade para 13 experimentos, de 17,4 e 25,9 t ha<sup>-1</sup> para as doses de 100 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, respectivamente.

Otto et al. (2010) também observaram efeitos significativos na produção de colmos em função da aplicação de potássio no solo, obtendo produção máxima (160 t ha<sup>-1</sup> de colmos) com o uso da dose de 150 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, quando aplicado uma única vez. El-Tilib et al. (2004) em estudos com a soqueira de cana-de-açúcar no Sudão, também observaram efeitos na produtividade da soqueira em função da aplicação de potássio no solo, as quais atingiram 115 e 117,2 t ha<sup>-1</sup> de colmos com o uso das doses de 72 e 144 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, respectivamente. Nota-se neste estudo que não é viável economicamente aumentar a dose de potássio aplicado no solo, uma vez que a dose de 72 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O apresenta uma produção (115 t ha<sup>-1</sup> de colmos) semelhante a maior dose aplicada de 144 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (117,2 t ha<sup>-1</sup> de colmos).

Mathew et al. (2004) em estudos com soqueira de cana-de-açúcar realizados na Índia, observaram que tanto a aplicação de potássio uma única vez ou parcelada pode promover ganhos de produtividades; porém, a aplicação do nutriente não pode exceder 90 dias após o brotamento. Ashraf et al. (2009), em estudos no Paquistão realizados com a cultura da cana-de-açúcar em diferentes solos salinos, observaram que o uso de 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O promoveu um incremento de 85% com o uso de cultivares sensíveis à salinidade e 50% com o uso de cultivares tolerantes, além de aliviar o estresse salino desses solos. Khadr et al. (2004), em estudos realizados no Egito com a cultura da cana-de-açúcar em função da aplicação de potássio no solo observaram que o incremento na produção de colmos foi obtido apenas após a segunda soqueira, independente da fonte utilizada. Singh et al. (2010), em estudos realizados na Índia, também observaram efeitos na produção de colmos na soqueira da cana-de-açúcar em função da aplicação de potássio no solo, as quais atingiram 81,8 t ha<sup>-1</sup> com o uso de 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Shukla et al. (2009) em estudos realizados na Índia com soqueiras de cana-de-açúcar, observaram efeitos na produtividade da cultura com a aplicação de 66 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, as quais atingiram 74,1 t ha<sup>-1</sup> de colmos.

Sabe-se que a cada ciclo a cultura é exposta a diferentes situações, como clima, condições de solo e manejo. Tais ocorrências limitam ou estimulam o desenvolvimento das plantas e, como consequência, o rendimento agrícola das mesmas. Nesse cenário altamente dinâmico e interativo, torna-se difícil prever os acontecimentos futuros para fins de planejamento e gerenciamento da produção (ARGENTON, 2006). Desta forma, uma recomendação de adubação potássica mais precisa deve considerar todos os fatores que influenciam a produção de cana-de-açúcar como, por exemplo, solo, clima e cultivares distintas.

Diante disto, regiões produtoras de cana-de-açúcar do Estado de São Paulo, como os municípios de Assis e Jaboticabal, apresentam condições edafoclimáticas (temperatura e precipitação pluvial) consideradas aptas para a produção de cana-de-açúcar (CIIAGRO, 2012). Nota-se que os dados históricos das regiões mostram que, nos últimos dez anos de avaliação, os valores médios de temperatura foram de 21,7 e 23,5 °C, e de precipitação 1445 e 1450 mm, nos municípios de Assis e Jaboticabal, respectivamente.

### 1.3. Referências

ALVAREZ, R.; WUTKE, A. C. P.; ARRUDA, H. V.; RAIJ, B. V.; GOMES, A. C.; ZINK, F. Adubação da cana-de-açúcar: XIV. Adubação NPK em Latossolo Roxo. **Bragantia**, v. 2, n. 50, p. 359-374, 1991.

ALVES JUNIOR, F. T.; GUIMARAES, J. L. S.; SANTOS, G. A.; LEITE, A. M. F.; BARROS, G. D. T. Utilização de biomassa para briquetagem como fonte de energia alternativa e a disponibilidade deste recurso na região do Cariri-CE. In: XXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2003. Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto, 2003. 8 p.

ARGENTON, P. E. **Influências das variáveis edafoclimáticas e de manejo no rendimento de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) na região de Piracicaba, São Paulo.** 2006. 109 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2006.

ASHRAF, M.; RAHMATULLAH; AHMAD, R.; AFZAL, M.; TAHIR, M. A.; KANWAL, S.; MAQSOOD, M. A. Potassium and silicon improve yield and juice quality in sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) under salt stress. **Journal of Agronomy & Crop Science**, v. 195, n. 4, p. 284-291, 2009.

BAJAY, S. V.; FERREIRA, A. L. A Energia da biomassa no Brasil. In: ROSILLO-CALLE; BAJAY, S. V.; ROTHMAN, H. (Eds.). **Uso da biomassa para produção de energia na indústria brasileira.** 2005. p. 69-120.

BALL-COELHO, B.; TIESSEN, H.; STEWART, J. W. B.; SALCEDO, I. H.; SAMPAIO, E. V. S. B. Residue management effects on sugarcane yield and soil properties in Northeastern Brazil. **Agronomy Journal**, v. 85, n. 1, p. 1004-1008, 1993.

BENITES, V. M.; CARVALHO, M. C. S.; RESENDE, A. V.; POLIDORO, J. C.; BERNADI, A. C. C.; OLIVEIRA, F. A. Potássio, cálcio e magnésio. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. (Eds.) **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes: nutrientes.** Piracicaba: IPNI, 2010. p. 137-191.

CANTARELLA, H. Aplicação de nitrogênio em sistema de cana-crua. **STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 16, n. 1, p. 21-22, 1998.

CASOTI, R. O. **Adubação nitrogenada e potássica na cultura da cana-de-açúcar e seus efeitos na produção e qualidade nutricional.** 2008. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2008.

CIIAGRO – Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. Disponível em [http://www.ciiagro.sp.gov.br/zoneamento/2008/zoneamento\\_cana\\_sp\\_solos.htm](http://www.ciiagro.sp.gov.br/zoneamento/2008/zoneamento_cana_sp_solos.htm). Acesso em 31 de Agosto de 2012.

CLARKSON, D. T.; HANSON, J. B. The mineral nutrition of higher plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 31, n. 1, p. 239-298, 1980.

COELHO, F. S.; VERLENGIA, F. **Fertilidade do solo**. 2. ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. 384 p.

CONAB. 1º Levantamento de cana-de-açúcar: Abril de 2012. 19p. Disponível em [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12\\_04\\_10\\_09\\_19\\_04\\_boletim\\_de\\_cana.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_04_10_09_19_04_boletim_de_cana.pdf). Acesso em: 06 de Agosto 2012.

COVAS, B. 1º Balanço do Protocolo Agroambiental do Setor Sucroalcooleiro 2011/2012. Disponível em <http://brunocovas.com.br/bruno-covas-anuncia-aumento-de-14-dos-postos-de-trabalho-na-colheita-da-cana/>. Acesso em: 23 de maio de 2012.

DEMATTE, J. L. I. **Cultura da cana-de-açúcar: recuperação e manutenção da fertilidade dos solos**. Piracicaba: POTAFOS, 2005. 24 p. (Informações Agronômicas, 111).

DIAS, G. F.; MOTERLE, D. F.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D. S.; BORKERT, C. M.; TOEBE, M. Formas de potássio em um Latossolo com histórico de adubação submetida a cultivos sucessivos. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, 2007.

EL-TILIB, M. A.; ELNASIKH, M. H.; ELAMIN, E. A. Phosphorus and potassium fertilization effects on growth attributes and yield of two sugarcane varieties grown on three soil series. **Journal of Plant Nutrition**, v. 27, n. 4, p. 663–699, 2004.

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Piracicaba: USP, 1975, 344 p.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H. V.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 551-594.

ESPIRONELLO, A.; COSTA, A. A.; LANDELLI, M. G. A.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; IGUE, T.; CAMARGO, A. P.; RAMOS, M. T. B. Adubação NK em três variedades de cana-de-açúcar em função de dois espaçamentos. **Bragantia**, v. 46, n. 2, p. 247-268, 1987.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL-FAEPE, 1994. 227 p.

FELIPE, D. C. **Produtividade da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) submetida a diferentes épocas de plantio e a adubação mineral**. 2008. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2008.

FLORES, R. A. **Produção de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) para fins energéticos no cerrado: resposta a adubação nitrogenada e idade de corte**. 2009. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009.

FORTES, C.; TRIVELIN, P. C. O.; VITTI, A. C. Long-term decomposition of sugarcane harvest residues in Sao Paulo state, Brazil. **Biomass and Bioenergy**, v. 42, n. 7, p. 189-198, 2012.

IMAS, P. Recent trends in nutrition management in horticultural crops. In: IPI-PRII-KKV WORKSHOP, 1999, Dapoli. **Proceedings...** Dapoli, 1999.

JOHANSSON, T. B.; KELLY, H.; REDDY, A. K. N.; WILLIAMS, R. H. (Eds.) **Renewable energy - Sources for Fuels and Electricity**, Island Press, Washington DC, 1993. p. 1-12.

KHADR, M. S.; NEGM, A. Y.; KHALIL, F. A.; ANTOUN, L. W. Effect of potassium chloride in comparison with potassium sulfate on sugar cane production and some soil chemical properties under Egyptian conditions. In: IPI REGIONAL WORKSHOP ON POTASSIUM AND FERTIGATION DEVELOPMENT IN WEST ASIA AND NORTH AFRICA, 2004. Rabat, **Proceedings...** Rabat, Marocco, 2004. p. 24-28.

KORNDÖRFER, G. H.; OLIVEIRA, L. A. O potássio na cultura da cana-de-açúcar. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. L. (Eds.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2005. p. 469-490.

LINDHAUER, M. G. The role of potassium in the plant with emphasis on stress conditions (water, temperature, salinity). In: PROCEEDINGS OF THE POTASSIUM SYMPOSIUM. 1985. Pretoria. **Proceedings...** Pretoria, International Potash Institute and Fertilizer Society of South Africa, 1985. p. 95-113.

MAEDA, A. S. **Adubação nitrogenada e potássica em socas de cana-de-açúcar com e sem queima em solos de cerrado**. 2009. 110 f. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2009.

MALAVOLTA, E. Importância da adubação na qualidade dos produtos – função dos nutrientes na planta. In: SÁ, M. E.; BUZZETTI, S. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo, Editora Ícone, 1994. p. 19-44.

MARIN, F. R. Cana-de-açúcar: Clima. CNPTIA/EMBRAPA. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01\\_10\\_711200516716.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_10_711200516716.html). Acesso em: 27 de Agosto de 2012.

MATHEW, T.; KURIAN, T. M.; GEORGE, B.; CHERIAN, S.; KURIAKOSE, J. M.; SREEKUMAR, K.; JAYAKUMAR, G. Effect of time and mode of application of potassium on the growth, yield and quality of sugarcane ratoon. **Sugar Tech**, v. 6, n. 1-2, p. 81-83, 2004.

MELO, G. W.; MEURER, E. J.; PINTO, L. F. S. Fontes de potássio em solos distroféricos caulíníticos originados de basalto no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 4, p. 597-603, 2004.

MEURER, E. J. XI – Potássio. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2006. p. 281-298.

MIELNICZUK, J. Manejo conservacionista da adubação potássica. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. L. (Eds.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba, 2005. p. 165-178.

MORAIS, R. F. **Potencial produtivo e eficiência da fixação biológica de nitrogênio de cinco genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), para uso como fonte alternativa de energia.** 2008. 87 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

NETAFIM. Cana-de-açúcar: Clima. Disponível em: <http://www.sugarcane crops.com/p/climate/>. Acesso em: 27 de Agosto de 2012.

OLIVEIRA, M. W.; TRIVELIN, P. C. O.; GAVA, G. J. C.; PENATTI, C. P. Degradação da palha de cana-de-açúcar. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 4, p. 803-809, 1999.

ORLANDO FILHO, J.; ROSSETTO, R.; MURAOKA, T.; ZOTELLI, H. B. Efeitos do sistema de despalha (cana crua x cana queimada) sobre algumas propriedades do solo. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 16, n. 6, p. 30-33, 1998.

ORLANDO FILHO, J.; ZAMBELO JÚNIOR, E.; RODELLA, A. A. Calibração de potássio no solo e recomendação de adubação para cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, v. 97, n. 1, p. 18-24, 1980.

OTTO, R.; VITTI, G. C.; LUZ, P. H. C. Manejo da adubação potássica na cultura da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 4, p. 1137-1145, 2010.

PORTO, G. Aumenta a área colhida com máquina. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 1 jul. 2009.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora Unesp, 2008. p. 161-180.

RAIJ, B. van. Calibração do potássio trocável em solos para feijão, algodão e cana-de-açúcar. **Ciência e Cultura**, v. 26, n. 6, p. 575-576, 1974.

REIS JUNIOR, R. A. Probabilidade de resposta da cana-de-açúcar à adubação potássica em razão da relação  $K^+ (Ca^{2+}+Mg^{2+})^{-0,5}$  do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 9, p. 1175-1183, 2001.

RESCK, D. V. S.; FERREIRA, E. A. B.; FIGUEIREDO, C. C.; ZINN, Y. L. Dinâmica da matéria orgânica no Cerrado. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo – Ecossistemas tropicais e subtropicais**, 2, Porto Alegre, 2008. p. 359-406.

RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. 1995. 99 p. Disponível em: <http://www.malavolta.com.br/pdf/1071.pdf>. Acesso em: 27 de Agosto de 2012.

ROSOLEM, C. A.; SANTOS, F. P.; FOLONI, J. S. S.; CALONEGO, J. C. Potássio no solo em consequência da adubação sobre a palha de milho e chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, p. 1033-1040, 2006.

SHUKLA, S. K.; YADAV, R. L.; SINGH, P. N.; SINGH, I. Potassium nutrition for improving stubble bud sprouting, dry matter partitioning, nutrient uptake and winter initiated sugarcane (*Saccharum* spp. hybrid complex) ratoon yield. **European Journal of Agronomy**, v. 30, n. 1, p. 27-33, 2009.

SILVA, A. B.; NETO, J. D.; FARIAS, C. H. A.; AZEVEDO, C. A. V.; AZEVEDO, H. M.; Rendimento e qualidade da cana-de-açúcar irrigada sob adubações de nitrogênio e potássio em cobertura. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 236-241, 2009.

SILVA, F. C.; MURAOKA, T.; CASTRO, P. R. C.; TAVARES, S.; TRIVELIN, P. C. O.; BROSSI, M. J. L.; PACKER, J. V. D.; SANTOS, M. B. Avaliação da adubação com nitrogênio e potássio em soqueiras de cana-de-açúcar sem queima. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Campinas: Embrapa, 2007. 32 p.

SINGH, G. K.; YADAV, R. L.; SHUKLA, S. K. Effect of planting geometry, nitrogen and potassium application on yield and quality of ratoon sugarcane in sub-tropical climatic conditions. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 80, n. 12, p. 1038-1042, 2010.

SOUZA, E. F.; BERNADO, S.; CARVALHO, J. A. Função de produção da cana-de-açúcar em relação à água para três variedades em Campos dos Goytacazes. **Engenharia Agrícola**, v. 19, n. 1, p. 28-32, 1999.

SPIRONELLO, A.; RAIJ, B. van; PENATTI, C. P.; CANTARELLA, H.; MORELLI, J. L.; ORLANDO FILHO, J.; LANDELL, M. G. A.; ROSSETTO, R. Cana-de-açúcar. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Fundação IAC, 1997. p. 237-239. (Boletim Técnico, 100).

TEIXEIRA, C. D. **Adubação nitrogenada e potássica em cana-soca, em dois solos do estado do Paraná**. 2005. 56 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

TRIVELIN, P. C. O.; VICTORIA, R. L.; RODRIGUES, J. C. Aproveitamento por soqueira de cana-de-açúcar de final de safra do nitrogênio da aquamônia-<sup>15</sup>N e aplicado ao solo em complemento à vinhaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 12, p. 1375-1385, 1995.

UCHÔA, S. C. P.; ALVES JÚNIOR, H. O.; ALVEZ, J. M. A.; MELO, V. F.; FERREIRA, G. B. Resposta de seis variedades de cana-de-açúcar a dose de potássio em ecossistema de cerrado em Roraima. **Ciências Agronômicas**, v. 40, n. 4, p. 505-513, 2009.

WEBER, H.; DAROS, E.; ZAMBOM, J. L. C.; IDO, O. T.; BARELA, J. D. Recuperação da produtividade de soqueiras de cana-de-açúcar com adubação NPK. **Scientia Agrária**, v. 2, n. 1-2, p. 73-77, 2001.

## CAPÍTULO 2 – NUTRIÇÃO POTÁSSICA NA PRIMEIRA SOQUEIRA DA CANA-DE-AÇÚCAR COM COLHEITA SEM DESPALHA A FOGO

**RESUMO** – Com a mecanização na colheita da cana-de-açúcar torna-se necessária a reformulação das práticas de manejo da cultura. Diante disto, acredita-se na possível redução da recomendação de adubação potássica para a cultura, o que pode refletir no menor custo de produção. Objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de potássio na primeira soqueira de cana-de-açúcar cultivada em dois solos do Estado de São Paulo, com colheita sem despalha a fogo. Os tratamentos foram constituídos por doses de potássio: 0; 32,5; 65; 130 e 195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, dispostos em blocos casualizados, com cinco repetições. Os experimentos foram instalados em soqueiras de cana de açúcar, em Latossolo Vermelho distroférico típico, textura muito argilosa (LV) e Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura média (LVA). Avaliaram-se as variáveis biométricas (altura, número de perfilho e diâmetro de perfilho); os teores de potássio no solo, na palhada, e na planta; a produção e a qualidade dos colmos. Em todos os resultados obtidos foram realizados a análise de regressão polinomial. A aplicação de potássio aumentou o teor do nutriente no solo e na planta, e refletiu na produção de colmos. A aplicação de potássio em solo de textura média promoveu melhor produção (87,0 t ha<sup>-1</sup>) com o uso de 195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, entretanto no solo de textura muito argilosa a maior produção (87,5 t ha<sup>-1</sup>) ocorreu com dose estimada em 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

**Palavras-chave:** cana-crua, nutrição mineral, *Saccharum* spp.

**SUMMARY** – With mechanization in harvesting of sugarcane becomes necessary a overhaul the management practices of the culture. Given this, it is believed in the possible reduction of potassium fertilizer recommendation for the crop, which may reflect the lower cost of production. The objective was to evaluate the effect of potash on the first sugarcane ratoon grown in two soils of the State of São Paulo, with harvest without burning the straw. The treatments consisted of potassium rates: 0, 32.5, 65, 130 and 195 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, disposed in a randomized

block design with five replicates. The experiments were conducted in ratoons of sugarcane in Hapludox, clay loam soil and Oxisol Hapludox, loamy sand. It was evaluated the biometric variables (height, number of tiller and tiller diameter); potash content in soil, trash and plant, production and stalks quality. In all results obtained were performed a polynomial regression analysis. The application of potash increased the K contents in soil and plant, and reflected in the stalk production. The application of potash in loamy sand soil provided better production ( $87.0 \text{ t ha}^{-1}$ ) with the use of  $195 \text{ kg ha}^{-1}$  of  $\text{K}_2\text{O}$ , however in clay loam soil highest production ( $87.5 \text{ t ha}^{-1}$ ) occurred with estimated rate of  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  of  $\text{K}_2\text{O}$ .

**Keywords:** mineral nutrition, raw cane, *Saccharum* spp.

## 2.1. Introdução

A expansão do mercado sucroalcooleiro aliada à incorporação de novas áreas, geralmente de baixa fertilidade, tem impulsionado os estudos sobre a cultura da cana-de-açúcar com intuito de potencializar as cultivares existentes, tornando-as mais produtivas com monitoramento das exigências nutricionais da planta, a fim de recuperar e manter a fertilidade do solo para alcançar produções economicamente viáveis (FELIPE, 2008; FELTRIN et al., 2010).

A colheita de cana-crua, sem despalha a fogo, vem crescendo de forma significativa no País, resultando normalmente no acúmulo de matéria seca (palhada) em grandes quantidades sobre a superfície do solo (KORNDÖRFER; OLIVEIRA, 2005). Em regiões canavieiras do Brasil e do mundo, onde a precipitação é pequena ou irregular, a presença da palhada sobre o solo também tem contribuído para elevar a produtividade da cana-de-açúcar (BALL-COELHO et al., 1993), principalmente por reduzir a evaporação de água do solo e proteger o solo contra processos erosivos.

Sabe-se, que a cada ciclo, a cultura da cana-de-açúcar é exposta a diferentes situações, como clima, condições de solo e manejo. Tais ocorrências limitam ou estimulam o desenvolvimento das plantas e como consequência o rendimento

agrícola das mesmas (ARGENTON, 2006). Vários trabalhos indicam a importância das condições edafoclimáticas para a produção da cana-de-açúcar, uma vez que, podem influenciar o aproveitamento dos nutrientes aplicados no solo, e consequentemente, o desenvolvimento da cultura (RODRIGUES, 1995; LEITE, 2007; CHAVES JUNIOR, 2011; MARIN, 2012).

Em relação ao clima, a cana-de-açúcar é bastante influenciada pela precipitação pluviométrica, insolação, temperatura, fotoperíodo, umidade relativa do ar e o vento (CHAVES JUNIOR, 2011). Todavia, a precipitação pluvial é tida como um fator altamente influente na produção, em função da disponibilidade de água durante as fases do ciclo da cultura (ARGENTON, 2006). Neste sentido, Marin (2012) cita que um total de chuva entre 1100 e 1500 mm é adequado, desde que a distribuição seja certa, ou seja, abundante nos meses de desenvolvimento vegetativo seguido por um período seco no amadurecimento.

É conhecido que os solos tropicais brasileiros apresentam baixo teor natural de potássio trocável (ERNANI et al., 2007; BENITES et al., 2010), e que a cana-de-açúcar responde de forma expressiva à aplicação do fertilizante potássico nessas condições (KORNDÖRFER; OLIVEIRA, 2005). Uma vez que o potássio é um nutriente importante para a cana-de-açúcar, sendo o mais extraído pela cultura (MALAVOLTA, 1994), principalmente pela cana-soca (KORNDÖRFER; OLIVEIRA, 2005), desempenhando funções como regulação da turgidez do tecido, ativação enzimática, abertura e fechamento dos estômatos, transporte de carboidratos, entre outras (MALAVOLTA, 1980).

