

JUAN CAMILO REY SANDOVAL

**EFICIÊNCIA DE USO DE POTÁSSIO AO LONGO DO DESENVOLVIMENTO  
DE GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR VISANDO À SELEÇÃO PRECOCE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2017

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T

R456e  
2017 Rey Sandoval, Juan Camilo, 1992-  
Eficiência de uso de potássio ao longo do desenvolvimento  
de genótipos de cana-de-açúcar visando à seleção precoce / Juan  
Camilo Rey Sandoval. – Viçosa, MG, 2017.  
ix, 59f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Inclui apêndice.

Orientador: Leonardo Duarte Pimentel.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Cana-de-açúcar - Melhoramento genético. 2. *Saccharum*  
*spp.* 3. Plantas - Efeito do potássio. 4. Minerais na nutrição.  
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia.  
Programa de Pós-graduação em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22 ed. 633.612

**JUAN CAMILO REY SANDOVAL**

**EFICIÊNCIA DE USO DE POTÁSSIO AO LONGO DO DESENVOLVIMENTO  
DE GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR VISANDO À SELEÇÃO PRECOCE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 22 de março de 2017.

---

Márcio Henrique Pereira Barbosa  
(Coorientador)

---

Leonardus Vergütz

---

Luís Cláudio Inácio da Silveira

---

Leonardo Duarte Pimentel  
(Orientador)

Dedico:

*A Deus, por dar-me a sabedoria e a força para superar esta etapa tão importante na minha vida.*

*À minha mãe **María** por todo seu amor, apoio, paciência e motivação para tornar hoje tudo isto possível.*

*À minha família, especialmente aos meus tios **Gladys** e **Hermínsul**, à minha irmã **Paola** e ao meu primo **Carlos** por me apoiarem e me darem a paz e tranquilidade no momento que mais a necessitei.*

*“A crise é a melhor benção que pode ocorrer com as pessoas e países, porque a crise traz progressos. A criatividade nasce da angústia, como o dia nasce da noite escura. É na crise que nascem as invenções, os descobrimentos e as grandes estratégias. Quem supera a crise, supera-se a si mesmo sem ficar ‘superado’”*  
– *Albert Einstein.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus pelas oportunidades e bençãos que me deu sempre.

Ao Brasil, por ter-me acolhido e recebido como um dos seus e ter me dado experiências maravilhosas tanto na minha vida profissional como pessoal.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realização da pós-graduação.

À Universidad del Tolima, minha “alma mater”, quem me deu as bases do conhecimento que me fizeram um profissional.

Ao PMGCA e ao CECA pelo financiamento do projeto de pesquisa.

Ao Professor Leonardo Duarte Pimentel, pela compreensão, confiança, amizade e por ter me ajudado a crescer como pessoa e como profissional sendo o melhor exemplo a seguir. A humildade e generosidade sua são excepcionais, nunca me esquecerei do seu apoio nos momentos mais críticos desta etapa.

Aos Professores, Márcio Henrique Pereira Barbosa, Hermínia E. P. Martinez, Anderson Barbosa Evaristo, Leonardus Vergütz, Paulo Geraldo Berger e Geraldo Andrade Araújo e ao pesquisador, Luís Cláudio I. Da Silveira, pelo incentivo, apoio, colaboração e aporte de novas ideias.

Aos amigos, Angélica F. de Barros, Vanessa A. Batista, Francisco de A. Lopes, Thaís P. Moreira, Elisângela Milagres, Edimaldo Júnior e demais funcionários da UFV e do CECA, pela valiosa ajuda na condução deste e outros trabalhos no “grupo sorgo”.

Aos amigos Adriana M. Olaya, Eduardo Jaramillo, Oscar Medina, Ximena Díaz, Fernando Fernandez, Cristian Oliveros, Evandro M. Biesdorf, Otto H. Dietrich, Brauly Martins Rocha e Gessimar N. Camelo pela companhia, risadas e conselhos que me fizeram sobrelevar as adversidades longe de casa e aos demais amigos que me acompanharam e apoiaram neste processo.

Em especial, à minha família, pois foi a que me criou e me ensinou os valores para tornar-me o homem que sou hoje. À minha mãe María, minha tia Gladys, minha irmã Paola, meu tio Hermínsul e meu primo Carlos, sem seu amor, conselhos e apoio infinito isto não teria sido possível.

## **BIOGRAFIA**

Juan Camilo Rey Sandoval, filho de Alejandro Rey Mora e María del Carmen Sandoval Trujillo, nasceu em 14 de junho de 1992 em Bogotá D. C., Colômbia.

Em 2014, graduou-se no curso de Agronomia na Universidad del Tolima, Tolima, Colômbia.

Em 2015, ingressou no programa de pós-graduação em Fitotecnia em nível de mestrado, concentrando suas atividades na área de “Nutrição Mineral e Adubação de Plantas” na Universidade Federal de Viçosa.

Defendeu sua dissertação em março de 2017.

## ÍNDICE

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 A cultura da cana-de-açúcar.....	4
2.2 Exigências edafoclimáticas, fisiologia da produção e nutrição da cana-de-açúcar.....	5
2.3 Produção de Biomassa e qualidade do caldo de cana-de-açúcar.....	6
2.4 Avaliação do <i>status</i> nutricional da cana-de-açúcar.....	7
2.5 Acúmulo de nutrientes pela cana-de-açúcar.....	7
2.6 Eficiência nutricional.....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
4. RESULTADOS.....	17
4.1 Estudo da eficiência de uso do potássio pelos genótipos de cana (considerando apenas a última avaliação).....	17
4.1.1 Efeito das doses de potássio.....	17
4.1.2 Efeito dos genótipos.....	19
4.1.3 Eficiência de uso de potássio para produção de matéria seca do colmo, tonelada de colmo industrializável por hectare e tonelada de sacarose aparente por hectare.....	23
4.2 Estudo do comportamento vegetativo dos genótipos para fins de seleção precoce.....	29
4.2.1 Correlações.....	29
5. DISCUSSÃO.....	32
5.1 Estudo da eficiência de uso do potássio pelos genótipos de cana (considerando apenas a última avaliação).....	32
5.1.1 Efeito das doses de potássio.....	32
5.1.2 Efeito dos genótipos.....	32
5.1.3 Eficiência de uso de potássio para produção de matéria seca do colmo, tonelada de colmo industrializável por hectare e tonelada de sacarose aparente por hectare.....	33
5.2 Estudo do comportamento vegetativo dos genótipos para fins de seleção precoce.....	35
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
7. ANEXOS.....	44

## RESUMO

REY, Juan Camilo Sandoval, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2017. **Eficiência de uso de potássio ao longo do desenvolvimento de genótipos de cana-de-açúcar visando à seleção precoce.** Orientador: Leonardo Duarte Pimentel. Coorientadores: Márcio Henrique Pereira Barbosa e Anderson Barbosa Evaristo.

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma planta cultivada em praticamente todas as regiões do Brasil, que é o maior produtor mundial. Cerca de 70% da produção brasileira de cana-de-açúcar concentra-se nos estados de São Paulo, Goiás e Minas Gerais. No entanto, para atender à demanda nacional e internacional de etanol, açúcar e bioeletricidade, novas áreas têm sido incorporadas ao sistema produtivo, especialmente as regiões do cerrado, cujos solos apresentam fertilidade natural baixa. Apesar de haver diversos estudos com manejo de K em cana-de-açúcar, pouca atenção tem sido dada à eficiência de uso deste insumo no melhoramento genético, que é o elemento mineral requerido em maior quantidade pela cultura. Objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência de uso de potássio em quatro genótipos ao longo do ciclo produtivo em função de cinco doses de K, e verificar se seria possível fazer seleção precoce para esta característica nas fases iniciais de desenvolvimento da cultura. Para isto, o experimento foi conduzido em condições de campo, onde foram avaliadas doses crescentes de potássio no solo e diferentes genótipos de cana-de-açúcar. Foram realizadas cinco avaliações ao longo do desenvolvimento da cultura, aos 5, 8, 10, 12 e 14 meses após o plantio. Foram avaliadas nas primeiras quatro fases: produção de matéria seca de parte aérea (MSPA), matéria seca do colmo (MSC), teor e acúmulo de nutrientes do colmo (TNC e ANC), eficiência de uso de potássio em função da produção de MSC e TPH ( $EUK_{MSC}$ ) e curva de acúmulo de sacarose ( $^{\circ}Brix$ ); na fase final foram avaliadas as mesmas variáveis sendo acrescentadas as análises tecnológicas feitas na industrialização da cana-de-açúcar e foi calculada a  $EUK$  em função da produção de sacarose aparente ( $EUK_{TPH}$ ). Posteriormente, foram comparados os índices de  $EUK_{MSC}$ , MSPA, MSC, TKC, AKC e  $^{\circ}Brix$  da última avaliação com as demais variáveis analisadas nas avaliações antecessoras por meio de correlações de Pearson. Verificou-se que o genótipo RB 92579 foi o mais eficiente no uso de K para MSC e TPH. Os genótipos RB 988082 e RB 867515 apresentaram valores intermediários para estas variáveis. Por outro lado, o RB 987935 foi o menos eficiente sendo superado pelo genótipo RB 92579 em 40 e 38% para MSC e TPH, respectivamente. Quanto à possibilidade de se fazer seleção precoce para  $EUK$ , observou-se que as correlações entre a  $EUK$  nas fases

iniciais foram intermediárias e altas, indicando que é possível fazer a seleção para esta característica antes do ciclo completo da cultura. Por outro lado, o teor de K no solo influencia a EUK dos genótipos, o que dificulta uma padronização do processo de seleção precoce. Conclui-se que o genótipo RB 92579 foi o mais eficiente no uso de K para MSC e TPH. A época e dose mais adequadas para se fazer seleção precoce de genótipos de cana-de-açúcar mais eficientes no uso de MSC é aos 8 meses após o plantio e sob condições de baixa disponibilidade de K no solo.

## ABSTRACT

REY, Juan Camilo Sandoval, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, march, 2017. **Potassium use efficiency throughout the development of sugarcane cultivars aiming to early selection.** Adviser: Leonardo Duarte Pimentel. Co-advisers: Márcio Henrique Pereira Barbosa and Anderson Barbosa Evaristo.