Diante da importância do potássio para a cultura da cana-de-açúcar, ainda são poucos os trabalhos na literatura sobre a adubação com esse nutriente em soqueiras, com o uso da colheita sem a despalha a fogo. As pesquisas desenvolvidas com colheita de cana-crua em diferentes regiões edafoclimáticas do Brasil indicaram que houve resposta da soqueira à aplicação de potássio, quando cultivada em Argissolo Amarelo distrófico abrupto (DANTAS NETO et al., 2006), Latossolo Vermelho distroférico típico, textura argilosa (PANCELLI, 2011), e Latossolo Vermelho acriférico típico, textura argilosa (SILVA, 2010), porém, ambos estudos com apenas uma safra e um tipo de solo.

Contudo, já se sabe que o emprego da colheita da cana-de-açúcar sem prévia

despalha a fogo aumenta o aporte de palhada na superfície do solo, melhorando a ciclagem de nutrientes, especialmente o potássio. Desta forma, acredita-se na possível redução da recomendação de adubação potássica com colheita sem despalha a fogo para a cultura.

Objetivou-se avaliar o efeito da aplicação do potássio na primeira soqueira de cana-de-açúcar em dois solos no Estado de São Paulo, com colheita sem despalha a fogo.

## **2.2. Material e Métodos**

Foram instalados dois experimentos em soqueiras de cana-de-açúcar, em duas áreas produtoras com colheita sem despalha a fogo do Estado de São Paulo, envolvendo a safra de 2010/2011, com particularidades de ambientes distintos, desde solos, clima (temperatura, precipitação) e quantidade de palhada na superfície do solo.

A instalação do primeiro experimento ocorreu na primeira semana de abril de 2010 enquanto o segundo experimento foi instalado na terceira semana do mesmo período. Na Figura 1 são apresentados os dados climáticos dos municípios de Jaboticabal-SP e Assis-SP durante todo o período de condução do estudo da primeira safra da soqueira da cana-de-açúcar.

O primeiro experimento foi instalado na Fazenda Santo Antônio, município de Jaboticabal-SP (W:48°13'36" e S:21°11'52"), com cana-de-açúcar cultivar CTC 05, caracterizada por apresentar boa produtividade da cana-soca, alta exigência em fertilidade do solo, alta precocidade, alto teor de sacarose, e com resistência à ferrugem, carvão, escaldadura e mosaico, cultivada em Latossolo Vermelho distroférico típico, textura muito argilosa (LV) (EMBRAPA, 2006). O segundo experimento foi instalado na Fazenda Lagoa Rica, município de Assis-SP (W: 178°59'42" e S: 89°59'58"), com cana-de-açúcar cultivar CTC 07, caracterizada por apresentar alta produtividade da cana-soca, média exigência em fertilidade do solo, alta precocidade, alto teor de sacarose, e com resistência à ferrugem, carvão,

escaldadura e mosaico, cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura média (LVA) (EMBRAPA, 2006). É importante ressaltar que nos dois tipos de solos estudados são áreas que já vinham produzindo cana-de-açúcar com colheita mecanizada, sem despalha a fogo e a aplicação de potássio no solo era feita via fertilizante, sem aplicação de vinhaça, por no mínimo cinco safras anteriores.

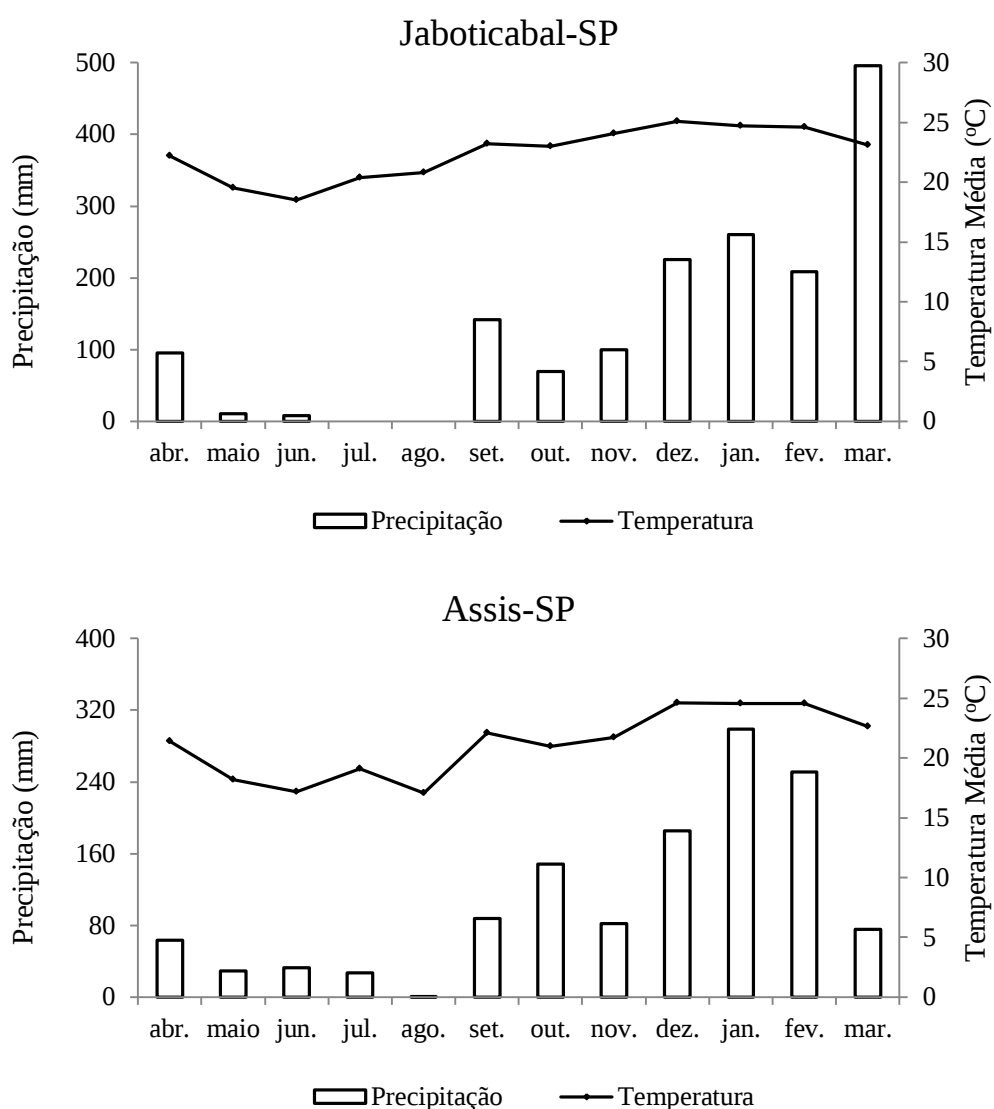


Figura 1 – Índices pluviométricos relativos ao período de condução dos estudos com a soqueira da cana-de-açúcar na região de Jaboticabal-SP (LV) e Assis-SP (LVA), respectivamente, na safra 2010/2011.

Antes da instalação dos experimentos (LV e LVA), foram coletadas 15 subamostras de solo com o auxílio do trado holandês, para compor a amostra composta, na camada de 0-20 cm de profundidade, para a análise química, para fins de fertilidade, conforme os métodos descritos por Raij et al. (2001). Os resultados da

análise química do solo foram: pH (CaCl<sub>2</sub>): 5,0 e 5,5; MO: 24 e 12 g dm<sup>-3</sup>; P: 15 e 56 mg dm<sup>-3</sup>; K: 0,7 e 1,1 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca: 30 e 25 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg: 16 e 10 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al: 38 e 18 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB: 47 e 36 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; T: 85 e 54 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V: 55 e 67%, respectivamente. Os resultados da análise granulométrica do Latossolo Vermelho foram: 509 e 612 g kg<sup>-1</sup> de argila; 172 e 118 g kg<sup>-1</sup> de limo; 179 e 161 g kg<sup>-1</sup> de areia fina e 140 e 109 g kg<sup>-1</sup> de areia grossa nas camadas de 0-40 e 40-100 cm de profundidade, respectivamente. Para o Latossolo Vermelho-Amarelo os resultados foram: 120 e 154 g kg<sup>-1</sup> de argila; 22 e 30 g kg<sup>-1</sup> de limo, 624 e 606 g kg<sup>-1</sup> de areia fina e 234 e 210 g kg<sup>-1</sup> de areia grossa nas camadas de 0-40 e 40-100 cm de profundidade, respectivamente.

Na mesma ocasião, foi realizada a coleta da palhada da superfície do solo, nos dois experimentos (LV e LVA), em quatro pontos aleatórios de 1 m<sup>2</sup> para, posteriormente, ser feita análise do teor de nutrientes, a fim de obter o acúmulo de nutrientes imobilizado na biomassa sobre a superfície do solo, conforme os métodos descritos por Bataglia et al. (1983). A palhada presente na superfície do solo do LV apresentou uma produção de 13,9 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca (MS), enquanto no LVA apresentou uma produção de 18,7 t ha<sup>-1</sup> de MS, respectivamente. Ainda, os resultados da análise química da palhada foram: N=3,5 e 5,4; P=0,5 e 1,9; K=1,2 e 4,1; Ca=3,1 e 3,2; Mg=0,7 e 1,1; S=1,6 e 5,2 g kg<sup>-1</sup> e Cu=3,0 e 2,5; Fe=346,0 e 317,0; Mn=85,0 e 40,5; Zn=5,0 e 6,5; B=7,9 e 5,7 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e cinco repetições. A dose de referência de potássio indicada para o Estado de São Paulo, de acordo com a expectativa de produção, variando entre 80-100 t ha<sup>-1</sup>, foi de 130 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Assim, as doses de potássio (tratamentos) foram: 0; 32,5; 65; 130 e 195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, correspondendo a 0%, 25%, 50%, 100% e 150% da dose de referência (130 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), respectivamente. Como fonte de potássio, foi utilizado o cloreto de potássio (60% de K<sub>2</sub>O), aplicado manualmente ao lado da linha de soqueira da cana-de-açúcar, sem incorporação, conforme indicações de Spironello et al. (1997). Para fósforo e nitrogênio foi feita a adubação, conforme as indicações de Spironello et al. (1997), sendo 30 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> apenas no LV, e 100 kg ha<sup>-1</sup> de N em ambos (LV e LVA). A adubação foi realizada aos 30 dias após a colheita da safra anterior.

Cada parcela foi composta por cinco linhas de 10 m de comprimento (espaçamento 1,5 m entre linhas), sendo as três linhas centrais consideradas área útil no momento de cada amostragem, na cultura da cana-de-açúcar. Ainda, foram deixados dois metros entre cada parcela para efeito de bordadura.

As avaliações das variáveis biométricas da primeira soqueira foram realizadas aos quatro meses após a brotação (agosto de 2010). Para isto, foram avaliadas as seguintes variáveis: perfilhamento (número de perfilhos contidos em 1,0 m em cada linha central, e posteriormente calculado a média de cada linha); altura do colmo (do primeiro entrenó visível até a altura da primeira bainha visível) e diâmetro do colmo (do primeiro entrenó), em 30 plantas de cada parcela, sendo amostradas dez plantas em cada linha central, respeitando 2,0 metros nas extremidades de cada linha de cultivo.

Foi realizada a amostragem de solo aos seis meses após o brotamento da soqueira da cana-de-açúcar (outubro de 2010), próximo à linha da cultura (faixa de adubação), nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade, utilizando dez pontos aleatórios, nas três linhas centrais de cada parcela. Para a determinação do potássio trocável no solo foi utilizado o método descrito por Raij et al. (2001).

Para avaliar o estado nutricional das plantas, foi realizada a amostragem da folha+1 retirando a nervura central, em pleno desenvolvimento da cultura, aos 8 meses após a brotação da cana-de-açúcar (dezembro de 2010), conforme indicação de Raij e Cantarella (1997). Após a coleta das folhas, foi realizada a descontaminação das amostras através da lavagem das folhas em água corrente e solução detergente (0,1%) e água; em seguida foram secas em estufas com temperatura próxima a 70 °C e moídas. As determinações dos nutrientes no tecido vegetal seguiram o método descrito por Bataglia et al. (1983).

Aos doze meses após a brotação da soqueira (março de 2011), foi realizada a colheita para a avaliação do número de colmos industrializáveis e da produção de colmos, sendo também feita amostragem de dez colmos contíguos das linhas centrais de cada parcela, para a avaliação da qualidade tecnológica da cana-de-açúcar (Pol do caldo, Pol da cana, Açúcar total recuperável (ATR), Açúcares redutores, Fibra, Brix e Pureza), conforme Consecana (2006).

O potássio acumulado na parte aérea da cana-de-açúcar foi determinado separando-se as folhas e os colmos, aos doze meses após a brotação da cultura. 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. Posteriormente, foi realizada a análise do teor de potássio no tecido vegetal, conforme o método descrito por Bataglia et al. (1983), e calculado o acúmulo deste nutriente na planta. Ainda, foi avaliada a palhada da cana-de-açúcar presente na época da colheita, determinando-se a massa seca, o teor e o acúmulo de potássio.

Também, foi realizada a amostragem de solo no momento da colheita, no lado direito da linha da cultura (faixa de adubação), nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade, utilizando dez pontos aleatórios, dentro da área útil de cada parcela. As determinações do potássio trocável no solo foram realizadas utilizando o método descrito por Raij et al. (2001).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, com análise de regressão polinomial, realizada com o auxílio do pacote estatístico AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JR., 2012).

### 2.3. Resultados e Discussão

A aplicação de doses de potássio no solo promoveu incremento linear no teor de potássio trocável no solo, na camada de 0-20 cm de profundidade (Figura 2a), aos 6 meses após o brotamento da soqueira, nos dois experimentos (LV e LVA). O teor de potássio trocável no solo atingiu 1,0 e 2,9 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> com o uso da maior dose de potássio aplicada (195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), respectivamente.

Observou-se, ainda, que a aplicação de potássio no solo não afetou os teores deste nutriente na camada de 20-40 cm de profundidade para o LV, apresentando um teor médio de 0,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> (Figura 2b). Porém, no LVA, houve incremento com ajuste quadrático no teor de potássio trocável no solo, na camada de 20-40 cm de profundidade, atingindo um ponto de máximo de 1,41 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> na dose de 131 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (Figura 2b). Esses resultados corroboram os encontrados por Silva (2010) e Flores et al. (2012), os quais observaram efeitos lineares nos teores de K

trocável no solo em função da aplicação de doses de potássio no solo na amostragem realizada aos 6 meses após brotamento da soqueira de cana-de-açúcar.

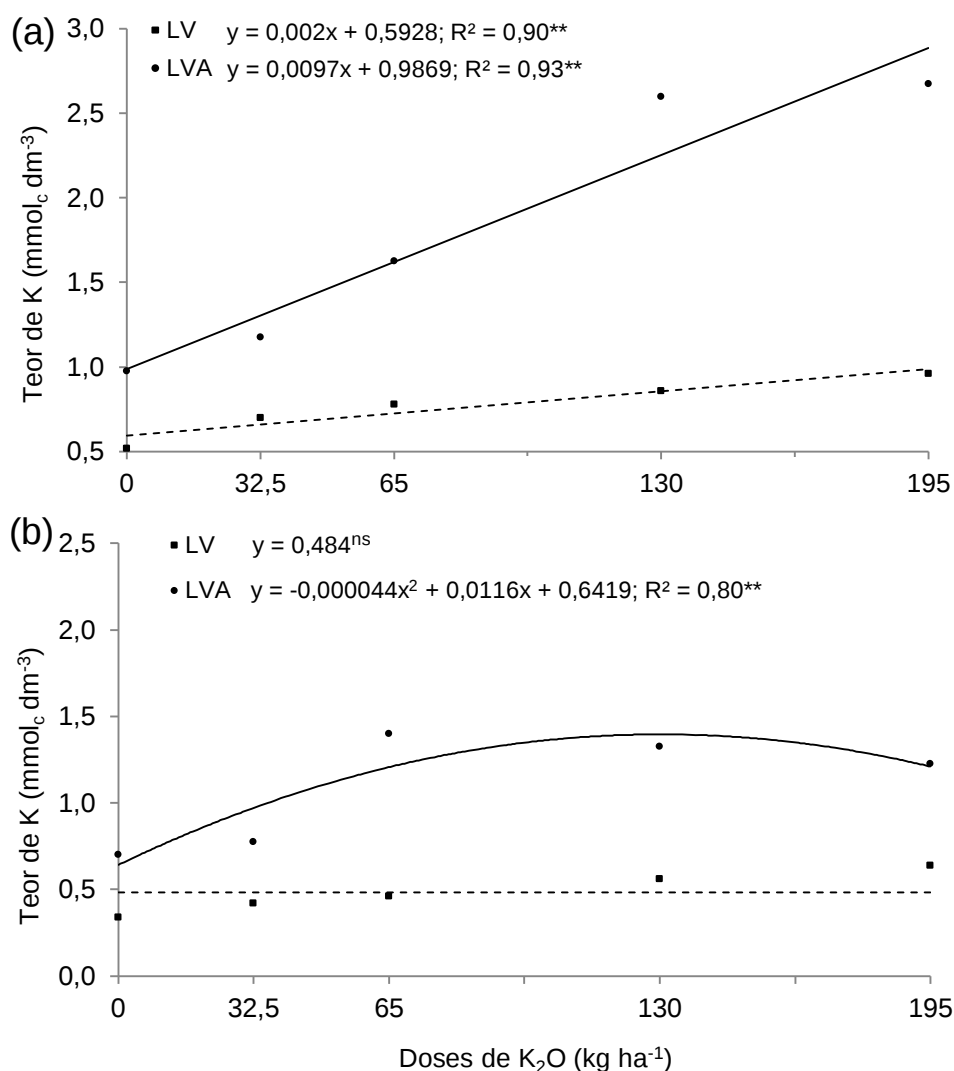


Figura 2 – Efeito da dose de potássio no teor de K trocável no solo na camada de 0-20 cm (a) e 20-40 cm (b) de profundidade aos 6 meses após o brotamento da soqueira da cana-de-açúcar. LV = Latossolo Vermelho distroférico típico, textura muito argilosa, LVA = Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura média. <sup>ns</sup> e <sup>\*\*</sup> - não significativo a 5% e significativo a 1% de probabilidade, respectivamente.

Os teores de potássio no LV aos 6 meses são relativamente menores que o LVA, provavelmente devido a menor cobertura vegetal inicial do solo ( $13,9 \text{ t ha}^{-1}$  de palhada) em relação ao LVA ( $13,9 \text{ t ha}^{-1}$  de palhada) e menor precipitação durante o período que antecedeu a amostragem. Esses fatores podem ter contribuído o

aumento no teor de K no LVA, uma vez que, o aumento da precipitação favorece a solubilização do K aplicado via fertilizante e aumenta a taxa de decomposição da palhada disponibilizando o K mais rápido em relação ao LV.

Segundo Coelho e Verlengia (1973), cerca de 50% de potássio absorvido durante o ciclo vegetativo da cultura estão compreendidos no período entre o quinto e o nono mês de idade, sendo muito influenciado pela precipitação durante o ciclo da cultura (Figura 1) e das condições do solo. No experimento localizado em Assis-SP (LVA), houve incremento considerável no teor de potássio trocável no solo, em relação ao primeiro experimento (LV) devido a maior precipitação nos primeiros meses no LVA em relação ao LV, o que pode ter promovido maior solubilização do nutriente.

A aplicação de doses de potássio promoveu incremento com ajuste linear no teor de K trocável no solo aos 12 meses após o brotamento da soqueira, tanto na camada de 0-20 cm como na de 20-40 cm de profundidade. No experimento de Jaboticabal-SP (LV), o teor de potássio trocável no solo atingiu 0,97 e 0,65 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> na camada de 0-20 e na de 20-40 cm de profundidade, com o uso da maior dose, isto é, 195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (Figuras 3a e b), respectivamente.

Já no experimento de Assis-SP (LVA), o teor de potássio trocável no solo atingiu 0,71 e 0,69 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> com o uso da maior dose aplicada, de 195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, na camada de 0-20 e na de 20-40 cm de profundidade (Figuras 3a e b), respectivamente. De modo semelhante, Silva (2010) também observou efeitos lineares nos teores de potássio no solo em função da aplicação de doses de adubação potássica em soqueiras de cana-de-açúcar em amostragens aos 12 meses após o brotamento, na camada de 0-20 cm de profundidade.

A aplicação de potássio na primeira soqueira da cana-de-açúcar não afetou as variáveis biométricas (altura da planta, diâmetro do perfilho e o número de perfilhos) aos 4 meses após o brotamento da cana-de-açúcar (Tabela 1).

De modo semelhante, Silva et al. (2009) e Silva (2010) não observaram efeitos significativos para número de colmos, altura e diâmetro do colmo, em função da aplicação de potássio o solo, aos 12 e 8 meses após o brotamento da soqueira, respectivamente. Teixeira (2005) e Felipe (2008), em estudos com adubação

nitrogenada e potássica em soqueiras, também não verificaram efeitos no número de colmos em função da aplicação de potássio no solo.