Sugarcane (*Saccharum spp.*) is a plant cultivated in almost all regions of Brazil, which is the largest producer in the world. About 70% of Brazilian sugarcane production is concentrated in the states of São Paulo, Goiás and Minas Gerais. However, to achieve the national and international demand for ethanol, sugar and bioelectricity, new areas have been incorporated into the production system, especially “cerrado” regions, where soils have low natural fertility. Although there are several studies with K management in sugarcane, little attention has been paid to the use efficiency of this nutrient in plant breeding, which is the mineral element required in greater quantity by the crop. This study aimed to assessing potassium use efficiency of four sugarcane cultivars throughout the productive cycle with five K doses and attempted to verify if it would be possible to make an early selection for this characteristic in the initial stages of crop development. For this, the experiment was planted in field conditions, where increasing potassium doses in the soil and four sugarcane cultivars were evaluated. Five evaluations were carried out during the development of the crop at 5, 8, 10, 12 and 14 months after planting. Since first until forth phases were evaluated: aboveground dry matter (ADM), stem dry matter (SDM), stem nutrient content and accumulation (SNC and SNA), stem potassium use efficiency for SDM ( $KUE_{SDM}$ ) and sucrose accumulation curve ( $^{\circ}$  Brix); In the final phase the same variables were evaluated increasing the technological analyzes made in the industrialization of sugarcane and it was calculated KUE for sucrose accumulation yield ( $KUE_{SAY}$ ). Subsequently, in the last phase was compared  $KUE_{SDM}$ , ADM, SDM, SKC, SKA and  $^{\circ}$  Brix with the other variables analyzed in the previous phases using Pearson correlations. RB 92579 cultivar was highlighted as more efficient cultivar for SDM and SAY. RB 988082 and RB 867515 cultivars showed intermediate values for these variables. On the other hand, RB 987935 cultivar was the less efficient being overcome by RB 92579 cultivar in 40 and 38% for SDM and SAY, respectively. Regarding the possibility of making early selection for KUE, it was observed that the correlations between the  $KUE_{SDM}$  in the initial stages were intermediate and high, indicating that it is possible to make the selection for this characteristic before the complete crop cycle. On the other hand, soil K

content influences the KUE cultivars, which makes it difficult to standardize the early selection process. It is concluded that RB 92579 cultivar was the most efficient in the use of K for SDM and SAY. The best stage and K dose to make early selection of sugarcane cultivars more efficient in  $KUE_{SDM}$  is at 8 months after planting and under conditions of low soil K availability.

## 1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma planta perene, de crescimento indeterminado. É cultivada em praticamente todas as regiões do Brasil, que é o maior produtor mundial. Cerca de 70% da produção brasileira de cana-de-açúcar concentra-se nos estados de São Paulo, Goiás e Minas Gerais (CONAB, 2016).

Para atender à demanda nacional e internacional de etanol, açúcar e novas fontes de energia renovável (biomassa e biocombustível) deverá ocorrer um crescimento anual na produção de cana-de-açúcar de no mínimo 4 e 10% para suprir as necessidades de açúcar e álcool, respectivamente (Carvalho e Stupiello, 2005; CONAB, 2016). Para atingir esse aumento na produção, observa-se que o setor tem se expandido para regiões de cerrado, cujos solos apresentam fertilidade natural baixa, acidez elevada, baixa capacidade de retenção de cátions (CTC), elevada fixação de fósforo e baixos teores de bases trocáveis, como o K (Tomaz *et al.*, 2003). Apesar de haver diversos estudos com manejo de e K em cana-de-açúcar, pouca atenção tem sido dada à eficiência de uso deste insumo no melhoramento genético, que é o elemento mineral requerido em maior quantidade pela cultura.

A cultura da cana-de-açúcar é a responsável aproximadamente de 13 % do total de fertilizantes consumidos anualmente no Brasil, com um total de 2,9 milhões de toneladas (Mt), inferior somente ao total consumido pelas culturas de soja (7,4 Mt) e milho (4,4 Mt) (ANDA, 2008). O principal fertilizante com K utilizado no Brasil é o KCl (Cloreto de Potássio), que contém aproximadamente 60 % de  $K_2O$ . A deficiência de potássio na planta afeta diretamente a produtividade do canavial e pode diminuir a qualidade da matéria prima, influenciando também nas características agroindustriais.

O K é o elemento aplicado em maior quantidade nos canaviais brasileiros, na ordem de 1,3 kg de K por t de colmo produzido. Considerando que o Brasil produz em média 700 Mt ano<sup>-1</sup> de cana, estima-se consumo anual aproximado de 1,5 Mt de cloreto de potássio ano<sup>-1</sup>, que é um insumo finito e importado de outros países. Devido à insuficiente produção interna e à grande demanda interna pelo produto, o Brasil situa-se no contexto mundial como grande importador, com cerca de 95% do potássio consumido, tendo como principais fornecedores a Bielorrússia, o Canadá, a Alemanha, Israel e a Rússia (DNPM, 2016). Isto coloca à agricultura brasileira, especialmente ao setor sucroenergético, em vulnerabilidade econômica e ambiental.

Por outro lado, trabalhos têm mostrado que o potencial teórico de produção da cana-de-açúcar é de aproximadamente  $380 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  (Waclawovsky *et al.*, 2010), o que permite concluir que grande parte do seu potencial produtivo não está sendo completamente explorado, tanto em relação aos fatores genéticos quanto às práticas culturais feitas pelos produtores, inclusive a nutrição mineral.

Embora o Brasil seja o maior produtor mundial de cana-de-açúcar a produtividade média dos canaviais é baixa,  $76 \text{ t ha}^{-1}$ , conforme dados da safra 2016/2017 (CONAB, 2016). A baixa produtividade pode ser atribuída a vários fatores, como: idade do canavial, fitossanidade, manejo e ambiente de produção, que está relacionado à localização geográfica das regiões canavieiras. Muitos canaviais localizam-se no cerrado, onde os solos, em geral, são altamente intemperizados, com grau médio de acidez, níveis tóxicos de alumínio e baixa disponibilidade de nutrientes, especialmente P e K, além da maior frequência de déficit hídrico. Nestes ambientes, são necessárias elevadas doses de fertilizantes para se obter produção economicamente viável.

Para alterar este panorama de baixa produtividade podem-se estabelecer duas estratégias, a primeira é a melhoria do ambiente através da aplicação de insumos agrícolas, principalmente nutrientes minerais, o que acarretará em custos de produção mais elevados, e a segunda é desenvolvimento de cultivares mais adaptadas e com maior eficiência de uso dos nutrientes, o que certamente proporcionará maior equilíbrio ambiental devido à redução na utilização de produtos químicos e menor custo de produção (Silveira, 2013).

Os clones cultivados de cana-de-açúcar são híbridos obtidos por criterioso trabalho de seleção e melhoramento genético entre as espécies já conhecidas, fazendo com que características desejáveis sejam agrupadas por meio de cruzamentos controlados (Martins, 2004). Apesar do grande avanço alcançado pela Rede Interuniversitária para Desenvolvimento do Setor Sucroenergético (RIDESA) no desenvolvimento de novas cultivares, ainda existe uma carência no desenvolvimento de estratégias de melhoramento direcionadas para condições específicas, como as condições de estresse abiótico, como tolerância à seca e a baixa fertilidade do solo. Estes são considerados os principais fatores que contribuem para os baixos rendimentos, principalmente nos pequenos produtores que tem níveis tecnológicos inferiores com acesso escasso a fertilizantes e irrigação (Lynch, 2012).

Diante deste cenário, é imprescindível manter a sustentabilidade do ambiente explorado, e para isto é necessário conhecer cultivares que apresentem uma alta eficiência de absorção e utilização dos nutrientes aplicados aos solos, visando reduzir custos de

produção, evitar a degradação dos recursos ambientais e aumentar o rendimento das culturas (Kolchinski e Schuch, 2003).

Por se tratar de uma planta perene, estratégias de seleção precoce poderiam alavancar este processo de seleção de materiais genéticos mais eficientes no uso do K. Para isso, é preciso analisar a eficiência de uso de K entre as fases iniciais de desenvolvimento e as fases finais (na colheita) a fim de verificar se há representatividade nas amostragens para tomada de decisão. Kist *et al.* (2015), estudando eficiência de uso de P em cana, verificou que existe uma variabilidade quanto a esta característica, permitindo assim que alguns genótipos possam ser utilizados como possíveis genitores para estudos de herança de caracteres relacionados com a tolerância à disponibilidade do nutriente no solo.

Neste sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência de uso de potássio em quatro genótipos de cana-de-açúcar ao longo do ciclo produtivo e verificar se seria possível fazer seleção precoce para esta característica nas fases iniciais de desenvolvimento da cultura.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A cultura da cana-de-açúcar

- Histórico e importância econômica

As espécies que deram origem às cultivares atuais de cana-de-açúcar são oriundas do Sudeste asiático. A origem da espécie *Saccharum officinarum*, por exemplo, está intimamente associada à atividade humana, pois ela tem sido cultivada desde a pré-história. Acredita-se que o centro de origem de *S. officinarum* seja a Melanésia (Oceania), onde ela foi domesticada e depois disseminada pelo homem por todo o Sudeste asiático. A região tornou-se centro de diversidade, tendo como núcleo, Papua Nova Guiné e Java (Indonésia), regiões onde a maior parte das espécies foi coletada a partir do final de 1800 (CIB, 2016). A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) pertence à família das gramíneas, tem características o caule lenhoso, preenchido por um tecido esponjoso doce onde o açúcar é armazenado. Sua altura pode exceder os dois metros; possui grandes folhas, flores roxas e sem pelos em panículas piramidais.

A cultura da cana-de-açúcar sempre foi muito importante para a economia brasileira. As primeiras mudas de cana chegaram ao Brasil por volta de 1500 ao nordeste do país e foi ali onde a cana-de-açúcar começou a ser um dos principais produtos agrícolas do Brasil, que é o maior produtor mundial da cultura (CIB, 2016).

O Brasil é o maior produtor mundial, com uma produção estimada em 694,5 milhões de toneladas de cana-de-açúcar (CONAB, 2016). A área cultivada no Brasil com cana-de-açúcar que deverá ser colhida e destinada à atividade sucroalcooleira na safra 2016/17 é de 9.110,9 mil hectares (CONAB, 2016). Esta cultura é de grande importância econômica para o Brasil, pois faz parte do setor mais antigo da agroindústria do país. Essa importância se deve aos múltiplos usos da cana-de-açúcar, principalmente como açúcar, álcool e mais recentemente como produtora de bioeletricidade por meio da queima do bagaço.

O Brasil apresenta uma grande diversidade edafoclimática nas suas diversas regiões, característica que faz possível a colheita de safras alternadas e com isto a sustentação do mercado de cana-de-açúcar durante o ano todo. A cana e os seus subprodutos geram aproximadamente 18% da energia produzida no país e são a segunda fonte de energia primária da matriz energética do mesmo (CONAB, 2012).