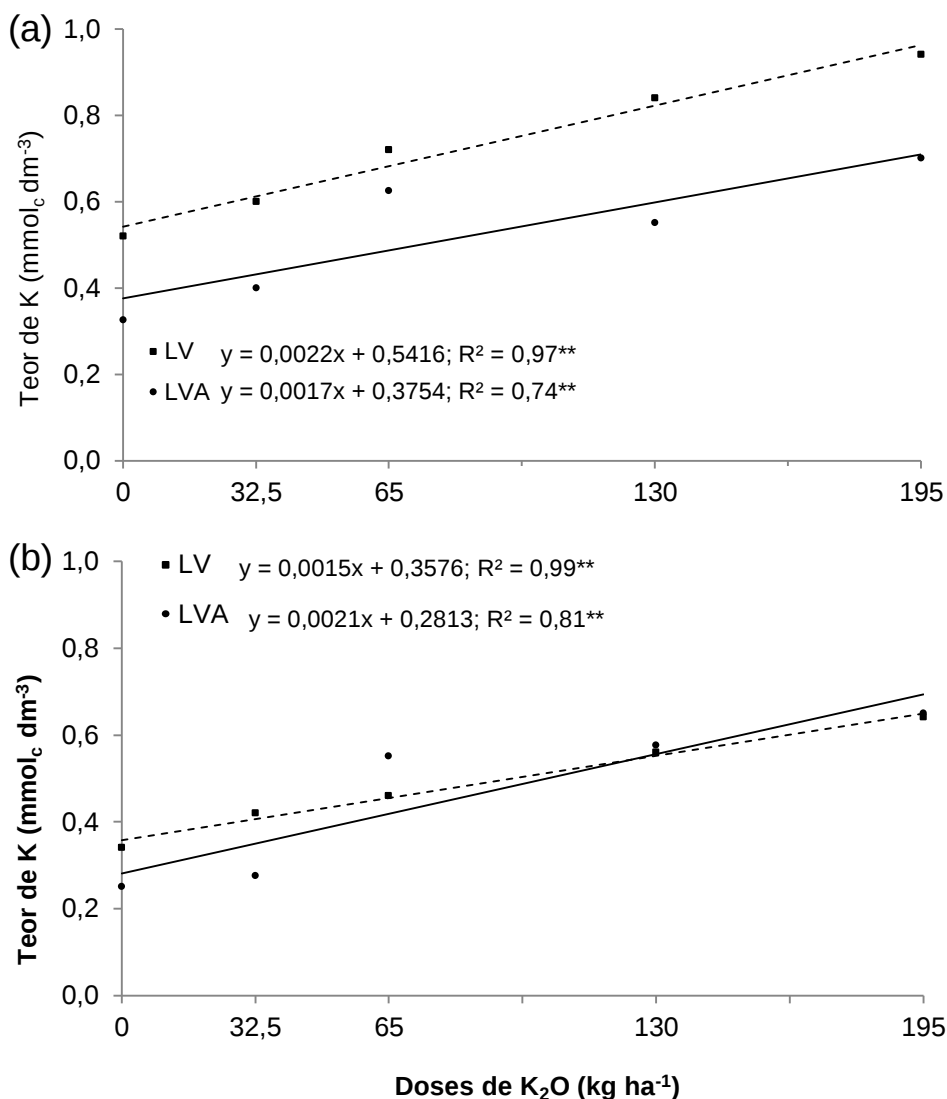


Figura 3 – Efeito da dose de potássio no teor de K trocável no solo na camada de 0-20 cm (a) e 20-40 cm (b) de profundidade aos 12 meses após o brotamento da soqueira da cana-de-açúcar. LV = Latossolo Vermelho distroférrico típico, textura muito argilosa, LVA = Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura média. <sup>ns</sup> e \*\* - não significativo a 5% e significativo a 1% de probabilidade, respectivamente.

Nota-se, porém, que houve um efeito significativo, com ajuste quadrático, para a altura da cana-de-açúcar no LVA em função da aplicação de potássio no solo, atingindo 38,1cm com uso de 115,6 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (Figura 4). O mesmo não foi observado para o estudo realizado no LV, o qual apresentou altura média de 47,1 cm (Figura 4).

Tabela 1. Variáveis biométricas da cana-de-açúcar, em função da aplicação das doses de potássio aos 4 meses após o brotamento da soqueira da cana-de-açúcar.

| Tratamentos                             | Latossolo Vermelho |                    |                      | Latossolo Vermelho-Amarelo |                    |                      |
|-----------------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------------|--------------------|----------------------|
|                                         | Altura             | Número de perfílos | Diâmetro do perfilho | Altura                     | Número de perfílos | Diâmetro do perfilho |
| kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O | cm                 | m                  | mm                   | cm                         | m                  | mm                   |
| 0                                       | 44,5               | 36,8               | 53,2                 | 35,3                       | 21,2               | 19,6                 |
| 32,5                                    | 44,5               | 35,0               | 54,2                 | 36,0                       | 20,9               | 19,1                 |
| 65,0                                    | 52,3               | 38,7               | 54,0                 | 36,9                       | 21,5               | 19,2                 |
| 130,0                                   | 48,8               | 36,5               | 54,2                 | 38,8                       | 20,4               | 20,5                 |
| 195,0                                   | 45,5               | 35,7               | 54,7                 | 36,3                       | 21,2               | 19,4                 |
| Teste F                                 | 1,15 <sup>ns</sup> | 0,26 <sup>ns</sup> | 0,07 <sup>ns</sup>   | 2,00 <sup>ns</sup>         | 0,52 <sup>ns</sup> | 0,66 <sup>ns</sup>   |
| Teste F (RL)                            | 2,67 <sup>ns</sup> | 0,35 <sup>ns</sup> | 0,08 <sup>ns</sup>   | 0,40 <sup>ns</sup>         | 0,01 <sup>ns</sup> | 0,20 <sup>ns</sup>   |
| Teste F (RQ)                            | 2,29 <sup>ns</sup> | 0,05 <sup>ns</sup> | 0,07 <sup>ns</sup>   | 2,29*                      | 0,14 <sup>ns</sup> | 0,01 <sup>ns</sup>   |
| C.V. (%)                                | 13,3               | 15,0               | 7,9                  | 5,8                        | 5,9                | 8,1                  |

RL – regressão linear; RQ – regressão quadrática; <sup>ns</sup> e \* - não significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

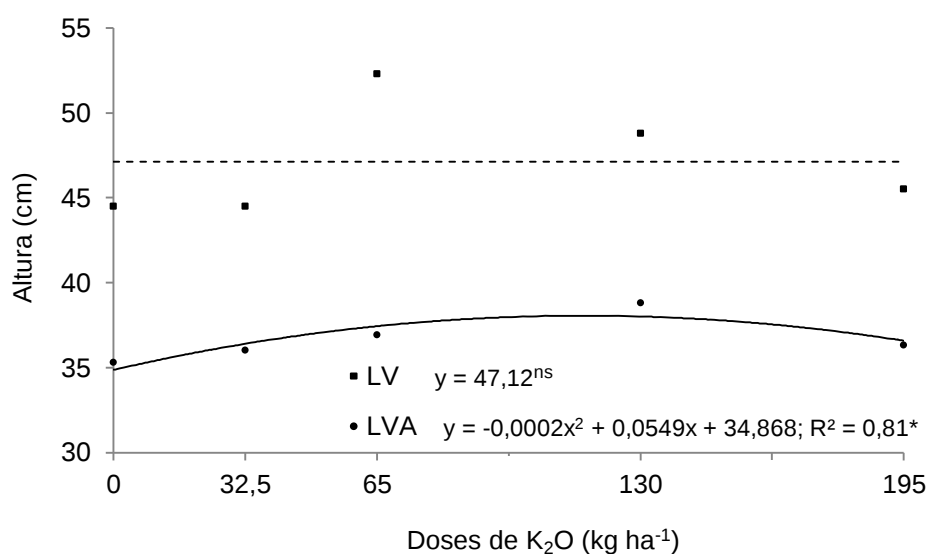


Figura 4 – Efeito da dose de potássio na altura da cana-de-açúcar aos 4 meses após o brotamento da soqueira da cana-de-açúcar. LV = Latossolo Vermelho distroférico típico, textura muito argilosa, LVA = Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura média. <sup>ns</sup> e \* - não significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

Flores et al. (2012) em estudo semelhante porém, em avaliação de curto prazo, não obtiveram efeitos significativos para o número de perfílos e diâmetro do colmo, exceto para altura da planta. El-Tilib et al. (2004) também observaram efeito

significativo para a altura da soqueira de cana-de-açúcar em função da aplicação de potássio em todas as fases de crescimento da cultura avaliadas (6 meses até 10 meses após o brotamento da soqueira), sendo os melhores resultados obtidos com o uso de  $86 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ . Os mesmos autores sugeriram que o melhor equilíbrio dos nutrientes no solo atingido nesta dose proporcionou maiores efeitos na altura das soqueiras da cana-de-açúcar.

Uchôa et al. (2009) avaliando seis cultivares de cana-de-açúcar aos 10 meses após o brotamento da soqueira em função das doses de potássio no cerrado, observaram que houve aumento com ajuste quadrático do número de colmos, diâmetro de colmos e altura da planta em função do aumento da dose de potássio aplicado. Dantas Neto et al. (2006) também observaram efeitos no número de colmos com uso da dose de  $148 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  em relação a dose de  $41 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ . Ainda, Orlando Filho et al. (1993) observaram que a deficiência de potássio não alterou o perfilhamento da cultura, mas, provocou redução no diâmetro médio e altura dos colmos.

Silva et al. (2007) avaliando a adubação nitrogenada e potássica em soqueiras de cana-de-açúcar sem queima, observaram resposta da soqueira de cana-de-açúcar em função da aplicação de potássio na ausência da adubação nitrogenada. Os autores atribuíram que a falta de nitrogênio limitou a melhor resposta da cana-de-açúcar quando empregou a dose de  $100 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ . Neste trabalho, nota-se ainda que o uso da dose de  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, mesma dose aplicada no presente estudo, obteve-se a melhor combinação para fins de crescimento vegetativo com as doses de 50 e  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , sendo, portanto, a dose do potássio aplicado próxima do obtido no presente trabalho ( $116 \text{ kg de K}_2\text{O ha}^{-1}$ ) que proporcionou a maior altura na cana-de-açúcar (Figura 4). Os mesmos autores atribuem as melhores respostas à forte interação entre N e K, principalmente devido à atuação do potássio no metabolismo da planta.

De forma geral, nota-se pouca importância das doses de potássio nas variáveis vegetativas (número de perfilhos e diâmetro do perfilho) avaliadas neste experimento, podendo ser explicado pelo período de escassez de chuvas que antecedeu as análises de crescimento (Figura 1), bem como ao tempo de avaliação, que possivelmente foi insuficiente para demonstrar o efeito do potássio na melhoria

do desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar. Segundo Ribeiro et al. (1984), em regiões com déficit hídrico, a disponibilidade de água representa o fator importante para a cana-de-açúcar, sendo responsável pela diminuição de 44% do seu rendimento. Neste sentido, Ramesh e Mahadevaswamy (2000) observaram que o menor crescimento e aumento na mortalidade de perfilho de cana-de-açúcar foram em decorrência do déficit hídrico.

Outra hipótese para a falta de significância nos resultados estaria relacionada ao fato das plantas estarem jovens (4 meses), uma vez que as mesmas se encontravam em fase de crescimento considerado muito lento. Segundo Coelho e Verlengia (1973), a exigência nutricional da cultura no início do crescimento é relativamente baixa, aumentando intensamente entre o quinto e nono meses após a brotação da soqueira da cana-de-açúcar.

A aplicação de potássio na soqueira de cana-de-açúcar afetou o teor de potássio na folha+1 da cultura, nos dois experimentos (LV e LVA), promovendo incremento com ajuste linear no teor de K, atingindo 13,6 e 12,2 g kg<sup>-1</sup> com o uso da dose de 195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, respectivamente (Figura 5). Resultados semelhantes de incremento do teor foliar de K da soqueira em função do uso da adubação potássica foram relatados por outros autores na folha+3 (ESPIRONELLO et al., 1986; MAEDA, 2009) e na folha+1 (SILVA, 2010; PANCELLI, 2011).

O maior incremento no teor de K na folha +1 no experimento no LV (13,6 g kg<sup>-1</sup>) em relação ao LVA (12,2 g kg<sup>-1</sup>) com a maior dose aplicada 195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, confirma que o LV tem menos chance de perda do K em relação ao LVA. Esse fato pode ter ocorrido principalmente devido a menor percolação de K no perfil do solo em função da textura mais argilosa e maior CTC (94,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) em relação ao LVA (CTC: 45,4 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>). Pois, segundo Mielniczuk (1982) a CTC dos solos é o principal componente que determina a maior ou menor relação K trocável/K da solução, isto é, para uma mesma quantidade de K total, haverá menos K na solução em solos com alta CTC, o que refletirá em menores perdas de K por lixiviação, menor retirada desnecessária de K pelas plantas e maior capacidade de armazenamento de K no solo.

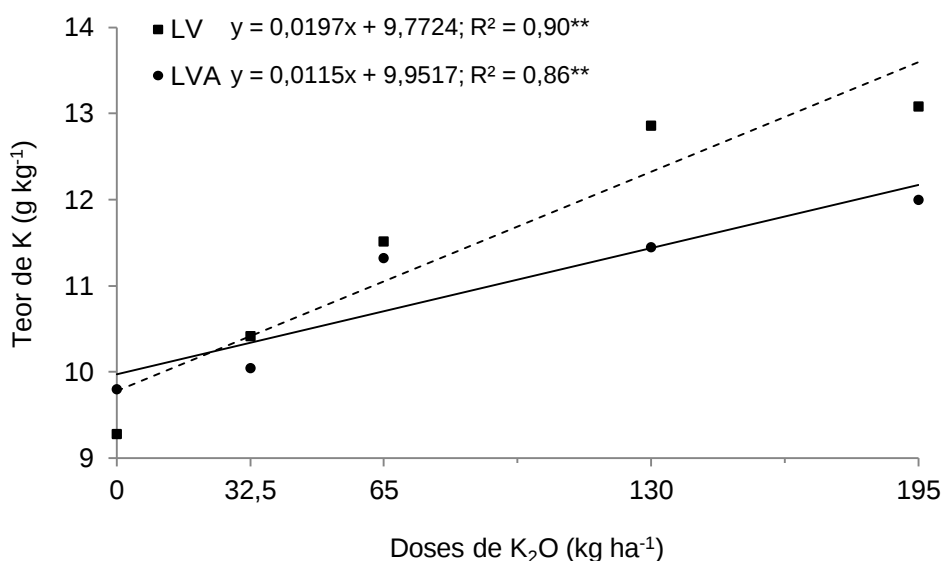


Figura 5 – Efeito da dose de potássio no teor de K na folha+1, aos 8 meses após o brotamento da soqueira da cana-de-açúcar. LV = Latossolo Vermelho distroférico típico, textura muito argilosa, LVA = Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura média. \*\* - significativo a 1% de probabilidade.

Entretanto, não houve efeito significativo da aplicação de potássio no teor dos nutrientes da folha+1, na soqueira da cana-de-açúcar dos dois experimentos. No experimento instalado em Jaboticabal-SP (LV), verificou-se que os teores médios de N, P, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn foram, respectivamente, de 14,3; 1,7; 3,5; 1,8; 2,1 g kg⁻¹; 8; 5; 108; 68 e 14 mg kg⁻¹. Os valores são considerados baixos, segundo Raij (2011), apenas para N (18-25 g kg⁻¹); B (10-30 mg kg⁻¹); Cu (6-16 mg kg⁻¹) e Zn (25-100 mg kg⁻¹), enquanto para os demais nutrientes os teores são considerados adequados. No experimento instalado em Assis-SP (LVA), verificou-se que os teores médios dos nutrientes N, P, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn foram, respectivamente, de 17,6; 1,9; 3,7; 1,6; 2,6 g kg⁻¹; 7; 5; 110; 31 e 20 mg kg⁻¹. Os valores são considerados baixos, segundo RAIJ (2011), para N (18-25 g kg⁻¹); B (10-30 mg kg⁻¹); Cu (6-16 mg kg⁻¹) e Zn (25-100 mg kg⁻¹), enquanto para os demais nutrientes são considerados adequados.

Segundo Raij (2011), os teores de potássio na folha+1, nos dois experimentos, são adequados (10-16 g kg⁻¹), com exceção do tratamento-controle (sem adubação potássica) que apresentou valor baixo (LV: 9,3 g kg⁻¹ e LVA: 9,8 g kg⁻¹). Esse fato é importante, pois evidencia que a palhada sozinha não supre a demanda de K da cultura nesse momento da avaliação.

As diferenças entre os teores de nutrientes obtidos no trabalho e os relatados na literatura, possivelmente, estão relacionadas às condições edafoclimáticas e às cultivares de produtividades distintas. Salienta-se que lavouras de alta produtividade podem induzir o efeito de diluição dos nutrientes no tecido vegetal, fato amplamente relatado na literatura, de modo que a concentração dos nutrientes é diluída com maior crescimento da planta (JARRELL; BEVERLY, 1981).

O teor de potássio da cana-de-açúcar na parte aérea foi afetado significativamente em função da aplicação de doses de potássio no solo aos 12 meses após o brotamento da soqueira, nos dois experimentos (LV e LVA), com efeitos lineares tanto no colmo (Figura 6a) como na folha (Figura 6b), atingindo 5,8 e 13,3 g kg<sup>-1</sup> no LV e 3,8 e 14,0 g kg<sup>-1</sup> no LVA, respectivamente, com o uso de 195 kg ha<sup>-1</sup>. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Maeda (2009), uma vez que a aplicação de potássio incrementou linearmente o teor de potássio no colmo, variando de 1,14 a 1,78 g kg<sup>-1</sup>.

A aplicação de doses de potássio na soqueira da cana-de-açúcar (LV) promoveu um incremento com ajuste quadrático para a produção de matéria seca de colmos e folhas, atingindo 19.002 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 7a) e 6.726 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 7b) com o uso de 124 e 117 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, respectivamente.

Porém, no LVA, a aplicação de potássio no solo promoveu um incremento com ajuste linear para a produção de matéria seca de colmo, atingindo 22.171 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 7a), com o uso de 195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. A produção de matéria seca de folhas não foi influenciada pela aplicação de doses de potássio no solo, apresentando média de 10.666 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 7b).

Em estudo semelhante, Pancelli (2011) observou efeitos lineares na produção de matéria seca de colmos e de folhas da soqueira de cana-de-açúcar em função da aplicação de doses de potássio em Latossolo Vermelho com textura argilosa. Já Silva (2010) também em estudos sob Latossolo Vermelho com textura argilosa não observou efeitos na produção de matéria seca de colmos e de folhas da soqueira da cana-de-açúcar em função da aplicação de doses de potássio no solo.

O acúmulo de K na cana-de-açúcar foi afetado significativamente em função da aplicação de doses de potássio no solo, nos dois experimentos aos 12 meses após o brotamento da soqueira, sendo observados efeitos quadráticos (LV) para o

acúmulo de potássio no colmo (Figura 8a), na folha (Figura 8b) e na parte aérea (Figura 8c), atingindo 99,4; 88,5 e 184,8 kg ha<sup>-1</sup> na dose de 164; 110 e 127 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, respectivamente.

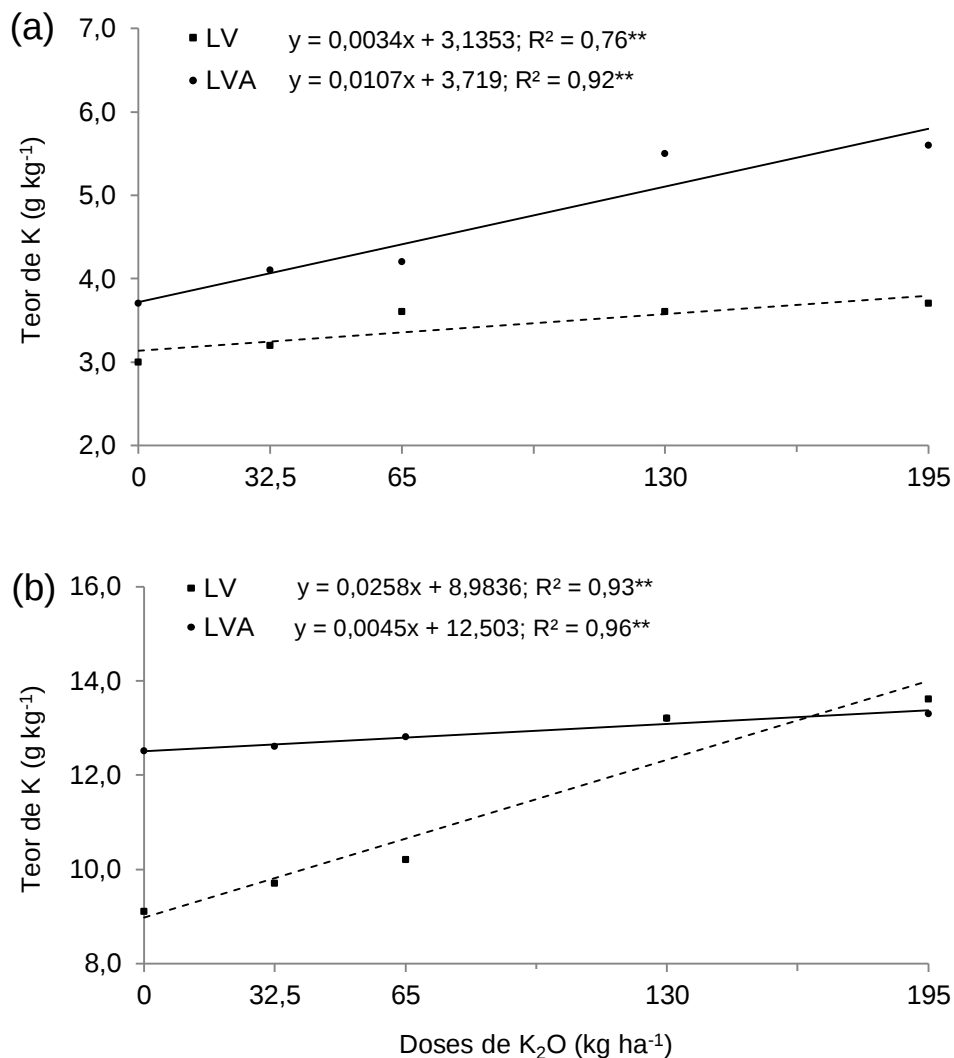


Figura 6 – Efeito da aplicação de potássio no teor de potássio no colmo (a) e na folha (b) aos 12 meses após o brotamento da soqueira da cana-de-açúcar. LV = Latossolo Vermelho distroférico típico, textura muito argilosa, LVA = Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura média. \*\* - significativo a 1% de probabilidade.

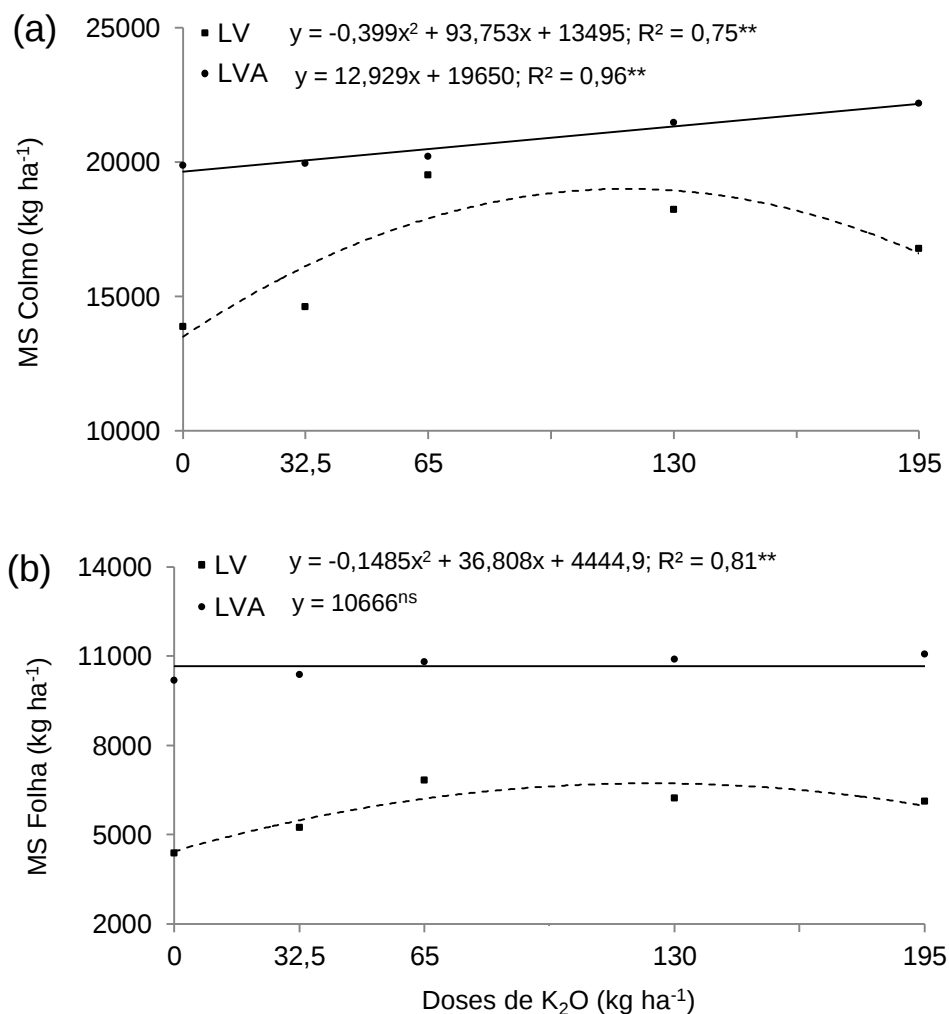


Figura 7 – Efeitos da aplicação de potássio na produção de matéria seca (MS) de colmo (a) e de folha (b) aos 12 meses após o brotamento da soqueira de cana-de-açúcar. LV = Latossolo Vermelho distroférico típico, textura muito argilosa, LVA = Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura média. <sup>ns</sup> e <sup>\*\*</sup> - não significativo a 5% e significativo a 1% de probabilidade, respectivamente.

Já para o experimento instalado em Assis-SP (LVA), foram observados efeitos lineares para o acúmulo de potássio no colmo (Figura 8a), na folha (Figura 8b) e na parte aérea (Figura 8c), atingindo 84,3; 154,3 e 238,6 kg ha<sup>-1</sup> com o uso da maior dose aplicada, ou seja, 195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, respectivamente.

A aplicação de potássio no solo não afetou o acúmulo de K da palhada na superfície do solo aos doze meses após o brotamento da soqueira, tanto no LV como no LVA, apresentando média de 42,5 e 16,2 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

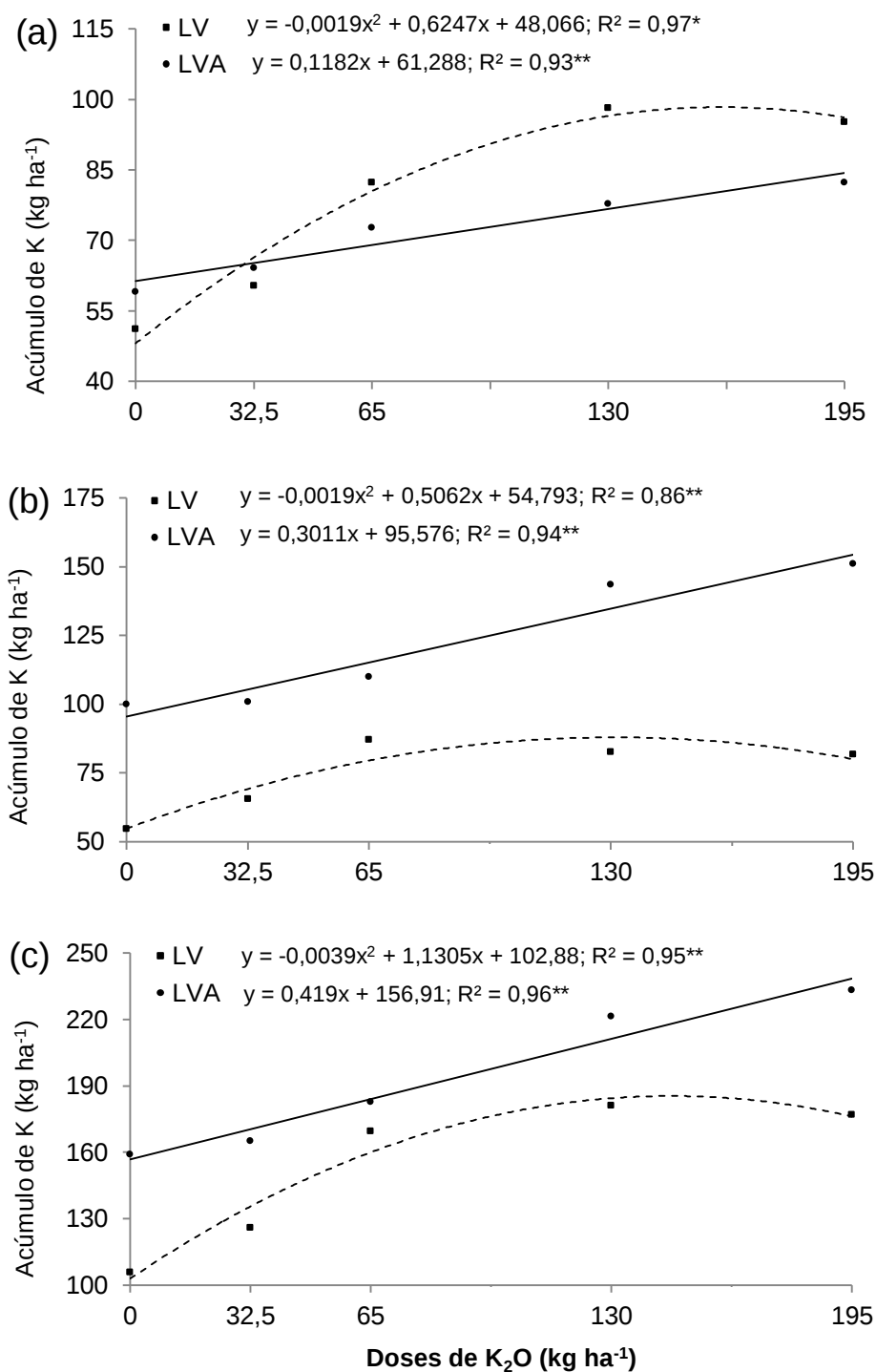


Figura 8 – Efeito da aplicação de potássio no acúmulo de potássio no colmo (a), na folha (b) e na parte aérea (c) aos 12 meses após o brotamento da soqueira da cana-de-açúcar. LV = Latossolo Vermelho distroférico típico, textura muito argilosa, LVA = Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura média. \* e \*\* - significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Silva (2010) observou efeitos lineares nos teores e no acúmulo de potássio, tanto nas folhas como nos colmos da soqueira, em função da aplicação de potássio.

Espironello et al. (1986) também observaram efeitos positivos da adubação potássica em cana-soca, nos teores de potássio nas folhas, e obtiveram correlações positivas e significativas entre os teores de potássio das folhas e as produtividades de cana em seis de oito ensaios.

A aplicação de doses de potássio na soqueira da cana-de-açúcar (LV) promoveu incremento com ajuste quadrático para a produção de colmos, atingindo a produção de  $87,5 \text{ t ha}^{-1}$  na dose de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  (Figura 9). Porém, no experimento instalado em Assis-SP (LVA), houve incremento com ajuste linear na produção de colmos, atingindo  $87 \text{ t ha}^{-1}$  com o uso da dose de  $195 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  (Figura 9).

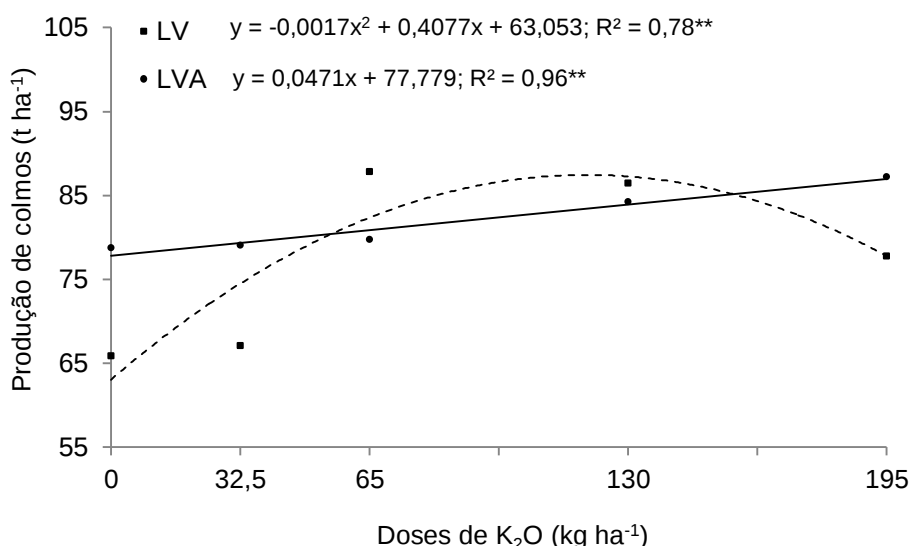


Figura 9 – Efeitos da aplicação de potássio na produção de colmos aos 12 meses após o brotamento da soqueira de cana-de-açúcar. LV = Latossolo Vermelho distrófico típico, textura muito argilosa, LVA = Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura média. \*\* - significativo a 1% de probabilidade.

Nota-se que a máxima produção obtida em LVA esteve associada ao maior teor foliar de potássio na folha +1, isto é,  $12,2 \text{ g kg}^{-1}$  (Figura 5), observado com o uso da maior dose de potássio aplicada ( $195 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ ). Porém, no LV, a máxima produção obtida foi com o uso de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , em que o teor de potássio na folha +1 foi de  $11,3 \text{ g kg}^{-1}$  (Figura 5).

Segundo Rajj (2011), os teores de potássio foliares obtidos nos dois experimentos são considerados adequados ( $10\text{-}16 \text{ g kg}^{-1}$ ), porém em sistema de colheita com prévia despalha a fogo. Nota-se também que, no estudo realizado em

LVA o tratamento-controle, sem aplicação de potássio no solo, a produção de colmos na primeira soqueira da cana-de-açúcar é 23,3% maior que no LV, o que denota o possível benefício da palhada presente no solo, uma vez que, no LVA a produção de matéria seca de palhada inicial é 4,8 t ha<sup>-1</sup> a mais que no LV.

A aplicação de potássio no LVA promoveu efeitos lineares em todas as variáveis (teor de potássio na folha +1, acúmulo de potássio no colmo, folha e parte aérea, e produção de colmos), indicando que em solos de textura mais arenosa e menor CTC pode induzir maior percolação de K do solo (MIELNICZUK, 1982; BENITES et al., 2010). Pois, Mielniczuk (1982) a CTC dos colos é o principal componente que determina a maior ou menor perda de K por lixiviação e menor retirada desnecessária de K pelas plantas e maior capacidade de armazenamento de K no solo.

Benites et al. (2010) afirmam ainda que, uma vez em solução, a mobilidade vertical de potássio no solo depende de fatores físicos e químicos, como a condutividade hídrica do solo e a distribuição relativa do tamanho dos poros, os quais estão relacionados à capacidade do solo de interagir com os nutrientes da água percolada. Logo, em solos em que há predomínio do fluxo hídrico por macroporos em relação aos microporos, o potássio pode ser transportado abaixo do alcance das raízes, caracterizando o processo de lixiviação (QUAGGIO et al., 1982; SANZONOWICZ; MIELCNIZUK, 1985). Contudo, é notória a necessidade de estudos com o uso de maiores doses de potássio aplicado em solos com textura média para avaliar a capacidade de percolação deste nutriente.

Silva (2010), em estudo semelhante, também observou que a maior produtividade da soqueira da cana-de-açúcar em sistema de colheita sem despalha a fogo (119,5 t ha<sup>-1</sup>) esteve associada com o incremento no teor de potássio da folha +1 (50,9 g kg<sup>-1</sup>), obtida com o uso da maior dose de potássio (195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O).

Esses resultados evidenciam a importância da nutrição mineral adequada em soqueiras de cana-de-açúcar, em especial em potássio, para atingir alta produtividade, corroborando os resultados obtidos por Pancelli (2011), sendo que a maior produção de colmos (127 t ha<sup>-1</sup>) com o uso de 147 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, esteve associada com teor de potássio nas folhas +1 de 9,3 g kg<sup>-1</sup>.

O efeito benéfico do potássio na produtividade da cana-de-açúcar cultivada em sistema de colheita sem despalha a fogo é relatado na literatura. Rossetto et al. (2004) obtiveram resposta significativa em sete das dez avaliações envolvendo cana-planta e cana-soca e, na maioria dos casos, o incremento foi com ajuste linear na produção, somente na segunda e terceira soqueiras. Uchôa et al. (2009) também obtiveram resposta da soqueira à aplicação de potássio, sendo que as doses de potássio proporcionaram efeitos com ajuste quadrático na produtividade de colmo. Os autores concluíram que a dose de máxima eficiência econômica variou de 94 a 165 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

Espironello et al. (1986) também observaram efeitos positivos da adubação potássica em cana-soca, nos teores de potássio nas folhas, e obtiveram correlações positivas e significativas entre os teores de potássio das folhas e as produtividades de cana em seis de oito ensaios. Teixeira (2005) avaliou a resposta da cana-soca ao longo de quatro ciclos, em função do uso da adubação nitrogenada e potássica, em dois solos do Estado do Paraná. Verificou que não houve influência dos tratamentos na produtividade de colmos da segunda soqueira (RB 83-5486), cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo, mas, no 4º ciclo houve resposta da cultura, com ajuste linear crescente na produção de colmos (60 a 73 t ha<sup>-1</sup>).

Entretanto, Pancelli (2011) e Silva (2010), em estudos semelhantes, observaram que a aplicação do potássio na soqueira de cana-de-açúcar afetou a produção, com efeitos lineares na produção de colmos. Lana et al. (2004) também observaram aumento da produção de colmos em função da aplicação de potássio até 180 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Trabalho feito na África do Sul também indicou efeito benéfico na produção da cana-de-açúcar em função da aplicação de potássio (STEWART, 1969). Shukla et al. (2009) observaram que a dose de 66 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O foi a responsável pela maior produção da cana-soca (74,1 t ha<sup>-1</sup>). KUMAR et al. (2007), em cultivo de cana-soca em solo franco-argiloso, também observaram que a maior produtividade da cultura (88 t ha<sup>-1</sup>) foi obtida com a aplicação de 66 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

A aplicação de doses de potássio, na soqueira da cana-de-açúcar do experimento de Jaboticabal-SP (LV), afetou os teores de Brix, ATR (kg t<sup>-1</sup>) e ATR (kg ha<sup>-1</sup>), promovendo incremento com ajuste quadrático em função da aplicação das

doses de potássio no solo, atingindo 16% (Figura 10a), 121,5 kg t<sup>-1</sup> (Figura 10b) e 10,1 t ha<sup>-1</sup> (Figura 10c), nas doses de 95; 108 e 99 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, respectivamente.

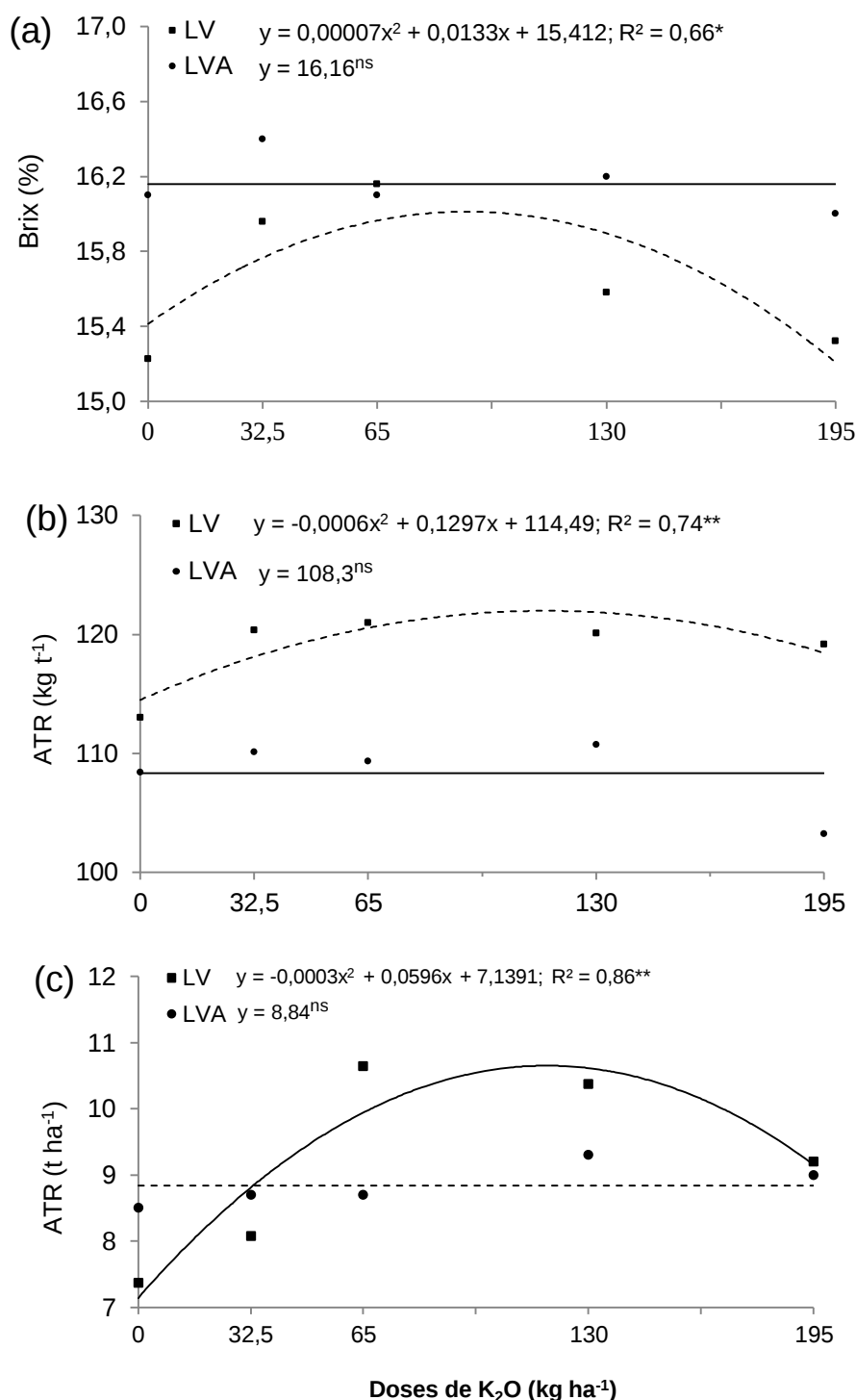


Figura 10 – Efeitos da aplicação de potássio no teor de Brix (a), ATR do caldo (b) e ATR (c) aos 12 meses após o brotamento da soqueira de cana-de-açúcar. LV = Latossolo Vermelho distroférico típico, textura muito argilosa, LVA = Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura média. <sup>ns</sup>, \* e \*\* - não significativo e significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

A aplicação de doses de potássio não afetou as outras variáveis da qualidade tecnológica da soqueira da cana-de-açúcar, apresentando valores médios de 85,7; 11,6; 13; 0,6 e 9,8% de Pureza, Pol da cana, Pol do caldo, AR e Fibra, respectivamente.

Porém, o mesmo não foi observado para o experimento de Assis-SP (LVA), onde a aplicação de potássio, na soqueira da cana-de-açúcar, não afetou a qualidade do caldo produzido, o qual apresentou valores médios de 77,3; 10,6; 12,5; 0,8; 12,0%; 16,2%, 108,3 kg t<sup>-1</sup> e 8,8 t ha<sup>-1</sup> de Pureza, Pol da cana, Pol do caldo, AR, Fibra, Brix e ATR, respectivamente.

Os valores de fibra, do teor de pureza e o Pol da cana encontram-se um pouco abaixo dos valores indicados por Segato et al. (2006), 12,5%, 85% e 14%, respectivamente, para caracterizar a cana-de-açúcar como madura e pronta para a colheita, nos dois experimentos.

De maneira semelhante, vários trabalhos na literatura também evidenciam a ausência de efeito significativo na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, em função da adubação potássica (LANA et al., 2004; MAEDA, 2009; UCHÔA et al., 2009; SILVA, 2010).

## **2.4. Conclusões**

A aplicação de potássio aumenta o teor do nutriente no solo e na planta, e reflete na produção de colmos da primeira soqueira da cana-de-açúcar, nos dois solos estudados (LV e LVA); entretanto, houve melhoria na qualidade da cana-de-açúcar apenas no LV.

A aplicação de potássio em solo de textura muito argilosa promoveu melhor produção (87,5 t ha<sup>-1</sup>) com o uso de 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, entretanto no solo de textura média, a maior produção (87,0 t ha<sup>-1</sup>) ocorreu com dose de 195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

## 2.5. Referências

ARGENTON, P. E. **Influências das variáveis edafoclimáticas e de manejo no rendimento de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) na região de Piracicaba, São Paulo**. 2006. 109 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2006.

BALL-COELHO, B.; TIESSEN, H.; STEWART, J. W. B.; SALCEDO, I. H.; SAMPAIO, E. V. S. B. Residue management effects on sugarcane yield and soil properties in Northeastern Brazil. **Agronomy Journal**, v. 85, n. 1, p. 1004-1008, 1993.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JR, W. **AgroEstat – Sistema de análises estatísticas de ensaios agronômicos**, Versão 1.0, Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2012.