A RIDESA, a qual é uma das responsáveis pelo potencial de produção tem uma parceria público-privada entre Universidades e Usinas para o desenvolvimento de

cultivares, essa parceria tem tido muito sucesso no objetivo imposto e que pode ser comprovado pela grande utilização dos cultivares RB (RIDESA BRASIL) desenvolvidos por parte dos produtores, tal uso desses cultivares corresponde a aproximadamente 60% da área cultivada com cana-de-açúcar no Brasil (Barbosa *et al.*, 2012).

## **2.2 Exigências edafoclimáticas, fisiologia da produção e nutrição da cana-de-açúcar.**

Vários fatores influenciam a produtividade da cana-de-açúcar como a disponibilidade de água no solo, clima, solo, o uso de uma variedade com alto potencial produtivo, manejo da cultura, entre outros (Santos e Borém, 2016). A cana-de-açúcar utiliza entre 148 e 300 g de água para produzir 1g de matéria seca, a necessidade hídrica da mesma é de 1.500 a 2.500 mm por ciclo vegetativo (Doorenbos e Kassam, 1979) seguidos por um período de seca para a maturação da planta e o acúmulo de sacarose. A temperatura ótima na qual a cultura se desenvolve encontra-se na faixa de 25-30 °C; a umidade relativa (UR) deve estar em torno de 80-85% durante o período vegetativo e de 45-65% durante a maturação; a cana cresce bem em áreas que recebem energia solar de 18-36 MJ/m<sup>2</sup>; devido ao fato de ser uma planta C4, a cana tem altas taxas fotossintéticas e possui uma alta eficiência na utilização de CO<sub>2</sub> (gás carbônico) (NETAFIM, 2016).

A cana-de-açúcar é cultivada em diferentes tipos de solos, e é pouco sensível aos fatores determinantes da acidez do solo, como a acidez ativa, saturação por bases, saturação por Al<sup>+3</sup> e acidez trocável, desde que o solo possua teores satisfatórios de cálcio ( $\geq 1,0 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ ) e magnésio ( $\geq 0,4 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ ) (Benedini, 2004).

A deficiência de potássio na planta afeta a produtividade do canavial e pode diminuir a qualidade da matéria prima, influenciando nas características agroindustriais. Pérez e Melgar (2000) constataram que a aplicação de doses de potássio resultou em aumentos significativos na produtividade e na quantidade de açúcar em Andisols e Entsoils (Neossolo Flúvico) quando o K disponível encontrava-se menor que 102 mg dm<sup>-3</sup>. Moura *et al.* (2005) verificaram o efeito do balanço entre doses de N e K (236 kg ha<sup>-1</sup> de N e 222 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) na adubação da cana-de-açúcar, tendo alcançado incrementos de 58% na produtividade de colmo, de 5,7 t ha<sup>-1</sup> de açúcar e de 3,95 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de álcool em relação à dose 44 kg ha<sup>-1</sup> de N e 41 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Rossetto *et al.* (2004) obtiveram resposta linear da cana-de-açúcar a adubação potássica em sete de dez avaliações envolvendo solos e variedades de cana-de-açúcar; a dose de 140 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O elevou a produção de açúcar

em 2,8 t ha<sup>-1</sup>. Duarte Júnior e Coelho (2008) verificaram que o teor médio de 12 g kg<sup>-1</sup> de potássio foliar justificou o incremento de produtividade de 37% em relação à cana-de-açúcar com 8 g kg<sup>-1</sup> de K na folha, assim como o aumento de 7% no teor de fibra.

O nitrogênio, depois do potássio, é o elemento mais absorvido pela cana-de-açúcar, mas baseando-se em resultados de experimentos de adubação mostrados por Azeredo *et al.*(1986) e de fixação biológica do N<sub>2</sub> (Urquiaga *et al.*,1992), alguns pesquisadores questionam a necessidade da adubação nitrogenada na cana-planta. O fósforo e o potássio são também usados nas adubações. Quanto ao P, grande parte das lavouras de cana-de-açúcar encontram-se em solos altamente intemperizados e com baixa disponibilidade de fósforo (César *et al.*, 1987; Rajj *et al.*, 1997; Novais e Smith, 1999; Machado *et al.*, 2003). A baixa disponibilidade de P limita tanto o crescimento como o desenvolvimento da cultura quanto à produção de sacarose devido à sua participação no processo de divisão celular e energético da planta, também influencia na absorção e o metabolismo de vários outros nutrientes (Malavolta, 1989, Novais e Smith, 1999; Machado *et al.*, 2003) e efeito na qualidade do caldo (César, *et al.* 1987; Machado *et al.*, 2003).

### **2.3 Produção de biomassa e qualidade do caldo de cana-de-açúcar**

A produtividade média de matéria fresca da parte aérea de cana-de-açúcar no Brasil varia entre 70 e 100 ton ha<sup>-1</sup>. No entanto, se for implementada uma escolha adequada de cultivares e um bom manejo de adubação e calagem, podem-se alcançar produtividades superiores a 150 ton ha<sup>-1</sup> (Dias *et al.*, 1999; Oliveira *et al.*, 2001). Dessa matéria fresca, o teor de matéria seca oscila entre 24 e 32%, desta maneira, a matéria seca da parte aérea pode ultrapassar as 50 t ha<sup>-1</sup> (Barbosa *et al.*, 2002). Os colmos industrializáveis são os componentes de maior valor econômico da cultura por conterem a maior massa de açúcares da planta e correspondem a 80% do total da biomassa (Robertson *et al.*, 1996).

Os colmos são constituídos de caldos e sólidos insolúveis em água. O caldo contém água e sólidos solúveis (°Brix), característica que representa os açúcares, sendo estes representados pela sacarose aparente (PCC). Como complemento, a parte denominada como sólidos insolúveis em água é chamada de fibra. Os teores de °Brix, PCC e fibra podem variar durante o período de maturação da cana, sendo esses valores 18 a 25; 15,5 a 24 e 10 a 16%, respectivamente. A pureza do caldo é obtida a partir do quociente do percentual de sacarose pelo teor de sólidos solúveis. Para padronizar a expressão da produtividade da cana-de-açúcar e sacarose, criaram-se os termos TCH e TPH, que

representam a tonelada de colmos industrializáveis por hectare e a tonelada de sacarose aparente por hectare (que é resultado do produto do TCH pela PCC), respectivamente. Os valores destas características de produtividade oscilam de 92 a 154 e de 16,73 a 19,71, para TCH e TPH, respectivamente.

## **2.4 Avaliação do *status* nutricional da cana-de-açúcar**

O *status* nutricional da cana-de-açúcar influencia as taxas fotossintéticas e o metabolismo da sacarose, dentre outros processos (Allison *et al.*, 1997; Meinzer e Zhu, 1998) tendo efeitos na produtividade, longevidade e portanto lucratividade do canavial (Malavolta *et al.*, 1997; Demattê, 2005). Existem diferentes opções para avaliar o estado nutricional da planta com o objetivo de prever a necessidade de adubação, uma dessas opções é a diagnose foliar (Orlando Filho e Zambello Jr., 1983; Malavolta *et al.*, 1997; Fontes, 2001).

Estudos feitos por Malavolta *et al.* (1997), mostram que a diagnose foliar da cana-de-açúcar é muito bem representada quando se amostra a terceira folha com a aurícula visível (folha <sup>+3</sup>). Apesar da divergência quanto à folha que deve ser amostrada existe um consenso entre a maioria dos pesquisadores de que se deve coletar o terço médio da folha, descartando-se a nervura principal, visto que as concentrações de nutrientes no limbo foliar refletem melhor o estado nutricional da planta (Gallo *et al.*, 1968; Orlando Filho e Zambello Jr., 1983; Trani *et al.*, 1983; Korndorfer e Alcarde, 1992, Malavolta *et al.*, 1997). Alguns desses autores definiram faixas adequadas em relação aos teores foliares de nutrientes, enquanto outros citaram níveis críticos. Reunindo os valores apresentados por Marinho e Albuquerque (1979), Trani *et al.* (1983), Espironelo *et al.* (1986), Korndorfer e Alcarde (1992), Raji *et al.*, (1996), Malavolta *et al.*, (1997), Prado *et al.*, (2001, 2002) e Reis Jr., Monnerat (2003) e Kist *et al.*, (2015), pode-se afirmar que a cana está bem nutrida quando seus teores foliares de N, P, K, Ca e Mg situam-se, respectivamente, entre: 13,4 e 22,0; 1,2 e 3,0; 10,8 e 15,0; 2,9 e 10,0; 2,0 e 3,0 g kg<sup>-1</sup>.

## **2.5 Acúmulo de nutrientes pela cana-de-açúcar**

A cana-de-açúcar, por produzir elevada quantidade de massa, acumula grande quantidade de nutrientes. Esse acúmulo é influenciado por diversos fatores tais como as características morfológicas e fisiológicas do sistema radicular, a aeração do solo, a

disponibilidade de água e de nutrientes no solo assim como as condições térmicas (Vitti e Mazza, 2002; Demattê, 2005; Vasconcelos e García, 2005).

Trabalhos conduzidos por Barbosa *et al.*, (2002), Coleti *et al.* (2002), Oliveira *et al.*, (2002a), Machado *et al.*, (2003) e Kist *et al.*, (2015), com cultivares atualmente mais plantadas, mostram que o acúmulo de nutrientes na parte aérea variou de 145 a 271; 16 a 50; 232 a 429; 11 a 132 e 13 a 65 kg ha<sup>-1</sup>, para N, P, K, Ca e Mg, respectivamente. Ainda com base nos trabalhos de Barbosa *et al.* (2002) e de Oliveira *et al.* (2002a), pode-se verificar que a quantidade de nitrogênio, fósforo e potássio extraída por tonelada de matéria fresca acumulada na parte aérea foi de 1,2; 0,30 e 1,5 Kg, respectivamente, valores também relatados por Raij *et al.*, (1997), Coleti *et al.* (2002) e Vitti e Mazza (2002).

## 2.6 Eficiência nutricional

Embora as cultivares de uma mesma espécie apresentem capacidades similares na absorção ou no acúmulo de um determinado nutriente, existe uma grande diferença entre eles na produção de biomassa, resultante de diferenças na eficiência nutricional (Eberhardt, 1999). Segundo Marschner (1995), a eficiência nutricional ocorre por diferentes fatores, dentre os quais estão a absorção, transporte e a utilização dos nutrientes pela planta. Amaral (2002), afirma que as diferenças genotípicas envolvidas na nutrição mineral de plantas podem ser explicadas por características morfológicas e fisiológicas relacionadas à absorção de nutrientes, características como o diâmetro e comprimento de raiz, a formação de pelos radiculares e a relação superfície de raiz/unidade de peso da parte aérea. As características fisiológicas incluem fatores que descrevem a cinética de absorção, como  $I_{max}$  (taxa máxima de influxo líquido),  $K_m$  (constante de Michaelis-Mentem) e  $C_{min}$  (concentração mínima abaixo da qual não mais ocorre influxo líquido).

O estudo da eficiência nutricional na cultura da cana-de-açúcar é de extrema importância, pois os solos tropicais, em geral, possuem baixa capacidade de fornecimento dos nutrientes minerais às plantas. Fageria *et al.* (1982) e Martinez *et al.* (1993) observaram que a avaliação da eficiência nutricional pode levar à diferenciação de cultivares, de modo que existe a possibilidade de selecionar cultivares adaptadas a diferentes condições de fertilidade do solo. Desde um ponto de vista nutricional, um genótipo eficiente é aquele que cresce, desenvolve e produz em condições de baixo suprimento de nutrientes pelo solo, e assim, comparativamente a outras cultivares, tem

maior capacidade de absorver os nutrientes necessários e utilizá-los na produção de biomassa (Furlani *et al.*, 1984).

A eficiência nutricional pode ser calculada pelo coeficiente de utilização biológico (CUB), que consiste na razão entre a massa de matéria seca (MS) e o acúmulo de nutrientes (AN). Entretanto, segundo Siddiqi e Glass (1981), a relação de eficiência nutricional deve estar sempre relacionada com a produção, para não incorrer em erro de selecionar cultivares com alta relação de eficiência nutricional e baixa produção. Para tanto, Siddiqi e Glass (1981) sugerem o índice de eficiência nutricional (IEN)= MS/Teor, em que MS é a massa de matéria seca da planta e teor é a concentração do nutriente na planta. Por outro lado, a seleção de cultivares com elevada eficiência nutricional pode ser conduzida, consideram-se simultaneamente o índice CUB e a produção de matéria seca.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Experimentação Diogo Alves de Melo, Gleba Aeroporto, pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG. As coordenadas geográficas 20°46' de latitude Sul e 45°52' de longitude Oeste, a uma altitude de aproximadamente 650 m. A condução do experimento foi entre os meses de junho de 2015 (época de inverno) e agosto de 2016. O clima da região é subtropical úmido com inverno seco e verão quente, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, com temperatura média anual de 21°C e precipitação pluvial média anual de 1.200 mm. As condições ambientais durante a condução do experimento estão descritas na Figura 1, o experimento foi plantado em um solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distroférico (EMBRAPA, 2013), cujas propriedades físico-químicas estão expressas na Tabela 1.

No preparo do solo foi realizada uma dessecação prévia com intuito de reduzir propágulos de gramíneas na área, utilizando mistura de glifosato e 2,4 D. Posteriormente, o solo foi arado, gradeado e sulcado para realização do plantio. Pelo fato da saturação por bases do solo no momento da implantação do experimento estar acima de 60% não foi necessária a aplicação de corretivo de acidez (Raij *et al.*, 1996; Oliveira, 2004b; Demattê, 2005). Foi feita adubação de plantio com P utilizando-se 112 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> cujo produto comercial foi o superfosfato simples em todos os tratamentos, aplicado no fundo do sulco do plantio. A adubação potássica foi realizada no plantio de acordo com os tratamentos: 0 (concentração no solo); 92; 188; 284 e 381 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, utilizando o fertilizante cloreto de potássio nas dosagens 0; 153; 313; 474 e 635 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, equivalentes a 62; 100; 140; 180 e 220 mg dm<sup>-3</sup> de K no solo. Não foi feita adubação nitrogenada no experimento devido à capacidade de fixação biológica da cultura. Como medida fitossanitária preventiva, foi feita uma aplicação de fungicida no fundo do sulco para prevenir doenças causadas por fungos devido às condições climáticas (inverno) utilizando o princípio ativo Piraclostrobina, produto comercial Comet na dosagem de 0,4 L ha<sup>-1</sup>.

Figura 1. Média diária da umidade relativa do ar, temperatura máxima média e temperatura mínima média diárias durante o período de condução do experimento, 25/06/2015 a 27/08/2016, DFT/UFV, Viçosa, MG.

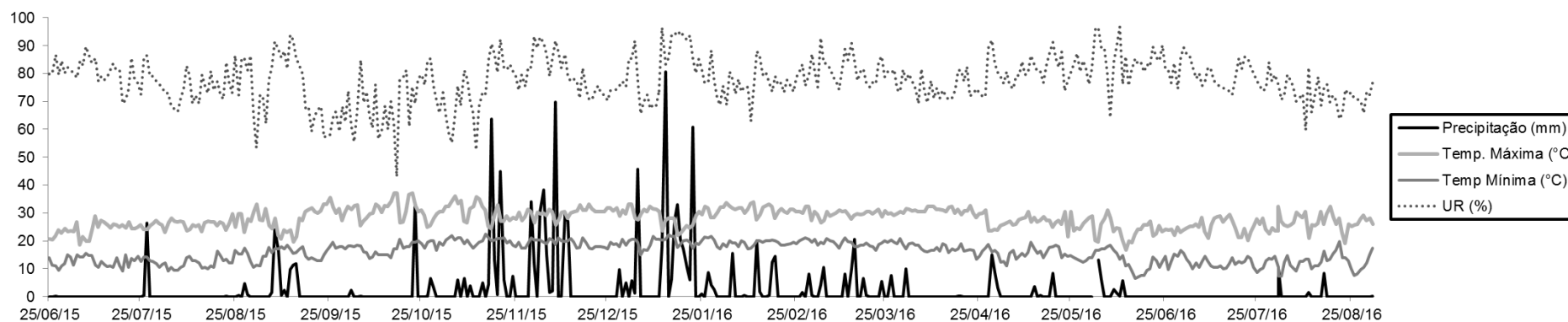


Tabela 1. Características físico-químicas do solo do experimento de eficiência de uso de potássio de quatro genótipos de cana-de-açúcar em função de doses crescentes de K, DFT/UFV, Viçosa, MG.

	pH	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	SB	CTC (t)	CTC (t)	V	m	MO	P-rem
	(H <sub>2</sub> O)		(mg/dm <sup>3</sup> )					cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>			%		(mg/L)
0-20 cm	5,56	10	62	4,73	1,44	0,0	6,33	6,33	10,43	60,7	0,0	3,36	33,3
20-40 cm	5,35	8,1	46	4,50	1,35	0,0	5,97	5,97	10,27	58,1	0,0	3,36	30,2
		Cu	Mn	Fe	Zn	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Classificação Textural			
		(mg/dm <sup>3</sup> )				kg/kg							
0-20 cm		2,96	45,3	139,6	5,66	0,078	0,065	0,201	0,657	Muito argilosa			
20-40 cm		3,17	31,2	146,5	5,31	0,075	0,075	0,172	0,678	Muito argilosa			

Dados: pH em água; P – K – Na – Fe – Zn – Mn – Cu – Extrator Mehlich 1; Ca – Mg – Al – Extrator: KCl – 1 mol/L; H + Al – Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L – pH 7.0; SB = Soma de Bases Trocáveis; CTC (t) – Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; CTC (T) – Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V = Índice de Saturação de Bases; m = Índice de Saturação de Alumínio; Mat. Org. (MO) – Oxidação: Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 4N + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10N; P-rem = Fósforo Remanescente

A densidade de plantio foi de aproximadamente 18 gemas m<sup>-1</sup> de sulco, no espaçamento de 1,4 metros entre linhas de plantio. Para isso, o material propagativo (colmos) foi previamente selecionado e individualizado com o número de gemas a serem utilizadas por parcela (Figura 2). Em seguida, distribuíram-se os colmos dentro do sulco onde foram picados em toletes de 3 a 4 gemas e cobertos com uma camada de terra de aproximadamente 10 cm de altura, devido à ausência de chuvas implementou-se um sistema de irrigação por aspersão durante os primeiros meses de condução do experimento.

As cultivares de cana-de-açúcar estudadas foram: RB 987935, RB 92579, RB 867515 e RB 988082, pertencentes ao Banco de Germoplasma do Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-Açúcar PMGCA-UFV/RIDESA (Tabela 2). O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo as parcelas constituídas por cinco linhas (sulcos) de 5 m de comprimento, com espaçamento de 1,40 m entre os mesmos e 1 m entre parcelas (Figura 3). O genótipo RB 867515 foi tratado como testemunha devido ao fato de ser um clone consolidado e cultivado em todo o país que serve como referencial para a comparação dos dados obtidos das demais cultivares.

Tabela 2. Genótipos de cana-de-açúcar utilizados no experimento e respectivos genitores, DFT/UFV, Viçosa, MG.

Genótipos	Maturação	Genitor ♀	Genitor ♂
RB 92579	Média	RB 75126	RB 72199
RB 987935	Média-tardia	RB 72454	CB 45-3
RB 988082	Média	RB 83102	RB 72454
RB 867515	Média	RB 72454	TUC 71-7

Fonte: Daros *et al.*, 2015 (RIDESA).

Aos 80 e 120 dias após o plantio, realizou-se a aplicação de 3,4-diclorofenil-1,1-dimetilurea, MSMA e 2,4-D, nas doses de 2,0 kg, 2,5 L e 1,0 L ha<sup>-1</sup> de Diuron + Nortox, Ancosar e DMA, respectivamente, para o manejo de plantas daninhas. Aos 240 dias após o plantio foi feito o último controle de daninhas com capina manual, a fim de manter a área experimental limpa para as avaliações, quando as plantas estavam com aproximadamente 2,0 m de altura. Quanto às pragas, não houve necessidade de controle.