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).

BENITES, V. M.; CARVALHO, M. C. S.; RESENDE, A. V.; POLIDORO, J. C.; BERNADI, A. C. C.; OLIVEIRA, F. A. Potássio, cálcio e magnésio. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. (Eds.) **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes: nutrientes**. Piracicaba: IPNI, 2010. p. 137-191.

CHAVES JUNIOR, G. T. **Influência do clima na produtividade da cana-de-açúcar**. 2011. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Biocombustíveis), FATEC, Araçatuba, 2011.

COELHO, F. S.; VERLENGIA, F. **Fertilidade do solo**. 2. ed. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. 384 p.

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

DANTAS NETO, J.; FIGUEIREDO, J. L. C.; FARIAS, C. H. A.; AZEVEDO, H. M.; AZEVEDO, C. A. V. Resposta da cana-de-açúcar, primeira soca, a níveis de irrigação e adubação de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 2, p. 283-288, 2006.

EL-TILIB, M. A.; ELNASIKH, M. H.; ELAMIN, E. A. Phosphorus and potassium fertilization effects on growth attributes and yield of two sugarcane varieties grown on three soil series. **Journal of Plant Nutrition**, v. 27, n. 4, p. 663–699, 2004.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2006. 412 p.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H. V.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 551-594.

ESPIRONELLO, A.; GALLO, J. R.; LAVORANTI, A.; IGUE, T.; HIROCE, R. Efeitos da adubação NPK nos teores de macronutrientes das folhas de cana-de-açúcar (cana-soca). **Bragantia**, v. 45, n. 2, p. 377-382, 1986.

FELIPE, D. C. **Produtividade da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) submetida a diferentes épocas de plantio e a adubação mineral**. 2008. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2008.

FELTRIN, M. S.; LAVANHOLI, M. G. D. P.; SILVA, H. S.; PRADO, R. M. Adubação potássica na produtividade da soqueira de cana-de-açúcar colhida sem queima. **Nucleus**, v. 7, n. 1, p. 307-314, 2010.

FLORES, R. A.; PRADO, R. M.; POLITI, L. S.; ALMEIDA, T. B. F. Potássio no desenvolvimento inicial da soqueira de cana-crua. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 1, p. 106-111, 2012.

JARRELL, W. M.; BEVERLY, R. B. The dilution effect in plant nutrition studies. **Advances Agronomy**, v. 34, n. 1, p. 197-224, 1981.

KORNDÖRFER, G. H.; OLIVEIRA, L. A. O potássio na cultura da cana-de-açúcar. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L. (Eds.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2005. p. 469-490.

KUMAR, S.; RANA, N. S.; CHANDRA, R.; SANDEEP, K. Effect of phosphorus and potassium doses and their application schedule on yield, juice quality and nutrient use efficiency of sugarcane-ratoon crop sequence. **Journal of the Indian Society of Soil Science**, v. 55, n. 4, p. 122-142, 2007.

LANA, R. M. Q.; ZANÃO JÚNIOR, L. A.; KORNDÖRFER, G. H.; MACIEL JÚNIOR, V. A. Parcelamento da adubação potássica na cana-planta. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 23, n. 2, p. 28-31, 2004.

LEITE, R. L. **Cultivares de cana-de-açúcar em solos da região norte do estado do Tocantins**. 2007. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical), Universidade Federal do Tocantins, Araguaina, 2007.

MAEDA, A. S. **Adubação nitrogenada e potássica em socas de cana-de-açúcar com e sem queima em solos de cerrado**. 2009. 110 f. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2009.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Ceres, 1980. 215 p.

MALAVOLTA, E. Importância da adubação na qualidade dos produtos – função dos nutrientes na planta. In: SÁ, M. E.; BUZZETI, S. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo, Editora Ícone, 1994. p. 19-44.

MARIN, F. R. Cana-de-açúcar: clima. CNPTIA/EMBRAPA. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG0110\\_711200516716.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG0110_711200516716.html). Acesso em: 27 de Agosto de 2012.

MIELNICKZUK, J. Avaliação da resposta das culturas ao potássio em ensaios de longa duração: Experiências brasileiras. In: YAMADA, T.; MUZZILLI, O.; USHERWOOD, N. R., (Eds.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba, Instituto da Potassa e Fosfato, 1982. p. 289-303.

ORLANDO FILHO, J.; MURAOKA, T.; RODELLA, A. A.; ROSSETTO, R. Fontes de potássio na adubação da cana-de-açúcar: KCl e K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. **STAB - açúcar, álcool e subprodutos**, v. 11, n. 6, p. 10, 1993.

PANCELLI, M. A. **Nutrição potássica e produção da soqueira de cana-de-açúcar no sistema de cana crua**. 2011. 32 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2011.

QUAGGIO, J. A.; MASCARENHAS, H. A. A.; BATAGLIA, O. C. Resposta da soja a aplicação de doses crescentes de calcário em Latossolo Roxo distrófico de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 6, n. 1, p. 113-118, 1982.

RAIJ, B. van. Avaliação do estado nutricional das plantas. In: RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. p. 157-171.

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

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H. Outras culturas industriais. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC/Fundação IAC, 1997. p. 233-244.

RAMESH, P.; MAHADEVASWAMY, M. Effect of formative phase drought on different classes of shoots, shoot, mortality, cane attributes, yield and quality of four sugarcane cultivars. **Journal Agronomy & Crop Science**, v. 185, n. 4, p. 249-258, 2000.

RIBEIRO, M. R.; HALSTEAD, E. H.; DE JONG, E. Rendimento da cana-de-açúcar e características das terras da microrregião da Mata Norte de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 8, n. 2, p. 209-213, 1984.

RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. 1995. 99p. Disponível em: <http://www.malavolta.com.br/pdf/1071.pdf>. Acesso em: 27 de Agosto de 2012.

ROSSETTO, R.; SPIRONELLO, A.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. Calagem para a cana-de-açúcar e sua interação com a adubação potássica. **Bragantia**, v. 63, n. 1, p. 105-119, 2004.

SANZONOWICZ, C.; MIELCNIZUK, J. Distribuição do potássio no perfil do solo, influenciado pela planta, fontes e métodos de aplicação de adubos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 9, n. 1, p. 45-50, 1985.

SEGATO, S. V.; ALONSO, O.; LAROSA, G. Terminologias no setor sucroalcooleiro. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. p. 397-415.

SHUKLA, S. K.; YADAV, R. L.; SINGH, P. N.; SINGH, I. Potassium nutrition for improving stubble bud sprouting, dry matter partitioning, nutrient uptake and winter initiated sugarcane (*Saccharum* spp. hybrid complex) ratoon yield. **European Journal of Agronomy**, v. 30, n. 1, p. 27-33, 2009.

SILVA, A. B.; NETO, J. D.; FARIAS, C. H. A.; AZEVEDO, C. A. V.; AZEVEDO, H. M.; Rendimento e qualidade da cana-de-açúcar irrigada sob adubações de nitrogênio e potássio em cobertura. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 236-241, 2009.

SILVA, F. C.; MURAOKA, T.; CASTRO, P. R. C.; TAVARES, S.; TRIVELIN, P. C. O.; BROSSI, M. J. L.; PACKER, J. V. D.; SANTOS, M. B. Avaliação da adubação com nitrogênio e potássio em soqueiras de cana-de-açúcar sem queima. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Campinas: Embrapa, 2007. 32 p.

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. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2010.

SPIRONELLO, A.; RAIJ, B. van; PENATTI, C. P.; CANTARELLA, H.; MORELLI, J. L.; ORLANDO FILHO, J.; LANDELL, M. G. A.; ROSSETTO, R. Cana-de-açúcar. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Fundação IAC, 1997. p. 237-239. (Boletim Técnico, 100).

STEWART, M. J. **Potassium and sugarcane**. Durban: South African Sugar Industry Agronomists Association, 1969. 15 p. (Review Paper, 5).

TEIXEIRA, C. D. **Adubação nitrogenada e potássica em cana-soca, em dois solos do estado do Paraná**. 2005. 56 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

UCHÔA, S. C. P.; ALVES JÚNIOR, H. O.; ALVEZ, J. M. A.; MELO, V. F.; FERREIRA, G. B. Resposta de seis cultivares de cana-de-açúcar a dose de potássio em ecossistema de cerrado em Roraima. **Ciências Agronômicas**, v. 40, n. 4, p. 505-513, 2009.

### **CAPÍTULO 3 – NUTRIÇÃO POTÁSSICA NA SEGUNDA SOQUEIRA DA CANA-DE-AÇÚCAR COM COLHEITA SEM DESPALHA A FOGO**

**RESUMO** - A colheita de cana sem despalha a fogo vem crescendo no Brasil, exigindo-se reformulação das práticas de manejo da cultura. Acredita-se, que seja possível reduzir a recomendação de adubação potássica para a cultura, o que pode refletir no menor custo de produção. Objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de potássio na segunda soqueira de cana-de-açúcar cultivada em dois solos do Estado de São Paulo, com colheita sem despalha a fogo. Os tratamentos foram constituídos por doses de potássio: 0; 32,5; 65; 130 e 195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, dispostos em blocos casualizados, com cinco repetições. Os experimentos foram instalados em soqueiras de cana-de-açúcar, em Latossolo Vermelho distroférico típico, textura muito argilosa e Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura média. Avaliaram-se as variáveis biométricas (altura, número de perfilho e diâmetro de perfilho); os teores de potássio no solo, na palhada, e na planta; a produção e a qualidade dos colmos. Em todos os resultados obtidos foram realizados a análise de regressão polinomial. A aplicação de potássio aumentou o teor do nutriente no solo e na planta, e refletiu na produção de colmos e no ATR. A aplicação de potássio em solo de textura muito argilosa promoveu melhor produção (107,5 t ha<sup>-1</sup>) com o uso da dose estimada em 123 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, entretanto no solo de textura média a maior produção (132,9 t ha<sup>-1</sup>) ocorreu com a dose de 195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

**Palavras-chave:** nutrição mineral, *Saccharum* spp., sistema conservacionista

**SUMMARY** - The harvest of sugarcane without straw burning is growing in Brazil by requiring reformulation of crop management practices. It is believed that it is possible to reduce the recommendation of potash for the crop, which may reflect in lower production costs. The objective was to evaluate the effect of potash on the second sugarcane ratoon grown in two soils of the State of São Paulo, with harvest

without burning the straw. The treatments consisted of potassium rates: 0, 32.5, 65, 130 and 195 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, disposed in a randomized block design with five replicates. The experiments were conducted in ratoons of sugarcane in Hapludox, clay loam soil and Oxisol Hapludox, loamy sand. It was evaluated the biometric variables (height, number of tiller and tiller diameter); potash content in soil, trash and plant, production and stalks quality. In all results obtained were performed a polynomial regression analysis. The application of potash increased the K contents in soil and plant, and reflected in the stalk production and ATR. The application of potash in a clay loam soil provided better production (107.5 t ha<sup>-1</sup>) using the estimated rate of 123 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O, however in loamy sand soil the highest production (132.9 t ha<sup>-1</sup>) occurred at a dose of 195 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O.

**Keywords:** Mineral nutrition, conservation system, *Saccharum* spp.

### 3.1. Introdução

A grande expansão do mercado sucroalcooleiro e a incorporação de novas áreas, geralmente de baixa fertilidade, impulsionaram os estudos com a cultura da cana-de-açúcar. Atualmente, o objetivo das pesquisas tem como objetivo ganho de produtividade, além de novas técnicas de manejo da cultura a fim de recuperar e garantir a sustentabilidade do sistema de produção da cultura (FELIPE, 2008; FELTRIN et al., 2010).

A colheita de cana-crua vem crescendo de forma significativa no Brasil. Este tipo de procedimento resulta normalmente no acúmulo de matéria seca (palhada) em quantidades suficientes para cobertura da superfície do solo (KORNDÖRFER; OLIVEIRA, 2005). Este fato é importante, uma vez que, as condições edafoclimáticas podem afetar diretamente o rendimento da cana-de-açúcar (ARGENTON, 2006; LEITE, 2007; CHAVES JUNIOR, 2011). Todavia, a precipitação pluvial é tida como um fator altamente influente na produção, em função da

disponibilidade de água durante as fases do ciclo da cultura (ARGENTON, 2006). Neste sentido, Marin (2012) cita que um total de chuva entre 1100 e 1500 mm é adequado, desde que a distribuição seja certa, ou seja, abundante nos meses de desenvolvimento vegetativo seguido por um período seco no amadurecimento.

Desta forma, regiões canavieiras, onde a precipitação é pequena ou irregular, a presença da palhada sobre o solo também tem contribuído para elevar a produtividade da cana-de-açúcar (BALL-COELHO et al., 1993), principalmente por aumentar a infiltração da água no solo e proteger o solo contra processos erosivos. No estado de São Paulo, estima-se que, a deposição de palhada de cana-de-açúcar na superfície do solo varia de 10 a 20 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca após cada corte (TRIVELIN et al., 1995). Todavia, a palhada depositada no solo apresenta uma taxa de mineralização lenta (CANTARELLA, 1998; OLIVEIRA et al., 1999). Porém, estudos realizados por Oliveira et al. (1999) concluíram que o potássio foi o nutriente liberado em maior quantidade (93%) pela palhada de cana-de-açúcar de um ano para o outro, devido às funções exercidas pelo nutriente, encontrando-se predominantemente como cátion livre ou cátion adsorvido que pode ser facilmente deslocado das células ou dos tecidos das plantas (EPSTEIN, 1975).

É conhecido que os solos tropicais brasileiros apresentam baixo teor natural de potássio trocável (ERNANI et al., 2007; BENITES et al., 2010), e que a cana-de-açúcar responde de forma expressiva à aplicação do fertilizante potássico nessas condições (KORNDÖRFER; OLIVEIRA, 2005). Uma vez que, o potássio é um nutriente importante para a cana-de-açúcar, sendo o mais extraído pela cultura (MALAVOLTA, 1994), principalmente pela cana-soca (KORNDÖRFER; OLIVEIRA, 2005), desempenhando funções como regulação da turgidez do tecido, ativação enzimática, abertura e fechamento dos estômatos, transporte de carboidratos, entre outros (MALAVOLTA, 1980).

Diante da importância do potássio para a cultura da cana-de-açúcar, ainda são poucos os trabalhos na literatura sobre adubação com esse nutriente na soqueira com o uso da colheita sem a despalha a fogo. As pesquisas desenvolvidas nas diferentes regiões brasileiras, indicaram resposta da soqueira da cana-de-açúcar à aplicação de potássio cultivada em Argissolo Amarelo abrupto (DANTAS NETO et al., 2006), Latossolo Vermelho distroférrico, textura argilosa (PANCELLI, 2011),

Latossolo Vermelho acriférico, textura argilosa (SILVA, 2010).

Contudo, já se sabe que o emprego da colheita da cana-de-açúcar sem prévia despalha a fogo aumenta o aporte de palhada na superfície do solo, melhorando a ciclagem de nutriente, especialmente o potássio. Desta forma, acredita-se na possível redução da recomendação de adubação potássica com colheita sem despalha a fogo para a cultura.

Diante disso, torna se pertinente a realização de novos trabalhos sobre os efeitos do potássio na cana-de-açúcar e especialmente para as soqueiras cultivadas sem o uso da despalha a fogo, uma vez que, a maioria dos trabalhos envolve apenas um ciclo da cultura, um tipo de solo e uma única cultivar de cana-de-açúcar.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da aplicação do potássio na segunda soqueira de cana-de-açúcar em dois tipos de solos no Estado de São Paulo, com colheita sem despalha a fogo.

### **3.2. Material e Métodos**

Foram instalados dois experimentos em soqueiras de cana-de-açúcar, em duas áreas produtoras com colheita sem despalha a fogo do Estado de São Paulo, envolvendo a safra de 2011/2012, com particularidades de ambientes distintos, desde solos, clima (temperatura, precipitação) e quantidade de palhada na superfície do solo.

A instalação do primeiro experimento ocorreu na primeira semana de julho de 2011 enquanto o segundo experimento foi instalado na terceira semana do mesmo período. Na Figura 1 são apresentados os dados climáticos dos municípios de Jaboticabal-SP e Assis-SP durante todo o período de condução do estudo da segunda safra da soqueira da cana-de-açúcar. Vale ressaltar que as parcelas experimentais foram instaladas no mesmo local do estudo realizado com a primeira soqueira de cana-de-açúcar nos municípios de Assis e Jaboticabal no Estado de São Paulo.

O primeiro experimento foi instalado na Fazenda Santo Antônio, município de Jaboticabal-SP (W:48°13'36" e S:21°11'52"), com cana-de-açúcar cultivar CTC 05,

caracterizada por apresentar boa produtividade da cana-soca, alta exigência em fertilidade do solo, alta precocidade, alto teor de sacarose, e com resistência à ferrugem, carvão, escaldadura e mosaico, cultivada em Latossolo Vermelho distroférico típico, textura muito argilosa (LV) (EMBRAPA, 2006).

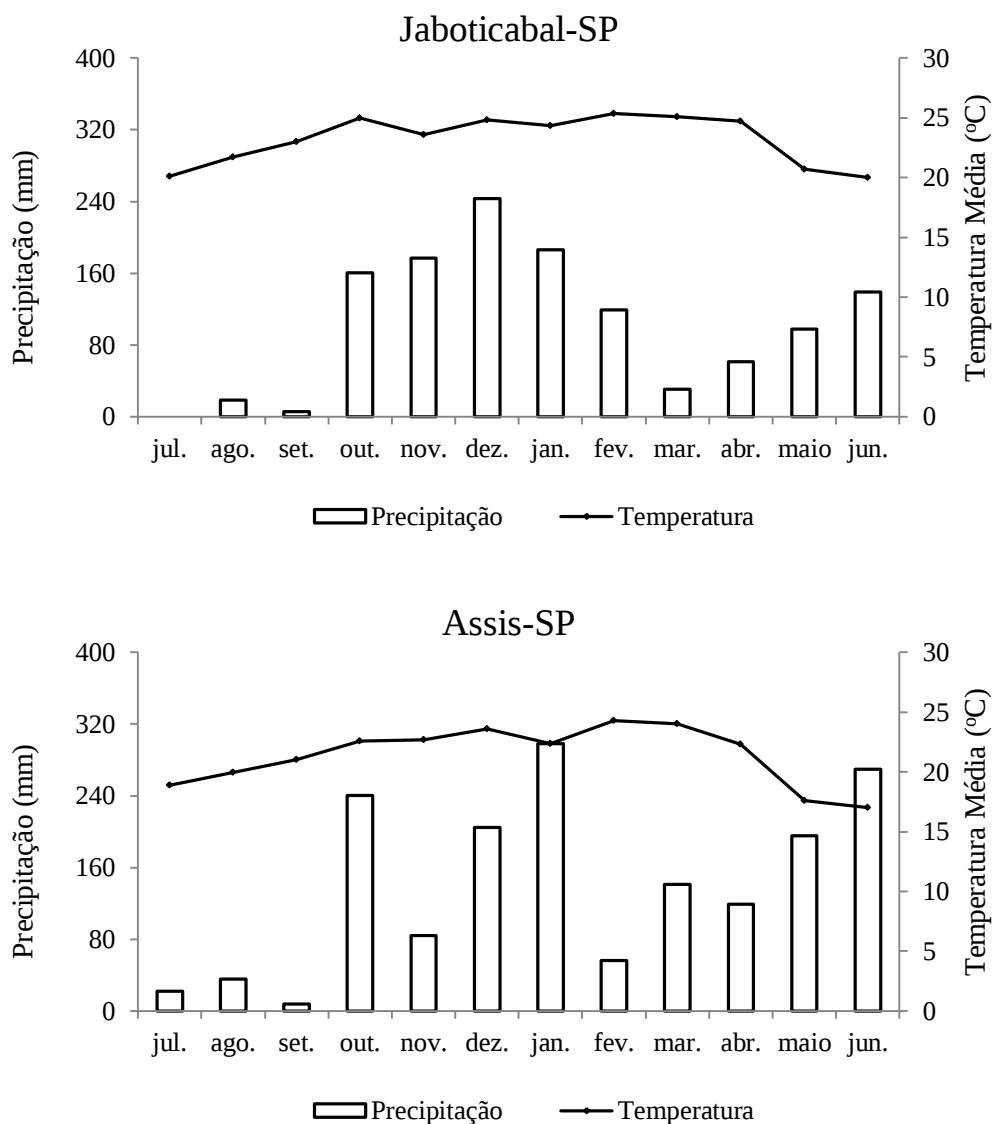


Figura 1 – Índices pluviométricos relativos ao período de condução dos estudos com a soqueira da cana-de-açúcar na região de Jaboticabal-SP (LV) e Assis-SP (LVA), respectivamente, na safra 2011/2012.

O segundo experimento foi instalado na Fazenda Lagoa Rica, município de Assis-SP (W: 178°59'42" e S: 89°59'58"), com cana-de-açúcar cultivar CTC 07, caracterizada por apresentar alta produtividade da cana-soca, média exigência em fertilidade do solo, alta precocidade, alto teor de sacarose, e com resistência à

ferrugem, carvão, escaldadura e mosaico, cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura média (LVA) (EMBRAPA, 2006). É importante ressaltar que nos dois tipos de solos estudados são áreas que já vinham produzindo cana-de-açúcar com colheita mecanizada, sem despalha a fogo e a aplicação de potássio no solo era feita via fertilizante, sem aplicação de vinhaça, por no mínimo seis safras anteriores.

Antes da instalação dos experimentos (LV e LVA), foram coletadas 15 subamostras de solo com o auxílio do trado holandês, para compor a amostra composta, na camada de 0-20 cm de profundidade, para a análise química, para fins de fertilidade, conforme os métodos descritos por Raij et al. (2001).