Figura 2.1 Distribuição do material propagativo



Figura 2.2 Primeira avaliação aos 5 MAP



Figura 2.3 Segunda avaliação aos 8 MAP



Figura 2.4 Terceira avaliação aos 10 MAP



Figura 2.5 Quarta avaliação aos 12 MAP



Figura 2.6 Última avaliação aos 14 MAP

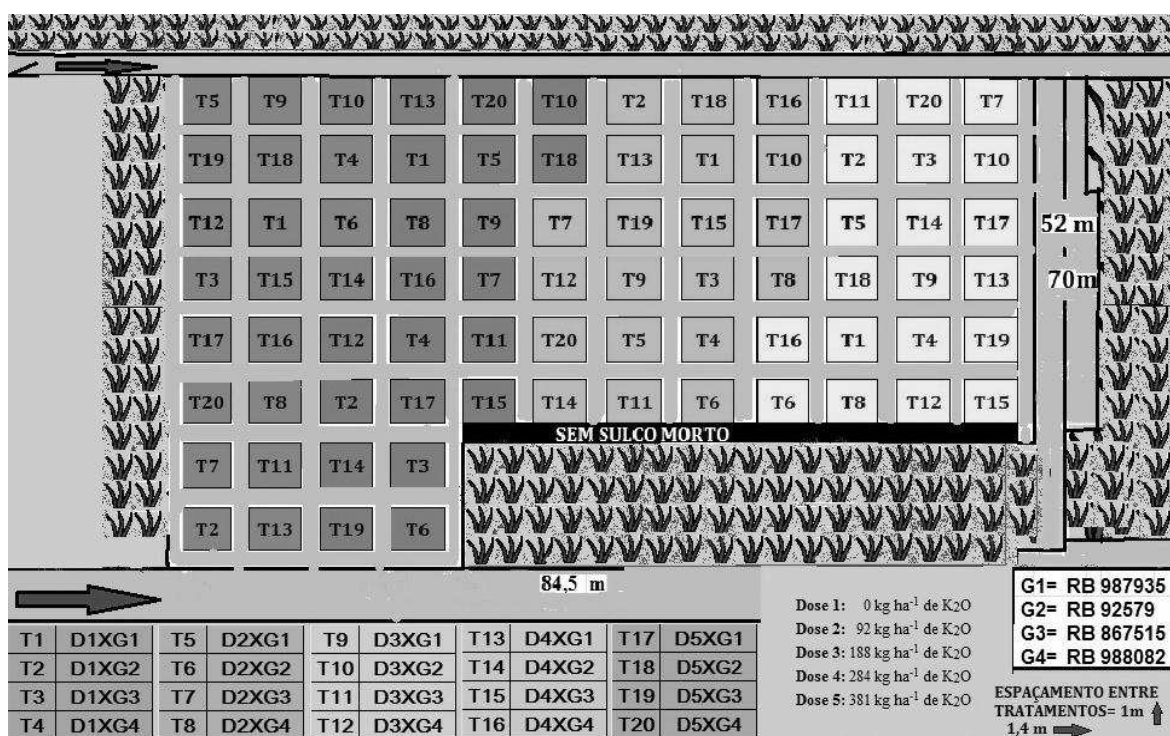


Figura 2.7 Separação da palhada e o colmo



Figura 2.8 Extração do caldo por meio de prensa

Figura 2. Etapas de condução do experimento de genótipos de cana-de-açúcar sob doses crescentes de potássio, DFT/UFV, Viçosa, MG.



**Figura 3.** Mapa e distribuição dos tratamentos na área destinada para o experimento, DFT/UFV, Viçosa, MG.

Em novembro (5 meses após o plantio) e fevereiro de 2016 (8 meses após o plantio) foram realizadas a primeira e a segunda avaliação, nas quais realizou-se a colheita da parte aérea da planta, para avaliar produção de matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de colmo (MSC), teor de nutrientes no colmo (TNC), acúmulo de nutrientes (ANC) e a eficiência de uso de K para matéria seca do colmo ( $EUK_{MSC}$ ) (Tabela 3). A área de amostragem para cada avaliação foi de 2,0 m de uma linha de plantio de cada parcela, sendo cortadas 15 plantas rente ao solo e posteriormente pesadas. Após retirar as folhas, os 5 cm centrais dos colmos foram lavados em água corrente, enxaguados em água destilada, secos em estufa de ventilação forçada a 65 °C, até atingir peso constante, passados em moinho tipo willey e submetidos às análises de N, P, K, Ca e Mg, seguindo os métodos descritos por Malavolta *et al.* (1989) e Silva (1990). Para a terceira e quarta avaliação (feitas em abril e maio de 2016, 10 e 12 meses após o plantio, respectivamente), foram analisadas as mesmas variáveis sendo acrescentada a análise de sólidos solúveis (°Brix). Na quinta e última avaliação (realizada em agosto 14 meses após o plantio), foram analisadas as mesmas variáveis sendo acrescentadas a eficiência de uso de K para

toneladas de sacarose aparente por hectare ( $EUK_{TPH}$ ) e as análises tecnológicas feitas para a industrialização da cana-de-açúcar.

Tabela 3. Avaliações realizadas ao longo do desenvolvimento da cana-de-açúcar ao nível de campo, em função de doses crescentes de K, DFT/UFV, Viçosa, MG.

Data avaliação	Idade do cultivo (MAP <sup>*</sup> )
Novembro/2015	5
Fevereiro/2016	8
Abril/2016	10
Junho/2016	12
Agosto/2016	14

\*Meses após o plantio

Para realizar as análises industriais, a biomassa da parte aérea foi despalhada, despontada e novamente pesada, separando-se, desta forma, os colmos industrializáveis do restante da planta. Os colmos dessa subamostra foram pesados, passados em picadeiras de forragem e homogêneos. Uma amostra de 500 g de colmos industrializáveis foi prensada, quantificando-se, a seguir, o volume de caldo e o teor de fibra. Nesse caldo determinaram-se os teores de sólidos solúveis e de sacarose aparente. Os procedimentos analíticos e os cálculos adotados na avaliação da qualidade do caldo foram os descritos por Caldas (1998) e Fernandes (2003). Os valores de acúmulo de nutrientes no colmo foram obtidos ao multiplicar os valores de concentrações desses elementos pelos valores de matéria seca do colmo. Para o cálculo das eficiências de uso de K por parte da matéria seca do colmo e pelas toneladas de sacarose aparente por hectare ( $EUK_{MSC}$  e  $EUK_{TPH}$ ) utilizou-se como parâmetro o colmo, que é o produto comercial. Foram calculadas a través das seguintes fórmulas segundo o descrito por Barros *et al.* (1986) e Furlani *et al.* (1990):

$$EUK_{MSC} = \frac{MSC \text{ (Matéria seca do colmo em t)}}{TNC \text{ (Teor de K no colmo em dag kg}^{-1}\text{)}}$$

$$EUK_{TPH} = \frac{TPH \text{ (Toneladas de sacarose aparente por hectare)}}{TNC \text{ (Teor de K no colmo em dag kg}^{-1}\text{)}}$$

Posteriormente, foram comparadas as variáveis analisadas na última avaliação (MSPA, MSC, TNC, ACC, TPH,  $EUK_{MSC}$  e  $EUK_{TPH}$ ) com as mesmas variáveis analisadas das avaliações anteriores por meio de correlações de Pearson com o objetivo de confirmar se existe uma correlação entre as mesmas e assim verificar se seria possível selecionar precocemente cultivares de cana-de-açúcar mais eficientes no uso de K. Usou-se uma escala de valores para ranquear os coeficientes de correlação: Correlação fraca: 0,00 – 0,55; Correlação média: 0,56 – 0,70 e Correlação forte: 0,71 – 1,00.

Os valores de produção de matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de colmo (MSC, teor de nutrientes no colmo (TNC), acúmulo de nutrientes no colmo (ANC), produção de sacarose aparente por hectare (TPH), a eficiência de uso de K para matéria seca do colmo ( $EUK_{MSC}$ ) e para tonelada de sacarose por hectare ( $EUK_{TPH}$ ) foram submetidos a análise de variância, tendo as médias sido comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para todas as variáveis foi feito o teste de Shapiro-Wilk para verificar se os dados seguiam distribuição normal, sendo que os dados de MSPA da época 1 e 3, MSC da época 1 e teores de N, Ca e Mg da época 5 foram transformados para seguir distribuição normal segundo a equação  $X = \sqrt{x}$ .

Os dados foram processados utilizando o software computacional RBIO (Bhering, 2016).

## 4. RESULTADOS

Foi observado efeito dos tratamentos [Doses (D) e Genótipos (G)] para maioria das variáveis estudadas, nas cinco épocas de avaliação ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. No entanto, não foi observado efeito da interação D x G (ANEXOS). O efeito de dose (quantitativo) foi estudado por regressão e, o efeito de genótipos (qualitativo) foi analisado por teste de médias. Observou-se que as doses crescentes de K resultaram em desempenho positivo e crescente até a dose 3, a partir da qual, foi observada tendência de queda (Tabela 4 e Figuras 4 à 6). Quanto aos genótipos, observou-se comportamento diferenciado quanto à eficiência de uso de K, indicado que há materiais mais eficientes no uso deste nutriente (Tabela 4). Devido à não interação entre os tratamentos D x G, procedeu-se a análise das fontes de variação separadamente.

### 4.1 Estudo da eficiência de uso do potássio pelos genótipos de cana (considerando apenas a última avaliação)

#### 4.1.1 Efeito das doses de potássio

Para a produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) a dose 2 (92 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) foi a que apresentou o maior valor, sendo superior 38%, quando comparadas com dose a dose 1 (0 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) que foi a menos produtiva. A dose 3 (188 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>), proporcionou o melhor desempenho na produção de matéria seca do colmo (MSC), sólidos solúveis (°Brix), sacarose aparente por hectare (TPH), porcentagem de sacarose (PCC) e produção de açúcar total recuperável por hectare (ATR) com valores médios que superaram em 46; 22; 41; 68 e 34% à dose 1, respectivamente. Quanto à fibra, esta alcançou um valor superior na dose 3, ultrapassando em 18,7% à dose 5, a qual proporcionou os menores valores. Observou-se também que as doses 2 e 3 proporcionaram melhor desenvolvimento da cana-de-açúcar durante todo o ciclo do cultivo. Portanto, observa-se que a dose 3 (188 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) é a dose que resultou na maior produtividade de colmos (MSC) e de açúcar (TPH) por hectare.

Tabela 4. Médias da matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca do colmo (MSC), sólidos solúveis (°Brix) aos cinco, oito, dez, doze e quatorze meses após o plantio e toneladas de sacarose aparente (TPH), açúcar total recuperável (ATR), porcentagem de sacarose (PCC), fibra (FB) e pureza do caldo (PR) aos quatorze meses após o plantio em quatro genótipos de cana-de-açúcar em função de cinco doses de potássio no solo, DFT/UFV, Viçosa - MG.