Os resultados da análise química do solo foram: pH (CaCl<sub>2</sub>): 5,2 e 4,8; MO: 29 e 10 g dm<sup>-3</sup>; P: 18 e 41 mg dm<sup>-3</sup>; K: 0,5 e 0,4 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca: 40 e 16 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg: 20 e 4 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al: 34 e 25 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB: 60 e 20 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; T: 94,5 e 45,4 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V: 64 e 45%, respectivamente. Os resultados da análise granulométrica do Latossolo Vermelho foram: 509 e 612 g kg<sup>-1</sup> de argila; 172 e 118 g kg<sup>-1</sup> de limo; 179 e 161 g kg<sup>-1</sup> de areia fina e 140 e 109 g kg<sup>-1</sup> de areia grossa nas camadas de 0-40 e 40-100 cm de profundidade, respectivamente. Para o Latossolo Vermelho-Amarelo os resultados foram: 120 e 154 g kg<sup>-1</sup> de argila; 22 e 30 g kg<sup>-1</sup> de limo, 624 e 606 g kg<sup>-1</sup> de areia fina e 234 e 210 g kg<sup>-1</sup> de areia grossa nas camadas de 0-40 e 40-100 cm de profundidade, respectivamente.

Na mesma ocasião da amostragem de solo, também foi realizada a coleta da palhada da superfície do solo, nos dois experimentos (LV e LVA), em quatro pontos aleatórios de 1 m<sup>2</sup>. Posteriormente, foi feita análise do teor de nutrientes, a fim de obter o acúmulo de nutrientes imobilizado na biomassa sobre a superfície do solo, conforme os métodos descritos por Bataglia et al. (1983). A palhada presente na superfície do solo do LV apresentou uma produção de 18,0 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca (MS), enquanto que no LVA, apresentou uma produção de 19,3 t ha<sup>-1</sup> de MS, respectivamente. Ainda, os resultados da análise química da palhada foram: N=6,5 e 9,7; P=0,4 e 0,7; K=0,3 e 0,7; Ca=2,7 e 4,7; Mg=0,9 e 1,8; S=0,7 e 1,1 g kg<sup>-1</sup> e Cu=8 e 11; Fe=7879 e 4113; Mn=242 e 133; Zn=19 e 28; B=19 e 14 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e cinco repetições. A dose de referência de potássio indicada para o

Estado de São Paulo, de acordo com a expectativa de produção, variando entre 80-100 t ha<sup>-1</sup>, foi de 130 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Assim, as doses de potássio (tratamentos) foram: 0; 32,5; 65; 130 e 195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, correspondendo a 0%, 25%, 50%, 100% e 150% da dose de referência (130 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), respectivamente. Como fonte de potássio, foi utilizado o cloreto de potássio (60% de K<sub>2</sub>O), aplicado manualmente ao lado da linha de soqueira da cana-de-açúcar, sem incorporação, conforme indicações de Spironello et al. (1997). Para fósforo e nitrogênio foi feita a adubação, conforme as indicações de Spironello et al. (1997), sendo 100 kg ha<sup>-1</sup> de N e sem necessidade de adubação fosfatada em ambos experimentos (LV e LVA). A adubação foi realizada aos 30 dias após a colheita da safra anterior.

Cada parcela foi composta por cinco linhas de 10 m de comprimento (espaçamento 1,5 m entre linhas), sendo as três linhas centrais consideradas área útil no momento de cada amostragem, na cultura da cana-de-açúcar. Ainda, foram deixados dois metros entre cada parcela para efeito de bordadura.

As avaliações das variáveis biométricas da primeira soqueira foram realizadas aos quatro meses após a brotação (novembro de 2011). Para isto, foram avaliadas as seguintes variáveis: perfilhamento (número de perfilhos contidos em 1,0 m em cada linha central, e posteriormente calculado a média de cada linha); altura do colmo (do primeiro entrenó visível até a altura da primeira bainha visível) e diâmetro do colmo (do primeiro entrenó), em 30 plantas de cada parcela, sendo amostradas dez plantas em cada linha central, respeitando 2,0 metros nas extremidades de cada linha de cultivo.

Foi realizada a amostragem de solo aos seis meses após o brotamento da soqueira da cana-de-açúcar (janeiro de 2012), próximo à linha da cultura (faixa de adubação), nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade, utilizando dez pontos aleatórios, nas três linhas centrais de cada parcela. Para a determinação do potássio trocável no solo foi utilizado o método descrito por Raij et al. (2001).

Para avaliar o estado nutricional das plantas, foi realizada a amostragem da folha+1 retirando a nervura central, em pleno desenvolvimento da cultura, aos 8 meses após a brotação da cana-de-açúcar (março de 2012), conforme indicação de Raij e Cantarella (1997). Após a coleta das folhas, foi realizada a descontaminação das amostras através da lavagem das folhas em água corrente e solução detergente

(0,1%) e água; em seguida foram secas em estufas com temperatura próxima a 70 °C e moídas. As determinações dos nutrientes no tecido vegetal seguiram o método descrito por Bataglia et al. (1983).

Aos doze meses após a brotação da soqueira (junho de 2012), foi realizada a colheita para a avaliação do número de colmos industrializáveis e da produção de colmos, sendo também feita amostragem de dez colmos contíguos das linhas centrais de cada parcela, para a avaliação da qualidade tecnológica da cana-de-açúcar (Pol do caldo, Pol da cana, Açúcar total recuperável (ATR), Açúcares redutores (AR), Fibra, Brix e Pureza), conforme Consecana (2006).

O potássio acumulado na parte aérea da cana-de-açúcar foi determinado separando-se as folhas e os colmos, aos doze meses após a brotação da cultura. 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. Posteriormente, foi realizada a análise do teor de potássio no tecido vegetal, conforme o método descrito por Bataglia et al. (1983), e calculado o acúmulo deste nutriente na planta. Ainda, foi avaliada a palhada da cana-de-açúcar presente na época da colheita, determinando-se a massa seca, o teor e o acúmulo de potássio.

Também, foi realizada a amostragem de solo no momento da colheita, lado direito da linha da cultura (faixa de adubação), nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade, utilizando dez pontos aleatórios, dentro da área útil de cada parcela. As determinações do potássio trocável no solo, foram realizadas utilizando o método descrito por Raij et al. (2001).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, com análise de regressão polinomial, realizada com o auxílio do pacote estatístico AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JR., 2012).

### 3.3. Resultados e Discussão

A aplicação de doses de potássio no solo promoveu incremento linear no teor de potássio trocável no solo nos dois experimentos (LV e LVA), na camada de 0-20 cm de profundidade, aos 6 meses após o brotamento da soqueira. O teor de potássio trocável no solo atingiu 3,0 e 2,6 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> com o uso da maior dose de potássio aplicada (195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), respectivamente (Figura 2a). Da mesma forma, a aplicação de potássio no solo aumentou linearmente os teores deste nutriente na camada de 20-40 cm de profundidade para os dois tipos de solo (LV e LVA), atingindo 0,7 e 1,3 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> com o uso de 195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, respectivamente (Figura 2b).

Esses resultados eram esperados, pois foram aplicadas doses do nutriente no solo e as perdas do nutriente por lixiviação foram pequenas, pois a precipitação pluvial não foi excessiva na região de cultivo. Resultado semelhante foi obtido por vários autores (SILVA, 2010; FLORES et al., 2012; PANCELLI, 2011, PRADO et al., 2011; FLORES et al., 2011), onde a aplicação de potássio incrementou com ajuste linear no teor de potássio no solo.

Segundo Coelho e Verlengia (1973), cerca de 50% de potássio absorvido durante o ciclo vegetativo da cultura estão compreendidos no período entre o quinto e o nono mês de idade, sendo muito influenciado pela precipitação durante o ciclo da cultura e das condições do solo. Nota-se que, no estudo realizado em Assis-SP (LVA), houve maior incremento no teor de potássio trocável no solo na camada subsuperficial do solo (20-40 cm) em relação ao primeiro experimento (LV) (Figura 2b).

Esse fato pode ter ocorrido principalmente devido à maior percolação deste nutriente no perfil do solo em função da textura mais arenosa e menor CTC (45,4 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) no experimento localizado em Assis-SP em relação ao experimento localizado em Jaboticabal-SP (CTC: 94,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>). Pois, segundo Mielniczuk (1982) a CTC dos solos, que varia em função do teor de matéria orgânica, do tipo e da quantidade de argila e do pH do solo, é o principal componente que determina a maior ou menor relação K trocável/K da solução, isto é, para uma mesma

quantidade de K total, haverá menos K na solução em solos com alta CTC, o que refletirá em menores perdas de K por lixiviação, menor retirada desnecessária de K pelas plantas e maior capacidade de armazenamento de K no solo. Ainda, Werle et al. (2008) afirmam que a elevação dos teores de K no solo também favorece a lixiviação, mesmo em solos mais argilosos e com alta CTC.

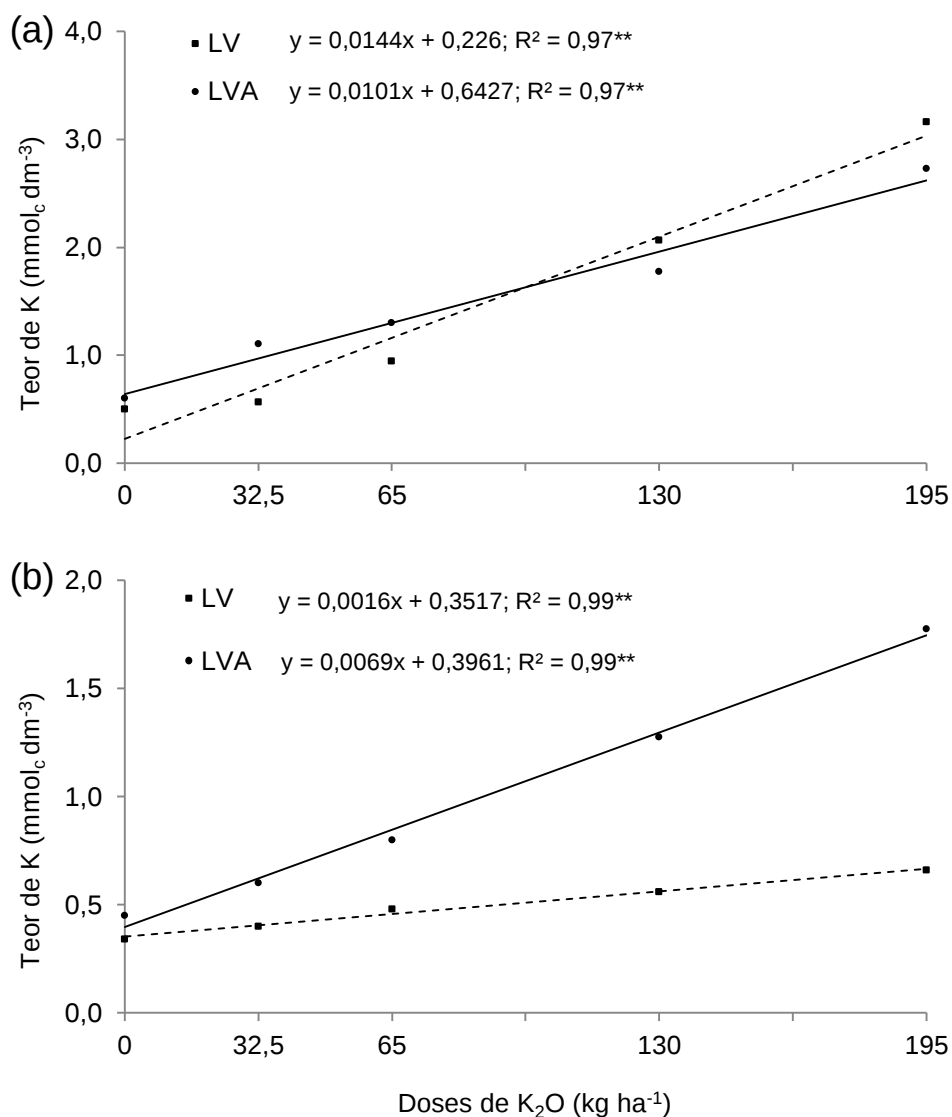


Figura 2 – Efeito da dose de potássio no teor de K trocável no solo na camada de 0-20 cm (a) e 20-40 cm (b) de profundidade aos 6 meses após o brotamento da soqueira da cana-de-açúcar. LV = Latossolo Vermelho distroférico típico, textura muito argilosa, LVA = Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura média. \*\* - significativo a 1% de probabilidade.

A aplicação de doses de potássio promoveu incremento com ajuste linear no teor de K trocável no solo, tanto na camada de 0-20 cm como na de 20-40 cm de profundidade, aos 12 meses após o brotamento da segunda soqueira da

cana-de-açúcar tanto no LV como no LVA. No experimento de Jaboticabal-SP (LV), o teor de potássio trocável no solo atingiu 1,34 e 1,03  $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$  na camada de 0-20 e na de 20-40 cm de profundidade, com o uso da maior dose, isto é, 195  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , respectivamente (Figuras 3a e b). Já no experimento de Assis-SP (LVA), o teor de K trocável no solo atingiu 1,65 e 1,06  $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$  com o uso da maior dose aplicada, de 195  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , na camada de 0-20 e na de 20-40 cm de profundidade, respectivamente (Figuras 3a e b).

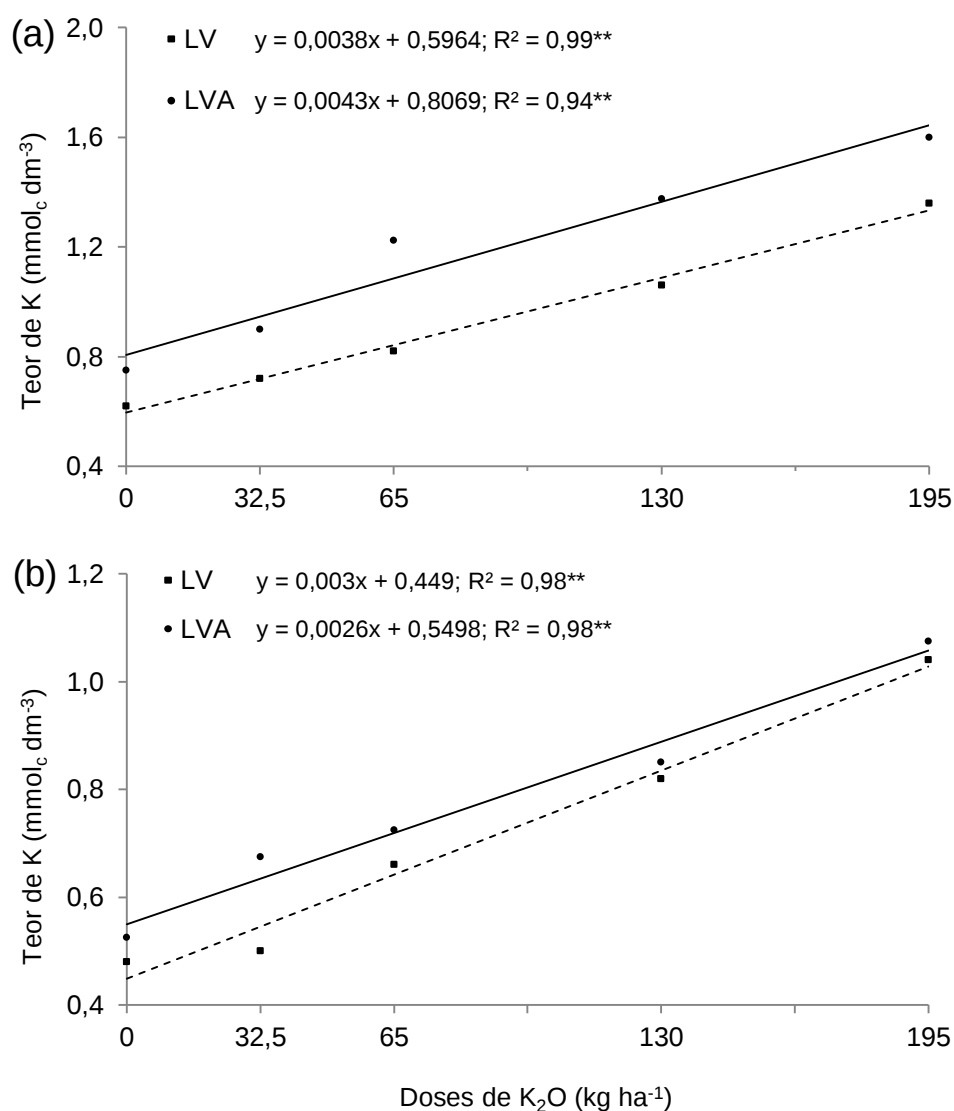


Figura 3 – Efeito da dose de potássio no teor de K trocável no solo na camada de 0-20 cm (a) e 20-40 cm (b) de profundidade aos 12 meses após o brotamento da soqueira da cana-de-açúcar. LV = Latossolo Vermelho distroférrico típico, textura muito argilosa, LVA = Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura média. \*\* - significativo a 1% de probabilidade.

De modo semelhante, Silva (2010) também observou efeitos lineares nos teores de potássio no solo em função da aplicação de doses de adubação potássica em soqueiras de cana-de-açúcar em amostragens aos 12 meses após o brotamento, na camada de 0-20 cm de profundidade.

A aplicação de potássio no solo não afetou as variáveis biométricas (altura da planta, o número e diâmetro de perfílios) aos 4 meses após o brotamento da segunda soqueira da cana-de-açúcar tanto no LV como no LVA (Tabela 1).

Tabela 1. Variáveis biométricas da cana-de-açúcar, em função da aplicação das doses de potássio aos 4 meses após o brotamento da soqueira da cana-de-açúcar.

| Tratamentos                             | Latossolo Vermelho |                     |                      | Latossolo Vermelho-Amarelo |                     |                      |
|-----------------------------------------|--------------------|---------------------|----------------------|----------------------------|---------------------|----------------------|
|                                         | Altura             | Número de perfílios | Diâmetro do perfilho | Altura                     | Número de perfílios | Diâmetro do perfilho |
| kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O | cm                 | m                   | mm                   | cm                         | m                   | mm                   |
| 0                                       | 31,6               | 40,6                | 19,7                 | 37,5                       | 23,7                | 17,2                 |
| 32,5                                    | 33,4               | 43,2                | 20,2                 | 38,0                       | 23,7                | 16,6                 |
| 65,0                                    | 33,6               | 41,8                | 20,0                 | 38,0                       | 24,2                | 16,8                 |
| 130,0                                   | 33,2               | 41,0                | 19,4                 | 37,0                       | 24,7                | 16,5                 |
| 195,0                                   | 32,8               | 40,6                | 19,8                 | 38,8                       | 27,0                | 16,6                 |
| Teste F                                 | 0,64 <sup>ns</sup> | 0,33 <sup>ns</sup>  | 0,47 <sup>ns</sup>   | 0,19 <sup>ns</sup>         | 1,71 <sup>ns</sup>  | 0,21 <sup>ns</sup>   |
| Teste F (RL)                            | 0,22 <sup>ns</sup> | 0,22 <sup>ns</sup>  | 0,15 <sup>ns</sup>   | 0,12 <sup>ns</sup>         | 5,96*               | 0,39 <sup>ns</sup>   |
| Teste F (RQ)                            | 1,65 <sup>ns</sup> | 0,26 <sup>ns</sup>  | 0,01 <sup>ns</sup>   | 0,15 <sup>ns</sup>         | 0,73 <sup>ns</sup>  | 0,21 <sup>ns</sup>   |
| C.V. (%)                                | 6,7                | 10,3                | 5,1                  | 7,8                        | 8,4                 | 6,8                  |

RL – regressão linear, RQ – regressão quadrática, <sup>ns</sup> e \* - não significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

Na literatura, vários autores relatam a falta de resposta das variáveis vegetativas de soqueiras de cana-de-açúcar em função da aplicação de doses de potássio no solo em diferentes cultivares de cana-de-açúcar e tipos de solo: CTC 07 em Latossolo Vermelho-Amarelo, textura média (PRADO et al., 2011), RB 86 7515 em Latossolo Vermelho distroférico, textura argilosa (PANCELLI, 2011), SP 71 6949 em Argissolo Vermelho-Amarelo, textura arenosa (SILVA et al., 2009), RB 835486 na segunda soqueira em Latossolo Vermelho-Amarelo e com RB 72454 na terceira soqueira em Latossolo Vermelho (TEIXEIRA, 2005), cultivar SP 79-1011 em Luvisolo Crômico Pálico, textura franco-argilosa (FELIPE, 2008).

Porém, após estudo da regressão polinomial, a aplicação de potássio no solo promoveu incremento significativo linear para o número de perfílos no LVA, atingindo 25,3 perfílos por metro linear com o uso de 195 kg de  $K_2O$   $ha^{-1}$  (Figura 4). Enquanto que no LV não houve efeito significativo para aplicação de potássio no solo no número de perfílos da soqueira, apresentando média de 41,4 (Figura 4).

Na literatura existem vários trabalhos que demonstram incremento nas variáveis biométricas vegetativo em soqueiras de cana-de-açúcar em função da aplicação de potássio no solo: Flores et al. (2012) e El-Tilib et al. (2004) para a altura da planta; Silva (2010) para o diâmetro do perfílo; Dantas Neto et al. (2006) no número de colmos; Silva et al. (2007) em todas as variáveis biométricas vegetativo; e Felipe (2008) no número de perfílos.

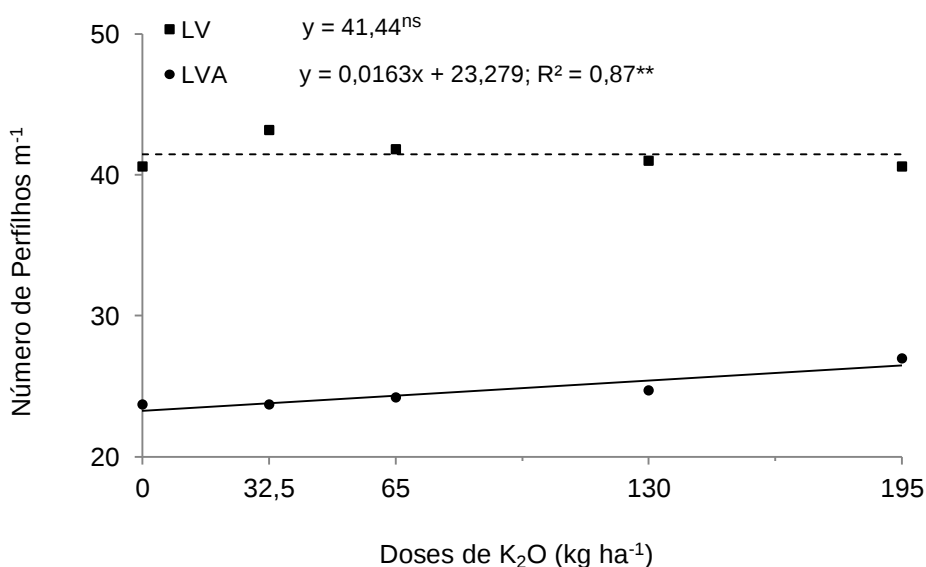


Figura 4 – Efeito da dose de potássio no número de perfílos da cana-de-açúcar aos 4 meses após o brotamento da soqueira da cana-de-açúcar. LV = Latossolo Vermelho distroférico típico, textura muito argilosa, LVA = Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura média. <sup>ns</sup> e <sup>\*\*</sup> - não significativo a 5% e significativo a 1% de probabilidade, respectivamente.