Tratamentos	Matéria seca da parte aérea (MSPA)					Matéria seca do colmo por hectare (MSC)				
	(ton ha <sup>-1</sup> )									
Dose de K <sup>+</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	Av. 1	Av. 2	Av. 3	Av. 4	Av. 5	Av. 1	Av. 2	Av. 3	Av. 4	Av. 5
62	0,51	5,18	6,55	26,67	23,79	0,071	1,66	6,40	14,86	11,78
100	0,66	7,64	11,20	36,99	39,32	0,095	2,41	11,02	22,54	20,85
140	0,81	8,54	15,09	46,22	38,50	0,125	2,94	14,60	29,70	21,87
180	0,75	9,39	13,42	43,28	37,98	0,100	3,02	12,03	24,10	18,84
220	0,57	8,93	12,67	38,52	34,37	0,083	2,57	11,74	23,58	18,84
Genótipos										
RB 92579	0,81 a	30,00 a	12,48 ab	114,87 a	113,40 a	0,115 a	2,81 a	11,52 b	24,54 a	18,52 ab
RB 987935	0,64 a	27,78 a	15,15 a	115,54 a	102,78 ab	0,091 a	2,71 ab	14,78 a	22,86 a	20,90 a
RB 988082	0,63 a	28,45 a	10,48 bc	68,64 a	96,32 ab	0,091 a	2,57 ab	9,96 bc	20,91 a	18,41 ab
RB 867515	0,55 a	21,15 a	9,05 c	95,64 a	91,84 b	0,082 a	1,98 b	8,40 c	23,50 a	15,91 b
Tratamentos										
Dose de K <sup>+</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	Toneladas de sacarose aparente (TPH)	Sólidos solúveis (°Brix)			Porcentagem de sacarose (PCC)	Fibra (FB)	Pureza do caldo (PR)	Açúcar total recuperável (ATR)		
	(ton ha <sup>-1</sup> )	.....(dag kg <sup>-1</sup> ).....								
	Av. 5	Av. 3	Av. 4	Av5	.....Av. 5.....					
62	4,03	12,67	14,43	17,18	9,34	8,30	71,09	101,62		
100	11,82	13,59	17,73	21,78	12,85	8,46	93,11	149,97		
140	12,74	13,80	17,92	22,09	15,94	9,21	94,46	153,59		
180	11,07	14,52	17,85	22,07	13,05	8,17	92,43	151,25		
220	11,03	12,56	17,53	18,88	11,74	7,49	91,22	148,60		
Genótipos										
RB 92579	10,06 a	14,11 a	17,44 a	21,03 a	12,98 a	8,45 ab	89,12 a	144,62 a		
RB 987935	11,47 a	12,47 b	16,44 b	19,14 b	12,11 c	8,03 b	90,07 a	137,35 c		
RB 988082	9,69 a	14,04 a	16,44 a	20,83 a	12,39 bc	8,77 a	87,28 a	139,15 bc		
RB 867515	9,34 a	13,09 ab	17,10 a	20,60 a	12,86 ab	8,05 b	88,18 a	144,04 ab		

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo Tukey a 5 %.

Av. 1: 5 meses após o plantio. - Av. 2: 8 meses após o plantio. - Av. 3: 10 meses após o plantio. - Av. 4: 12 meses após o plantio. - Av. 5: 14 meses após o plantio.

#### **4.1.2 Efeito dos genótipos**

As médias dos genótipos de cana-de-açúcar foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para a matéria seca da parte aérea (MSPA) o genótipo RB 92579 apresentou a maior produtividade. Os genótipos RB 988082 e RB 987935 apresentaram comportamento intermediário. Já o genótipo RB 867515 foi o menos produtivo, o qual apresentou resultados inferiores ao RB 92579 (melhor desempenho) em 21%. O RB 987935 apresentou o melhor desempenho na produção de matéria seca do colmo (MSC) e toneladas de sacarose aparente por hectare (TPH), os genótipos RB 92579 e RB 988082 tiveram desempenho mediano para estas características e, o RB 867515 foi o menos produtivo para essas variáveis. Por outro lado, a percentagem de sólidos solúveis (°Brix), produção de açúcar total recuperável por hectare (ATR) e percentagem de sacarose (PCC) foram maiores nos genótipos RB 92579 e o RB 867515, quando comparado aos genótipos RB 988082 e RB 987935, que não diferiram entre si. Quanto à fibra, o RB 988082 apresentou os maiores valores, o RB 92579 e RB 987935 apresentaram um teor de fibra intermediário, e o RB 867515 teores médios 8% inferiores ao RB 988082 (Tabela 4).

O crescimento vegetativo da cana-de-açúcar teve influência das doses e dos genótipos ao longo do seu desenvolvimento, apresentando geralmente um padrão de crescimento entre os genótipos, o que possibilitaria a identificação de genótipos precocemente. Observou-se que a resposta dos genótipos dentro das doses de K foi positiva em todas as épocas, tendo um desempenho estável na dose 3 e uma redução na produtividade na dose 5, resultado esperado pelo aumento de potássio no solo.

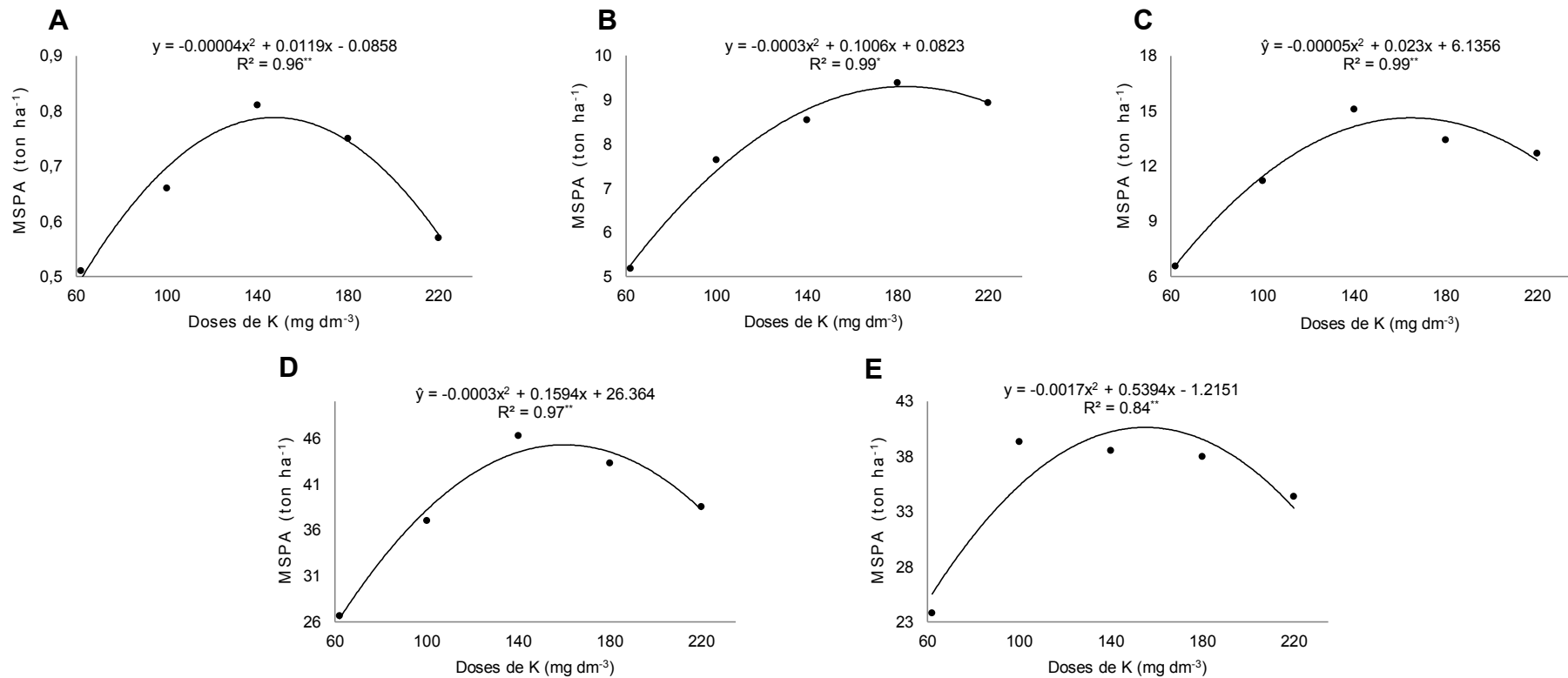


Figura 4: Curvas de regressão para matéria seca da parte aérea de genótipos de cana-de-açúcar aos cinco (A), oito (B), dez (C), doze (D) e quatorze (E) meses após o plantio ao nível de campo, em função de cinco doses de K, DFT/UFV, Viçosa – MG.  
\* - significativos a 5%; \*\* significativos a 1% pelo teste F.