Nota-se que os poucos trabalhos relacionados ao crescimento de soqueiras de cana-de-açúcar com sistema de colheita sem despalha a fogo, são em maioria com análises de crescimento realizadas no momento da colheita. Desta forma, a falta de resposta da soqueira da cana-de-açúcar pode ser explicada pelo tempo de avaliação, que possivelmente foi insuficiente para demonstrar o efeito do potássio na melhoria do desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar. Acredita-se que, a falta

de resposta para algumas variáveis biométricas estudadas podem estar associadas ao crescimento inicial lento da cultura da cana-de-açúcar e a baixa exigência nutricional da cultura, nesta fase, pois, segundo Coelho e Verlengia (1973), a exigência nutricional da cultura, no início do crescimento, é relativamente baixa, aumentando, intensamente, entre o quinto e o nono mês após a brotação da soqueira da cana-de-açúcar.

A aplicação de potássio na segunda soqueira de cana-de-açúcar afetou o teor de potássio na folha+1 da cultura, nos dois experimentos (LV e LVA), com efeitos lineares nos teores de K, atingindo 9,1 e 10,0 g kg<sup>-1</sup> com o uso da dose de 195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, respectivamente (Figura 5). Espironello et al. (1986) e Maeda (2009) relatam efeitos nos teores de potássio em soqueiras de cana-de-açúcar nas folhas +3, enquanto que Silva (2010) e Pancelli (2011) os efeitos foram obtidos em folhas +1.

Entretanto, para os demais nutrientes analisados, não houve efeito significativo da aplicação de potássio no teor dos nutrientes da folha+1 na segunda soqueira da cana-de-açúcar dos dois experimentos (LV e LVA). No experimento instalado em Jaboticabal-SP (LV), verificou-se que os teores médios dos nutrientes N, P, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn foram, respectivamente, de 17,0; 2,5; 4,1; 1,5; 1,1 g kg<sup>-1</sup>; 15; 4; 108; 79 e 10 mg kg<sup>-1</sup>. Os valores são considerados baixos, segundo Raji (2011), apenas para N (18-25 g kg<sup>-1</sup>); S (1,5-3,0 g kg<sup>-1</sup>); Cu (6-16 mg kg<sup>-1</sup>), enquanto que para os demais nutrientes os teores encontrados são considerados adequados. No experimento instalado em Assis-SP (LVA), verificou-se que os teores médios dos nutrientes N, P, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn foram de 19,1; 2,2; 2,1; 1,3; 1,2 g kg<sup>-1</sup>; 13; 9; 50; 26 e 37 mg kg<sup>-1</sup>. Os valores são considerados baixos, segundo Raji (2011), para N (18-25 g kg<sup>-1</sup>) e S (1,5-3,0 g kg<sup>-1</sup>), enquanto que para os demais nutrientes os teores encontrados são considerados adequados. Segundo Raji (2011), os teores de potássio na folha+1, nos dois experimentos, são considerados baixos (10-16 g kg<sup>-1</sup>), com exceção dos tratamentos com a maior dose aplicada (195 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) no experimento em Assis-SP (LVA), o qual apresentou valor considerado adequado (10,0 g kg<sup>-1</sup>).

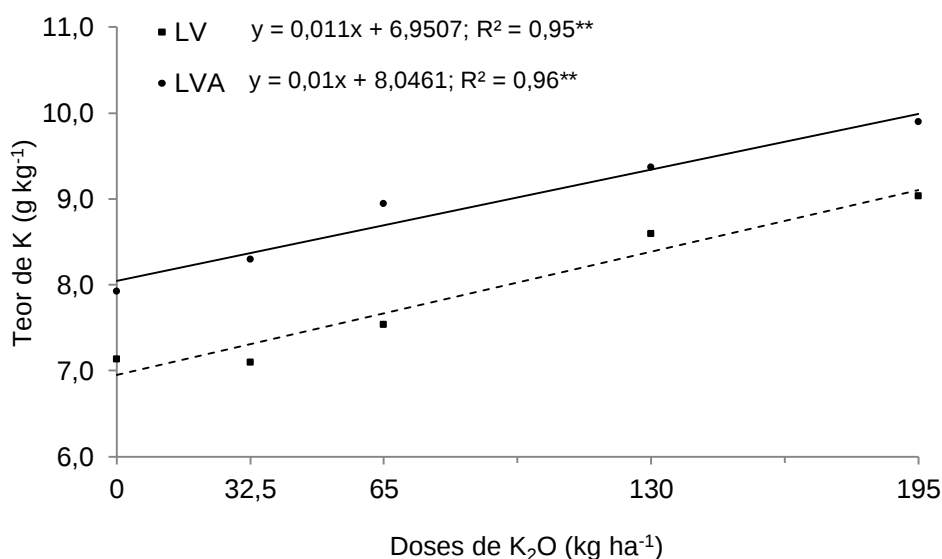


Figura 5 – Efeito da dose de potássio no teor de K na folha+1 aos 8 meses após o brotamento da soqueira da cana-de-açúcar. LV = Latossolo Vermelho distroférico típico, textura muito argilosa, LVA = Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura média. \*\* - significativo a 1% de probabilidade.

As diferenças entre os teores de nutrientes obtidos no trabalho e os da literatura, possivelmente estão relacionadas às condições edafoclimáticas e às cultivares de produtividades distintas. Salienta-se que lavouras de alta produtividade podem induzir o efeito de diluição dos nutrientes no tecido vegetal, fato amplamente relatado na literatura, de modo que a concentração dos nutrientes é diluída com maior crescimento da planta (JARRELL; BEVERLY, 1981).

A aplicação de potássio no solo promoveu incremento nos teores deste nutriente na soqueira da cana-de-açúcar, aos 12 meses após o brotamento, nos dois experimentos (LV e LVA). No estudo em LVA obteve-se efeitos lineares tanto no colmo (Figura 6a) como na folha (Figura 6b), atingindo 3,8 e 13,5 g kg<sup>-1</sup> com o uso da maior dose, 195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, respectivamente. Da mesma forma, no estudo em LV observou-se que a aplicação de potássio no solo incrementou linearmente os teores deste nutriente tanto no colmo (Figura 6a) como na folha (Figura 6b), atingindo 2,0 e 9,4 g kg<sup>-1</sup> com o uso de 195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, respectivamente.

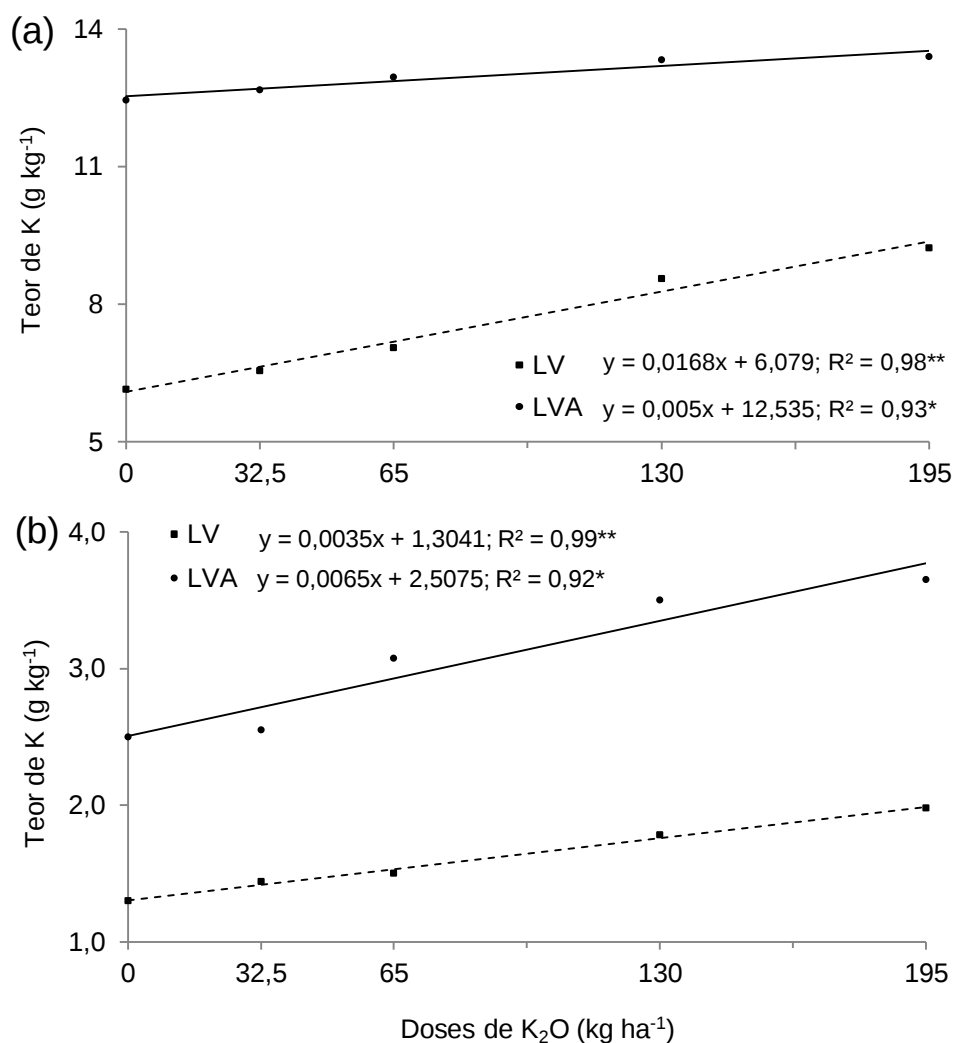


Figura 6 – Efeito da aplicação de potássio no teor de potássio na folha (a) e no colmo (b) aos 12 meses após o brotamento da soqueira da cana-de-açúcar. LV = Latossolo Vermelho distroférico típico, textura muito argilosa, LVA = Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura média. \* e \*\* - significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Maeda (2009) obteve efeitos significativos lineares nos teores de potássio em função da aplicação deste nutriente no solo apenas na terceira soqueira da cana-de-açúcar, enquanto que na segunda soqueira não houve efeito significativo para as doses aplicadas. Neste trabalho, o incremento de potássio nas folhas atingiu 14,55 g kg<sup>-1</sup> com o uso de 160 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Já nos colmos, o incremento nos teores de potássio foram obtidos tanto na segunda como na terceira soqueira da cana-de-açúcar, de modo que os teores atingiram 1,8 g kg<sup>-1</sup> na segunda soqueira e 1,9 g kg<sup>-1</sup> na terceira soqueira com o uso de 160 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

Em estudos semelhantes, Silva (2010) e Pancelli (2011) também observaram efeitos lineares significativos nos teores de potássio tanto na folha como no colmo aos 12 meses após o brotamento da soqueira, em função da aplicação deste nutriente no solo. Segundo Silva (2010), os efeitos de potássio na folha e no colmo atingiram  $10,6 \text{ g kg}^{-1}$  e  $3,1 \text{ g kg}^{-1}$  com o uso de  $195 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , respectivamente. Já Pancelli (2011), os efeitos na folha e no colmo atingiram  $5,9 \text{ g kg}^{-1}$  e  $3,0 \text{ g kg}^{-1}$ , com o uso de  $195 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , respectivamente.

A aplicação de potássio no solo não afetou o acúmulo deste nutriente na palha presente na superfície do solo no momento da colheita segunda soqueira da cana-de-açúcar, nos dois experimentos (LV e LVA), apresentando acúmulo médio de  $8,2$  e  $8,0 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente.

A aplicação das doses de potássio no solo na segunda soqueira da cana-de-açúcar promoveu incremento, com efeito linear, na produção de matéria seca de folhas nos dois experimentos (LV e LVA), os quais atingiram  $18.255 \text{ kg ha}^{-1}$  e  $9.683 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente, com o uso de  $195 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  (Figura 7a).

Já para a produção de matéria seca de colmos, no LV o incremento observado foi com ajuste quadrático, o qual atingiu  $32.363 \text{ kg ha}^{-1}$  com o uso da dose de  $122 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , enquanto no LVA o incremento obtido foi com ajuste linear, o qual atingiu  $42.307 \text{ kg ha}^{-1}$  com o uso de  $195 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  (Figura 7b).

Nota-se que os resultados obtidos no estudo realizado em LV corroboram com os obtidos por Pancelli (2011), o qual também observou efeitos lineares para a produção de matéria seca de folhas e colmos na primeira soqueira da cana-de-açúcar em função da aplicação de doses potássio no solo, os quais atingiram  $18.690$  e  $44.560 \text{ kg ha}^{-1}$  com o uso de  $195 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ .

Já Silva (2010) não observou efeitos na produção de matéria seca de colmos e de folhas da soqueira da cana-de-açúcar em função da aplicação de doses de potássio no solo, os quais apresentaram produção média de  $52.550$  e  $5.736 \text{ kg ha}^{-1}$ . Maeda (2009) também observou efeitos na produção de matéria seca de colmos da terceira soqueira de cana-de-de-açúcar, os quais atingiram  $28.350 \text{ kg ha}^{-1}$  com o uso de  $160 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ .

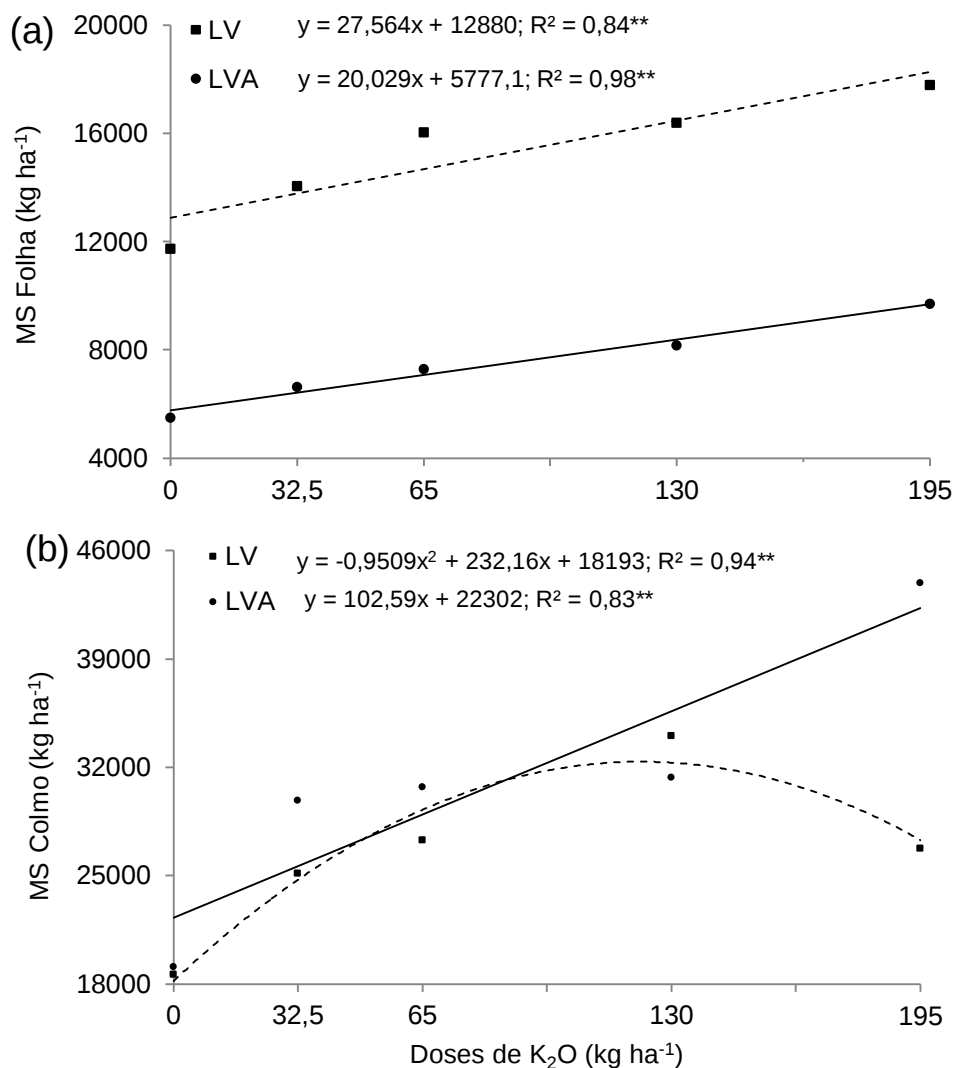


Figura 7 – Efeitos da aplicação de potássio na produção de matéria seca (MS) de folha (a) e na produção de colmo (b) aos 12 meses após o brotamento da soqueira de cana-de-açúcar. LV = Latossolo Vermelho distrófico típico, textura muito argilosa, LVA = Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura média. \*\* - significativo a 1% de probabilidade.

O acúmulo de K na cana-de-açúcar foi afetado significativamente em função da aplicação de doses de potássio no solo, nos dois experimentos aos 12 meses após o brotamento da soqueira, sendo observados efeitos quadráticos (LV) para o acúmulo de potássio no colmo (Figura 8a) e na parte aérea (Figura 8c), atingindo 56,4 e 217,4 kg ha<sup>-1</sup> na dose de 156,7 e 217,3 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, respectivamente.

Já para o acúmulo nas folhas foi observado efeitos lineares, os quais atingiram 167,7 kg ha<sup>-1</sup> com o uso de 195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (Figura 8b). No experimento em LVA, foram observados efeitos lineares significativos tanto na folha

(Figura 8a), como no colmo (Figura 8b) e na parte aérea (Figura 8c), os quais atingiram 130,4; 156,1; e 286,5 kg ha<sup>-1</sup> com o uso de 195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, respectivamente.

De modo semelhante Pancelli (2011) também observou efeitos lineares para o acúmulo de potássio tanto nas folhas como no colmo e na parte aérea, os quais atingiram 142,2, 111,8 e 254,0 kg ha<sup>-1</sup> com o uso da dose de 195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, respectivamente.

Silva (2010) também obteve efeitos lineares nos acúmulos deste nutriente tanto na folha como no colmo e parte aérea da primeira soqueira de cana-de-açúcar, os quais atingiram 96,5; 186,2; e 282,7 kg ha<sup>-1</sup> com o uso da dose de 195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, respectivamente.

A aplicação de doses de potássio no solo promoveu incremento na produção de colmos da segunda soqueira de cana-de-açúcar, nos dois experimentos (LV e LVA). No LV foi observado um incremento significativo, com ajuste quadrático, o qual atingiu 107,5 t ha<sup>-1</sup> com o uso de 123,2 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, enquanto que no LVA o incremento obtido apresentou um ajuste linear, atingindo 132,9 t ha<sup>-1</sup> com o uso de 195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (Figura 9).

Nota-se que a máxima produção obtida em LVA (132,9 t ha<sup>-1</sup>), esteve associada ao maior teor foliar de potássio na folha +1, isto é, 10,0 g kg<sup>-1</sup> (Figura 5), observado com o uso da maior dose de potássio aplicada (195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O).

Porém, no LV, a máxima produção obtida foi com o uso de 123,2 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, em que o teor de potássio na folha +1 foi de 8,3 g kg<sup>-1</sup> (Figura 5). Segundo Raij (2011), os teores de potássio foliares obtidos no LVA com a maior dose aplicada são considerados adequados (10-16 g kg<sup>-1</sup>), enquanto que no LV o teor potássio na folha +1 é considerado baixo.