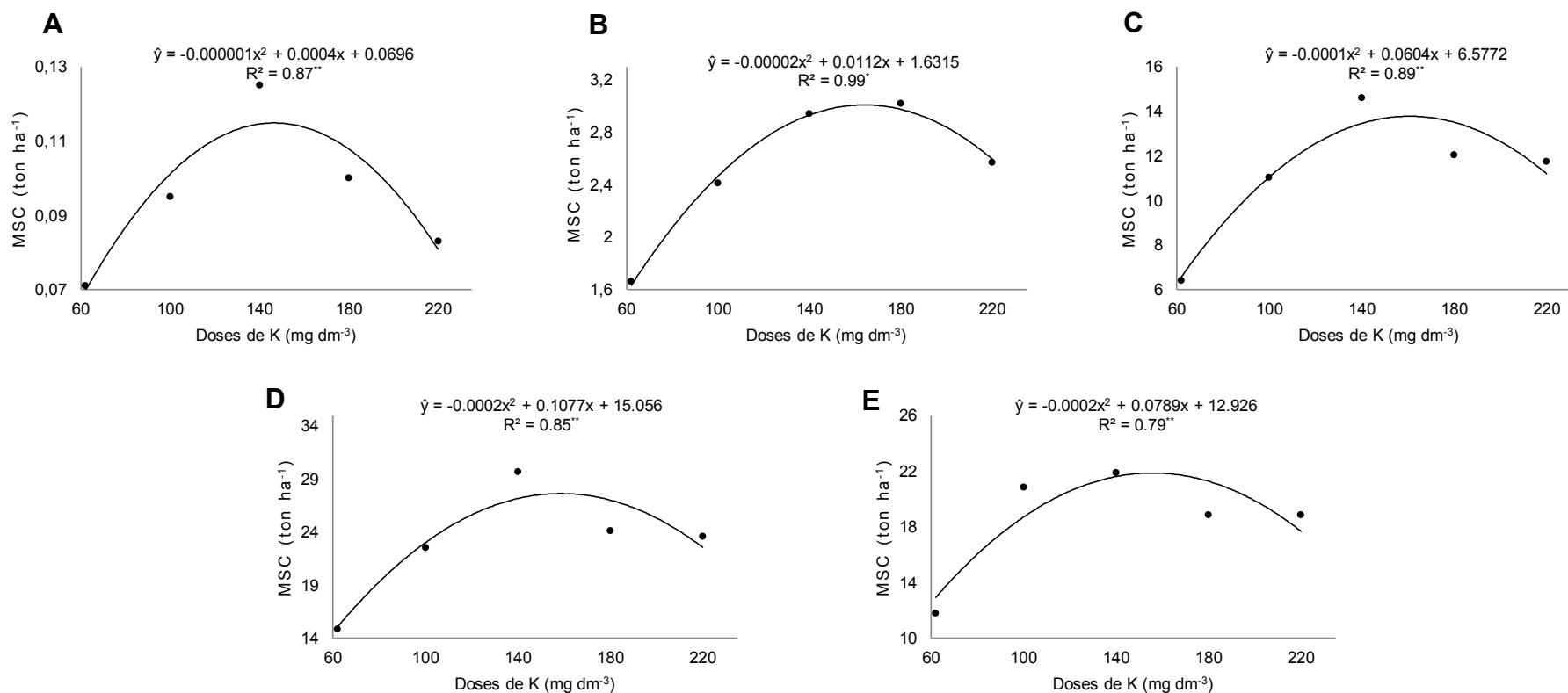


Figura 5: Curvas de regressão para matéria seca do colmo por hectare de genótipos de cana-de-açúcar aos cinco (A), oito (B), dez (C), doze (D) e quatorze (E) meses após o plantio ao nível de campo, em função de cinco doses de K, DFT/UFV, Viçosa - MG.  
 \* - significativos a 5%; \*\* significativos a 1% pelo teste F.

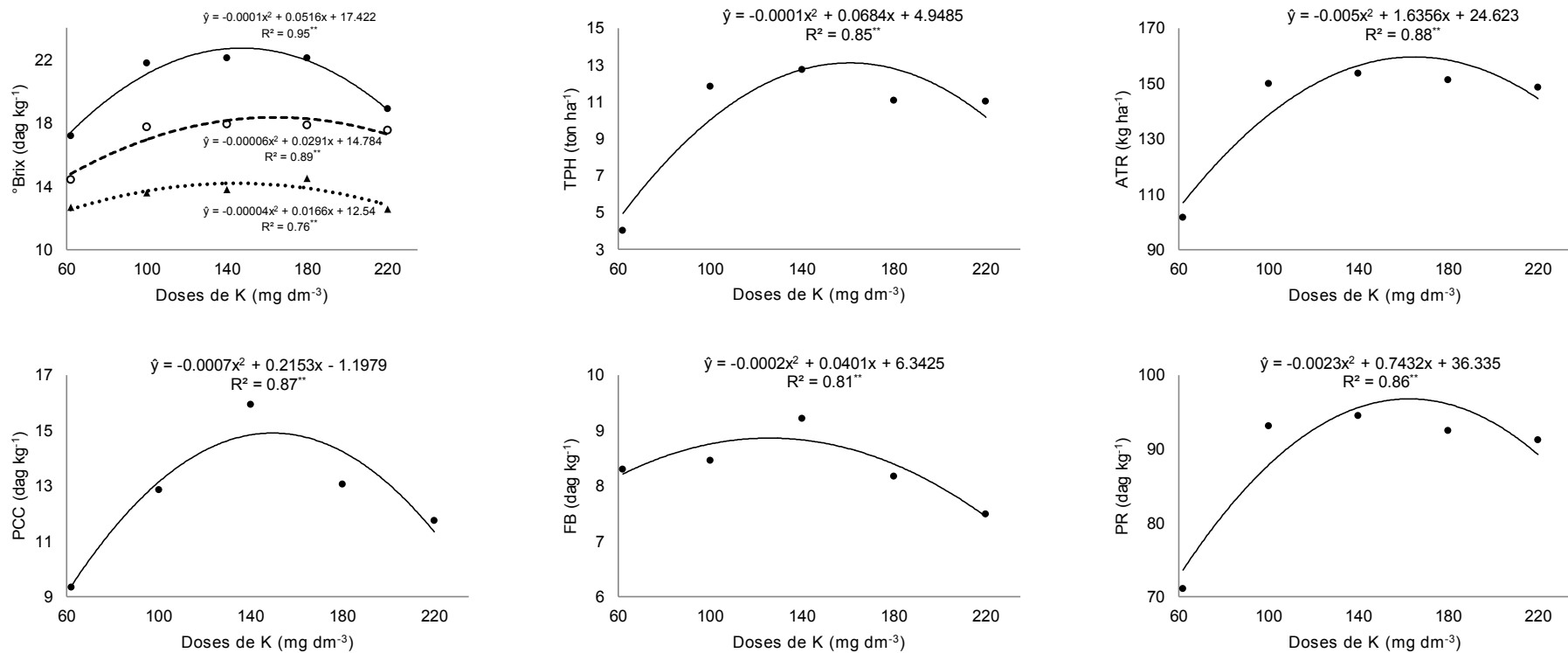


Figura 6: Curvas de regressão para sólidos solúveis (°Brix) aos dez (3<sup>o</sup> av.), doze (4<sup>o</sup> av.) e quatorze (5<sup>o</sup> av.) meses após o plantio, toneladas de sacarose aparente por hectare (TPH), açúcares totais recuperáveis (ATR), porcentagem de sacarose por hectare (PCC), fibra (FB) e pureza do caldo (PR) de genótipos de cana-de-açúcar aos quatorze meses após o plantio ao nível de campo, em função de cinco doses de K, DFT/UFV, Viçosa - MG.

\*\*significativos a 1% pelo teste F.

### 4.1.3 Eficiência de uso de potássio para produção de matéria seca do colmo e tonelada de sacarose aparente por hectare

A matéria seca do colmo foi analisada quanto aos teores de nutrientes e como critério na seleção de genótipos mais eficientes quanto ao uso de potássio, pois é a partir deste que é extraído o caldo para a posterior produção de etanol e açúcar. Observou-se que nas análises químicas, em geral, existe um padrão dos genótipos quanto ao comportamento nas distintas épocas avaliadas, indicando a possibilidade de se identificar genótipos mais eficientes no uso de K precocemente. Na segunda e última época, o aumento no teor de K no colmo foi linear em função das doses, enquanto nas outras épocas observou-se um aumento até a dose 3 e logo apresentando uma queda no teor (Figura 7). Observou-se também um aumento considerável no acúmulo de nutrientes no colmo na última avaliação (Figura 8). Por outro lado, a ordem de acúmulo de macronutrientes no colmo de cana-de-açúcar em cada época estudada pode ser observada na Tabela 6, onde o K é o nutriente acumulado em maior proporção no colmo em todas as avaliações estudadas. O RB 92579 acumulou a maior quantidade de K no colmo na primeira época, por outro lado, o RB 987935 apresentou um comportamento semelhante a partir da segunda época avaliada sendo a cultivar que mais K acumulou no colmo (Tabela 4).

Tabela 6: Ordem de acúmulo de N, P, K, Ca e Mg no colmo de cana-de-açúcar aos cinco, oito, dez, doze e quatorze meses após o plantio a nível de campo em função de cinco doses de K.

Época	Ordem decrescente do nutriente acumulado
1 (5 MAP)	K>N>Ca>P>Mg
2 (8 MAP)	K>N>P>Ca>Mg
3 (10 MAP)	K>N>P>Ca>Mg
4 (12 MAP)	K>N>Ca>P>Mg
5 (14 MAP)	K>Ca>N>Mg>P

MAP: Meses após o plantio.

Para os teores de nitrogênio e potássio no colmo observou-se que o comportamento foi linear positivo entre as doses, provavelmente pelo sinergismo que existe entre estes nutrientes. Para fósforo a dose 4 proporcionou o maior teor no colmo. Por outro lado, os teores cálcio e o magnésio foram afetados negativamente enquanto as doses de K foram aumentando no solo apresentando comportamento linear negativo (Figura 7), a queda dos teores de cálcio e o magnésio a partir da dose 3 indica uma possível diluição.

O acúmulo de nutrientes foi influenciado pela disponibilidade de K no solo, sendo que para N, P, K, Ca e Mg a dose 3 promoveu os maiores acúmulos destes elementos no colmo de cana-de-açúcar com médias superiores em 56; 52; 67; 49 e 50%, respectivamente às médias da dose 1 (Figura 10). A  $EUK_{MSC}$  e  $EUK_{TPH}$  foram afetadas pelas doses de K no solo, no entanto, a dose 2 promoveu o melhor desempenho na  $EUK_{MSC}$ , sendo 42% superior à dose 5, que apresentou os menores valores, respectivamente (Figura 9). Por outro lado, quanto à  $EUK_{TPH}$  a dose 2 foi 59% mais eficiente do que a dose 1 (Figura 10).

Quando comparados os teores nutricionais dentro dos genótipos observou-se que para N, P e K o genótipo RB 987935 apresentou os maiores teores. Por outro lado, para Ca e Mg foi o RB 92579 o genótipo superior, enquanto que em ambos os casos o RB 867515 obteve os menores teores destes nutrientes no colmo. O acúmulo de nutrientes teve diferença entre os genótipos avaliados, sendo que para N, P, K, Ca e Mg o RB 987935 apresentou os maiores acúmulos com médias superiores em 33; 50; 42; 35 e 35%, respectivamente às médias do RB 867515. Por outro lado, o genótipo RB 92579 foi o mais eficiente no uso de K para MSC e TPH. Os genótipos RB 988082 e RB 867515 apresentaram valores intermediários para estas variáveis e o RB 987935 o menos eficiente, apresentando médias inferiores ao genótipo RB 92579 em 40 e 38% (Tabela 5).

Tabela 5. Médias do teor de K no colmo (TKC), acúmulo de K no colmo (AKC), eficiência de uso de K para produção de matéria seca do colmo ( $EUK_{MSC}$ ), e para produção de toneladas de sacarose aparente por hectare ( $EUK_{TPH}$ ) de genótipos de cana-de-açúcar aos cinco, oito, dez, doze e quatorze meses após o plantio ao nível de campo, em função de cinco doses de K, DFT/UFV, Viçosa - MG.