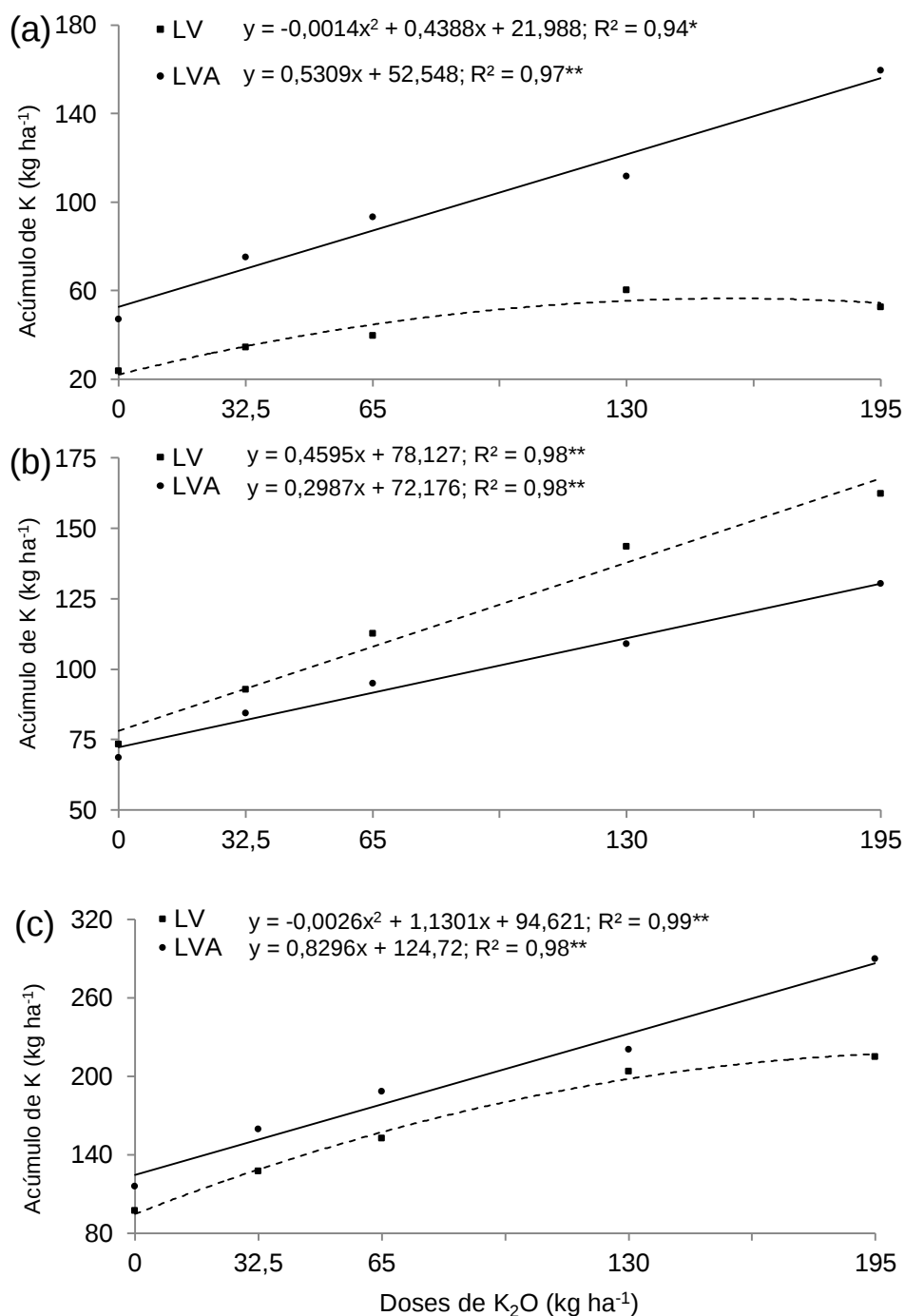


Figura 8 – Efeito da aplicação de potássio no acúmulo de potássio no colmo (a), na folha (b) e na parte aérea (c) aos 12 meses após o brotamento da soqueira da cana-de-açúcar. LV = Latossolo Vermelho distroférrico típico, textura muito argilosa, LVA = Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura média. \* e \*\* - significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

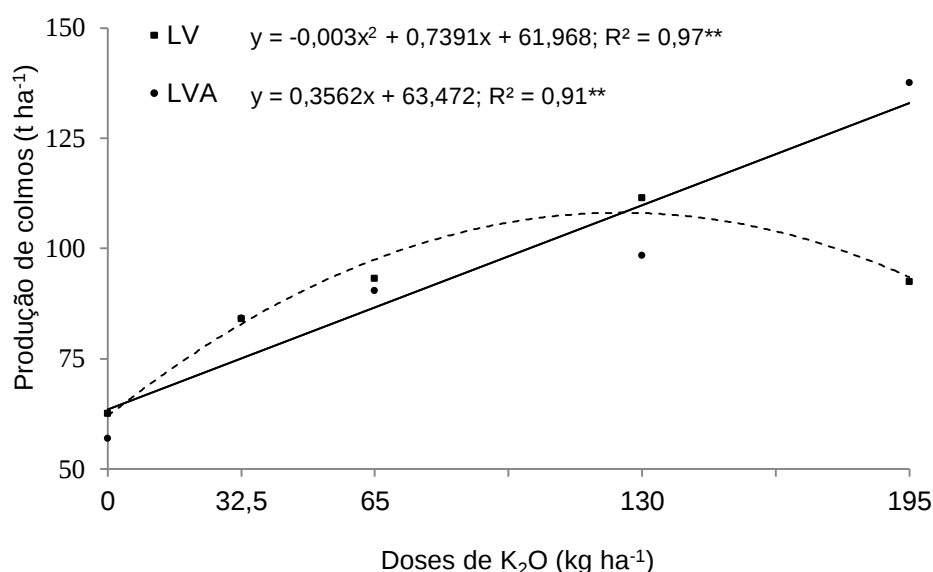


Figura 9 – Efeitos da aplicação de potássio na produção de colmos aos 12 meses após o brotamento da soqueira de cana-de-açúcar. LV = Latossolo Vermelho distroférico típico, textura muito argilosa, LVA = Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura média. \*\* - significativo a 1% de probabilidade.

Conforme citado anteriormente, esse comportamento da soqueira no LV pode ser explicado através do efeito de diluição dos nutrientes no tecido vegetal, de modo que a concentração dos nutrientes é diluída com maior crescimento da cultura (JARRELL; BEVERLY, 1981).

Silva (2010), em estudo semelhante, também observou que a maior produtividade da soqueira da cana-de-açúcar em sistema de colheita sem despalha a fogo ( $119,5 \text{ t ha}^{-1}$ ) esteve associada com o incremento no teor de potássio da folha +1 ( $50,9 \text{ g kg}^{-1}$ ), obtida com o uso da maior dose de potássio ( $195 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ ).

Esses resultados evidenciam a importância da nutrição mineral adequada em soqueiras de cana-de-açúcar, em especial em potássio, para atingir alta produtividade, corroborando os resultados obtidos por Pancelli (2011), sendo que a maior produção de colmos ( $127 \text{ t ha}^{-1}$ ) com o uso de  $147 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , esteve associado com teor de potássio nas folhas +1 de  $9,3 \text{ g kg}^{-1}$ .

Deste modo, Espironello et al. (1986) observaram efeitos positivos da adubação potássica em cana-soca, nos teores de potássio nas folhas, e obtiveram correlações positivas e significativas entre os teores de potássio das folhas e as produtividades de cana em seis de oito ensaios.

Na literatura, vários são os trabalhos que demonstram o efeito benéfico do potássio promovendo ganhos de produtividade da cana-de-açúcar cultivada em sistema de colheita sem despalha a fogo, especialmente em soqueiras (ROSSETTO et al., 2004; LANA et al., 2004; TEIXEIRA, 2005; UCHÔA et al., 2009; MAEDA, 2009; SILVA, 2010; PANCELLI, 2011). Estudos em soqueiras de cana-de-açúcar, realizados na África do Sul, também indicaram efeitos na produção de colmos em função da aplicação de potássio no solo (STEWART, 1969; KUMAR et al., 2007; SHUKLA et al., 2009).

Os teores de AR do caldo no LVA foram afetados pela aplicação de potássio no solo, os quais atingiram 0,64% com o uso da dose de 195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (Figura 10a). Porém, o mesmo não foi observado para o estudo em LV, o qual apresentou um teor médio de 0,5% (Figura 10a). Nos dois experimentos (LV e LVA), a aplicação de potássio no solo promoveu incremento no ATR (t ha<sup>-1</sup>) na soqueira da cana-de-açúcar (Figura 10b).

Nota-se que, no experimento em LV houve um incremento, com ajuste quadrático, os quais atingiram 16,5 t ha<sup>-1</sup> com o uso de 121,8 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, enquanto que, no LVA houve um incremento, com ajuste linear, atingindo 19,8 t ha<sup>-1</sup> com o uso de 195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (Figura 10b).

Porém, no experimento em LV, a aplicação de potássio no solo não afetou as outras variáveis da qualidade tecnológica da segunda soqueira da cana-de-açúcar, apresentando valores médios de 19,5; 17,9; 91,4; 11,6; 15,2% e 150,7 (kg ha<sup>-1</sup>) de Brix, Pol do caldo, Pureza, Fibra, Pol da cana, e ATR, respectivamente. De modo semelhante, no estudo em LVA, a aplicação de potássio no solo não afetou as outras variáveis da qualidade tecnológica da segunda soqueira da cana-de-açúcar, apresentando valores médios de 19,7; 17,6; 88,9; 12,1; 14,8% e 147,85 (kg ha<sup>-1</sup>) de Brix, Pol do caldo, Pureza, Fibra, Pol da cana, e ATR, respectivamente.

Nota-se que os valores de Pol do caldo, Pureza, Fibra, e AR, nos dois experimentos (LV e LVA), são considerados adequados conforme indicações de Segato et al. (2006), para caracterizar a cana-de-açúcar como madura e pronta para a colheita.

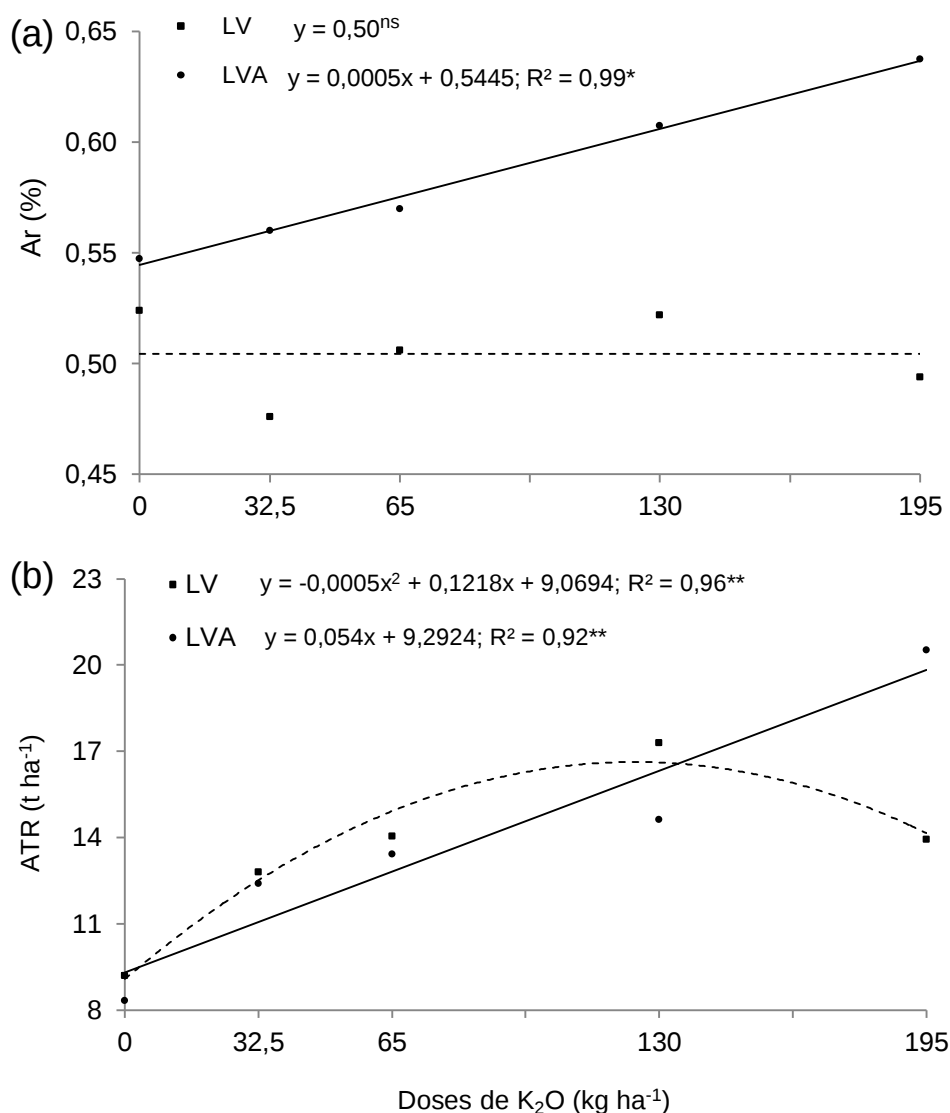


Figura 10 – Efeitos da aplicação de potássio no teor de AR (a) e ATR (b) aos 12 meses após o brotamento da soqueira de cana-de-açúcar. LV = Latossolo Vermelho distroférico típico, textura muito argilosa, LVA = Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura média. <sup>ns</sup>, \* e \*\* - não significativo a 5% e significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

De maneira semelhante, vários trabalhos na literatura também evidenciam a ausência de efeito significativo na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, em função da adubação potássica (LANA et al., 2004; MAEDA, 2009; UCHÔA et al., 2009; SILVA, 2010 e PANCELLI, 2011).

### 3.4. Conclusões

A aplicação de potássio aumentou o teor do nutriente no solo e na planta, e refletiu na produção de colmos e do ATR da segunda soqueira da cana-de-açúcar, nos dois solos estudados (LV e LVA).

A aplicação de potássio em solo de textura muito argilosa promoveu maior produção (107,5 t ha<sup>-1</sup>) com o uso de 123 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, entretanto no solo de textura média, a maior produção (132,9 t ha<sup>-1</sup>) ocorreu com dose de 195 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

### 3.5. Referências

ARGENTON, P. E. **Influências das variáveis edafoclimáticas e de manejo no rendimento de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) na região de Piracicaba, São Paulo**. 2006. 109 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2006.

BALL-COELHO, B.; TIESSEN, H.; STEWART, J. W. B.; SALCEDO, I. H.; SAMPAIO, E. V. S. B. Residue management effects on sugarcane yield and soil properties in Northeastern Brazil. **Agronomy Journal**, v. 85, n. 1, p. 1004-1008, 1993.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JR, W. **AgroEstat – Sistema de análises estatísticas de ensaios agronômicos**, Versão 1.0, Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2012.

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).

BENITES, V. M.; CARVALHO, M. C. S.; RESENDE, A. V.; POLIDORO, J. C.; BERNADI, A. C. C.; OLIVEIRA, F. A. Potássio, cálcio e magnésio. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. (Eds.) **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes: nutrientes**. Piracicaba: IPNI, 2010. p. 137-191.

CANTARELLA, H. Aplicação de nitrogênio em sistema de cana-crua. **STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 16, n. 1, p. 21-22. 1998.

CHAVES JUNIOR, G. T. **Influência do clima na produtividade da cana-de-açúcar**. 2011. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Biocombustíveis), FATEC, Araçatuba, 2011.

COELHO, F. S.; VERLENGIA, F. **Fertilidade do solo**. 2. ed. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. 384 p.

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

DANTAS NETO, J.; FIGUEIREDO, J. L. C.; FARIAS, C. H. A.; AZEVEDO, H. M.; AZEVEDO, C. A. V. Resposta da cana-de-açúcar, primeira soca, a níveis de irrigação e adubação de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 2, p. 283-288, 2006.

EL-TILIB, M. A.; ELNASIKH, M. H.; ELAMIN, E. A. Phosphorus and potassium fertilization effects on growth attributes and yield of two sugarcane varieties grown on three soil series. **Journal of Plant Nutrition**, v. 27, n. 4, p. 663–699, 2004.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2006. 412 p.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H. V.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 551-594.

ESPIRONELLO, A.; GALLO, J. R.; LAVORANTI, A.; IGUE, T.; HIROCE, R. Efeitos da adubação NPK nos teores de macronutrientes das folhas de cana-de-açúcar (cana-soca). **Bragantia**, v. 45, n. 2, p. 377-382, 1986.

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Piracicaba: USP. 1975, 344 p.

FELIPE, D. C. **Produtividade da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) submetida a diferentes épocas de plantio e a adubação mineral**. 2008. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2008.

FELTRIN, M. S.; LAVANHOLI, M. G. D. P.; SILVA, H. S.; PRADO, R. M. Adubação potássica na produtividade da soqueira de cana-de-açúcar colhida sem queima. **Nucleus**, v. 7, n. 1, p. 307-314, 2010.

FLORES, R. A.; PRADO, R. M.; ALMEIDA, H. J. Nutrição potássica no desenvolvimento inicial da soqueira de cana-de-açúcar cultivada em Jaboticabal-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., 2011, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011. 4 p.

FLORES, R. A.; PRADO, R. M.; POLITI, L. S.; ALMEIDA, T. B. F. Potássio no desenvolvimento inicial da soqueira de cana-crua. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 1, p. 106-111, 2012.

JARRELL, W. M.; BEVERLY, R. B. The dilution effect in plant nutrition studies. **Advances Agronomy**, v. 34, n. 1, p. 197-224, 1981.

KORNDÖRFER, G. H.; OLIVEIRA, L. A. O potássio na cultura da cana-de-açúcar. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L. (Eds.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2005. p. 469-490.

KUMAR, S.; RANA, N. S.; CHANDRA, R.; SANDEEP, K. Effect of phosphorus and potassium doses and their application schedule on yield, juice quality and nutrient use efficiency of sugarcane-ratoon crop sequence. **Journal of the Indian Society of Soil Science**, v. 55, n. 4, p. 122-142, 2007.

LANA, R. M. Q.; ZANÃO JÚNIOR, L. A.; KORNDÖRFER, G. H.; MACIEL JÚNIOR, V. A. Parcelamento da adubação potássica na cana-planta. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 23, n. 2, p. 28-31, 2004.

LEITE, R. L. **Cultivares de cana-de-açúcar em solos da região norte do estado do Tocantins**. 2007. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical), Universidade Federal do Tocantins, Araguaina, 2007.

MAEDA, A. S. **Adubação nitrogenada e potássica em socas de cana-de-açúcar com e sem queima em solos de cerrado**. 2009. 110 f. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2009.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Ceres, 1980. 215 p.

MALAVOLTA, E. Importância da adubação na qualidade dos produtos – função dos nutrientes na planta. In: SÁ, M. E.; BUZZETI, S. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo, Editora Ícone, 1994. p. 19-44.

MARIN, F. R. Cana-de-açúcar: clima. CNPTIA/EMBRAPA. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG0110\\_711200516716.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG0110_711200516716.html). Acesso em: 27 de Agosto de 2012.

MIELNICKZUK, J. Avaliação da resposta das culturas ao potássio em ensaios de longa duração: Experiências brasileiras. In: YAMADA, T.; MUZZILLI, O.; USHERWOOD, N. R., (Eds.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba, Instituto da Potassa e Fosfato, 1982. p. 289-303.

OLIVEIRA, M. W.; TRIVELIN, P. C. O.; GAVA, G. J. C.; PENATTI, C. P. Degradação da palha de cana-de-açúcar. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 4, p. 803-809, 1999.

PANCELLI, M. A. **Nutrição potássica e produção da soqueira de cana-de-açúcar no sistema de cana crua**. 2011. 32 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2011.

PRADO, R. M.; FLORES, R. A.; VIDAL, A. A.; ALMEIDA, H. J. Nutrição potássica no desenvolvimento inicial da soqueira de cana-de-açúcar cultivada em Assis-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., 2011, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011. 4 p.

RAIJ, B. van. Avaliação do estado nutricional das plantas. In: RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. p. 157-171.

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

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H. Outras culturas industriais. In: RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC/Fundação IAC, 1997. p.233-244.

ROSSETTO, R.; SPIRONELLO, A.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. Calagem para a cana-de-açúcar e sua interação com a adubação potássica. **Bragantia**, v. 63, n. 1, p. 105-119, 2004.

SEGATO, S. V.; ALONSO, O.; LAROSA, G. Terminologias no setor sucroalcooleiro. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. p. 397-415.

SHUKLA, S. K.; YADAV, R. L.; SINGH, P. N.; SINGH, I. Potassium nutrition for improving stubble bud sprouting, dry matter partitioning, nutrient uptake and winter initiated sugarcane (*Saccharum* spp. hybrid complex) ratoon yield. **European Journal of Agronomy**, v. 30, n. 1, p. 27-33, 2009.

SILVA, A. B.; NETO, J. D.; FARIAS, C. H. A.; AZEVEDO, C. A. V.; AZEVEDO, H. M.; Rendimento e qualidade da cana-de-açúcar irrigada sob adubações de nitrogênio e potássio em cobertura. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 236-241, 2009.

SILVA, F. C.; MURAOKA, T.; CASTRO, P. R. C.; TAVARES, S.; TRIVELIN, P. C. O.; BROSSI, M. J. L.; PACKER, J. V. D.; SANTOS, M. B. Avaliação da adubação com nitrogênio e potássio em soqueiras de cana-de-açúcar sem queima. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Campinas: Embrapa, 2007. 32 p.

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. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2010.

SPIRONELLO, A.; RAIJ, B. van; PENATTI, C. P.; CANTARELLA, H.; MORELLI, J. L.; ORLANDO FILHO, J.; LANDELL, M. G. A.; ROSSETTO, R. Cana-de-açúcar. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Fundação IAC, 1997. p. 237-239. (Boletim Técnico, 100).

STEWART, M. J. **Potassium and sugarcane**. Durban: South African Sugar Industry Agronomists Association, 1969. 15 p. (Review Paper, 5).

TEIXEIRA, C. D. **Adubação nitrogenada e potássica em cana-soca, em dois solos do estado do Paraná**. 2005. 56 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

TRIVELIN, P. C. O.; VICTORIA, R. L.; RODRIGUES, J.C. Aproveitamento por soqueira de cana-de-açúcar de final de safra do nitrogênio da aquamônia-<sup>15</sup>N e aplicado ao solo em complemento à vinhaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 12, p. 1375-1385, 1995.

UCHÔA, S. C. P.; ALVES JÚNIOR, H. O.; ALVEZ, J. M. A.; MELO, V. F.; FERREIRA, G. B. Resposta de seis cultivares de cana-de-açúcar a dose de potássio em ecossistema de cerrado em Roraima. **Ciências Agronômicas**, v. 40, n. 4, p. 505-513, 2009.

WERLE, R.; GARCIA, R. A.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 52, n. 6, p. 2297-2305, 2008.

## **CAPÍTULO 4 – Considerações finais**

Os resultados obtidos neste estudo aumentaram o conhecimento sobre o comportamento da soqueira de cana-de-açúcar com colheita sem despalha a fogo. De modo geral, nos dois primeiros anos de condução dos estudos, não foi possível reduzir a recomendação de adubação potássica para a soqueira da cana-de-açúcar em relação à atual utilizada para o Estado de São Paulo. Esse fato se dá uma vez que, as maiores produções foram obtidas com o uso de doses próximas às recomendadas no sistema de colheita com despalha a fogo ( $130 \text{ kg ha}^{-1}$  para uma produção de colmos estimada entre  $80\text{-}100 \text{ t ha}^{-1}$  nas soqueiras).

Comparando os dois tipos de solos avaliados, observa-se que o Latossolo Vermelho distroférrico típico, com textura argilosa foi mais responsivo à aplicação de potássio no solo em relação ao Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, com textura média, tanto na primeira quanto na segunda soqueira da cana-de-açúcar.

No entanto, os desafios atuais estão em ampliar os estudos em soqueiras de cana-de-açúcar, no que diz respeito à adubação mineral potássica em sistema de colheita sem despalha a fogo, de modo a aumentar o aproveitamento de nutrientes, em especial o potássio, disponibilizado através da decomposição dos resíduos orgânicos depositados na superfície do solo.

Contudo, para que seja possível uma recomendação de adubação mais ajustada e/ou precisa deve-se levar em conta todos os fatores, principalmente as condições edafoclimáticas (temperatura e precipitação), uma vez que, existe uma dúvida se a resposta da soqueira de cana à aplicação de potássio poderia ser diferente em função das condições edafoclimáticas. É importante respeitar esse fator para melhorar o sistema de recomendação de adubação. Desta forma, a ampliação no tempo de avaliação e em regiões distintas (tipos de solo, clima, cultivares) são necessárias para maior precisão nos resultados, e possível redução na recomendação de adubação potássica em soqueiras de cana-de-açúcar.