Tratamentos	Teor de K no colmo (TKC)					Acúmulo de K no colmo (AKC)					Eficiência de uso de K para MSC ( $EUK_{MSC}$ )					Eficiência de uso de K para TPH ( $EUK_{TPH}$ )
	(dag kg <sup>-1</sup> )					(kg ha <sup>-1</sup> )					(ton de MSC ha <sup>-1</sup> dag <sup>-1</sup> de K)					(ton de TPH ha <sup>-1</sup> dag <sup>-1</sup> de K)
Dose de K <sup>+</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	Av. 1	Av. 2	Av. 3	Av. 4	Av. 5	Av. 1	Av. 2	Av. 3	Av. 4	Av. 5	Av. 1	Av. 2	Av. 3	Av. 4	Av. 5	Av. 5
62	2,52	0,58	0,35	0,15	1,05	2,12	9,70	21,35	19,27	133,81	0,032	3,99	18,29	72,81	15,85	5,01
100	2,88	0,59	0,41	0,25	1,18	2,65	14,17	51,52	58,10	261,39	0,035	4,06	30,06	94,28	21,04	12,14
140	2,84	0,60	0,50	0,37	1,61	3,21	16,34	78,46	87,61	365,77	0,040	5,06	36,52	97,20	16,53	9,79
180	2,77	0,69	0,46	0,34	1,68	2,69	20,58	59,94	70,63	350,20	0,034	4,85	28,50	87,05	13,60	7,88
220	2,65	0,71	0,44	0,33	1,88	2,36	14,31	48,92	67,80	342,33	0,033	4,47	22,63	76,85	12,13	6,83
Genótipos																
RB 92579	2,77 ab	0,58 b	0,42 a	0,26 a	1,34 b	3,00 a	13,61 b	51,15 b	57,04 a	279,80 b	0,037 a	5,26 a	24,50 bc	89,92 ab	18,54 a	10,02 a
RB 987935	2,85 a	0,75 a	0,43 a	0,30 a	1,92 a	2,51 a	20,87 a	68,58 a	70,41 a	405,75 a	0,033 a	3,39 b	36,03 a	71,01 b	11,40 c	6,17 b
RB 988082	2,77 ab	0,60 ab	0,42 a	0,29 a	1,32 b	2,43 a	13,15 b	44,01 b	58,13 a	275,40 b	0,031 a	5,20 a	28,09 b	76,07 ab	14,59 b	7,79 ab
RB 867515	2,54 b	0,60 ab	0,46 a	0,29 a	1,32 b	2,50 a	12,45 b	44,42 b	57,15 a	233,16 b	0,039 a	4,09 ab	20,19 c	105,56 a	14,54 b	9,33 ab

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo Tukey a 5 %.

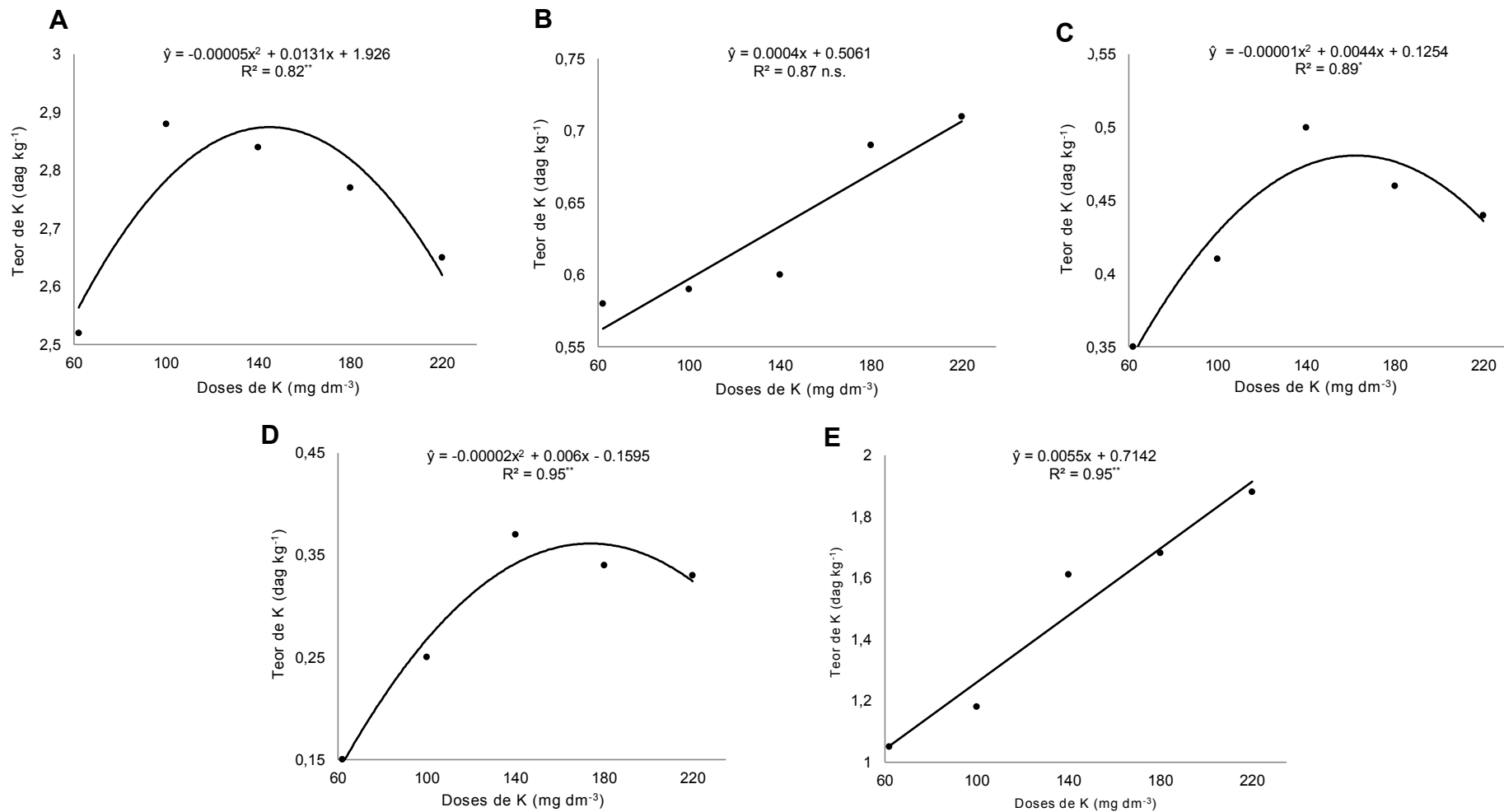


Figura 7: Curvas de regressão para teor de K no colmo de cana-de-açúcar aos cinco (A), oito (B), dez (C), doze (D) e quatorze (E) meses após o plantio ao nível de campo, em função de cinco doses de K. n.s. não significativos; \* significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste de F.

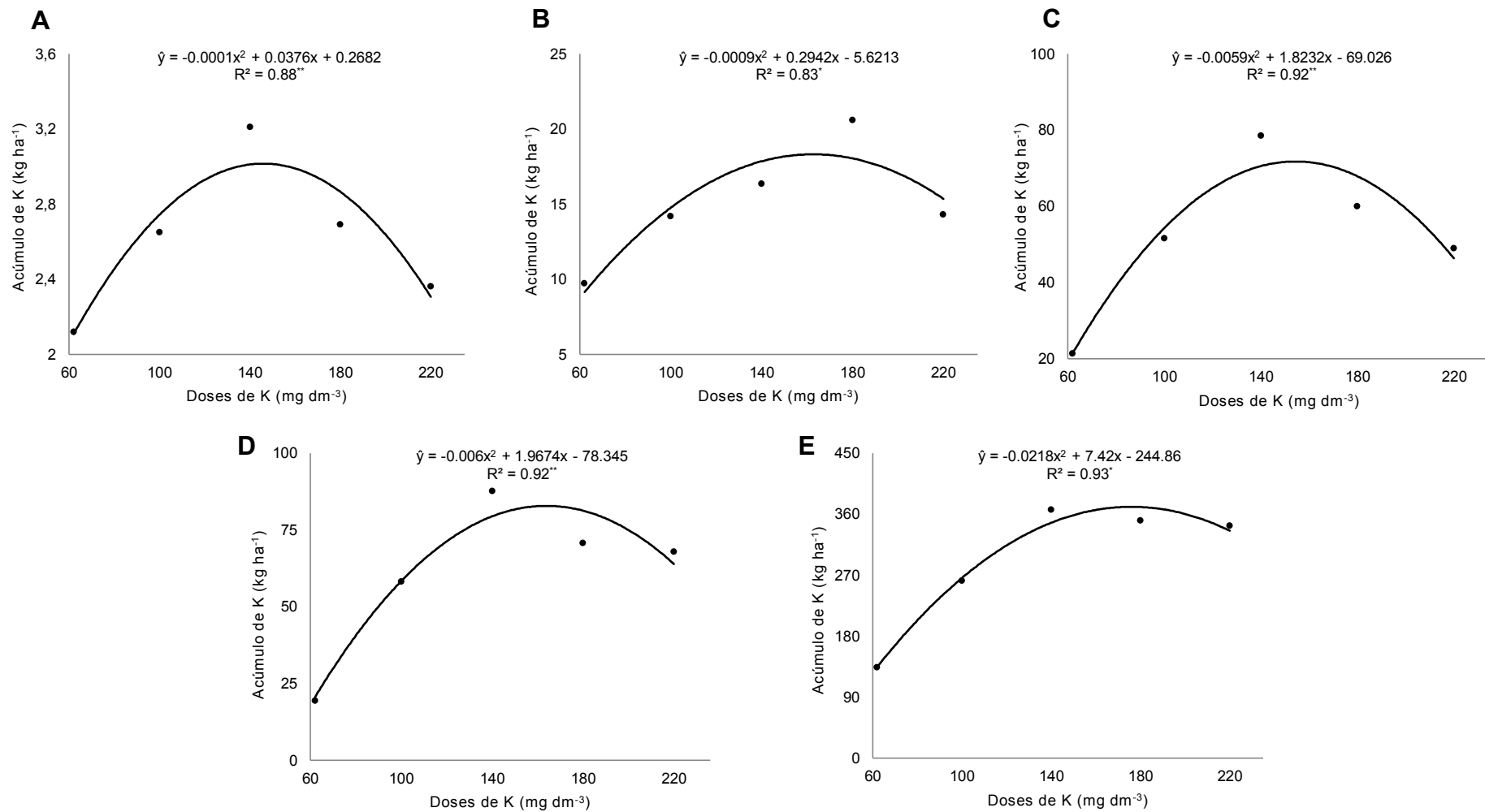


Figura 8: Curvas de regressão para acúmulo de K no colmo de cana-de-açúcar aos cinco (A), oito (B), dez (C), doze (D) e quatorze (E) meses após o plantio ao nível de campo, em função de cinco doses de K.

\*significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

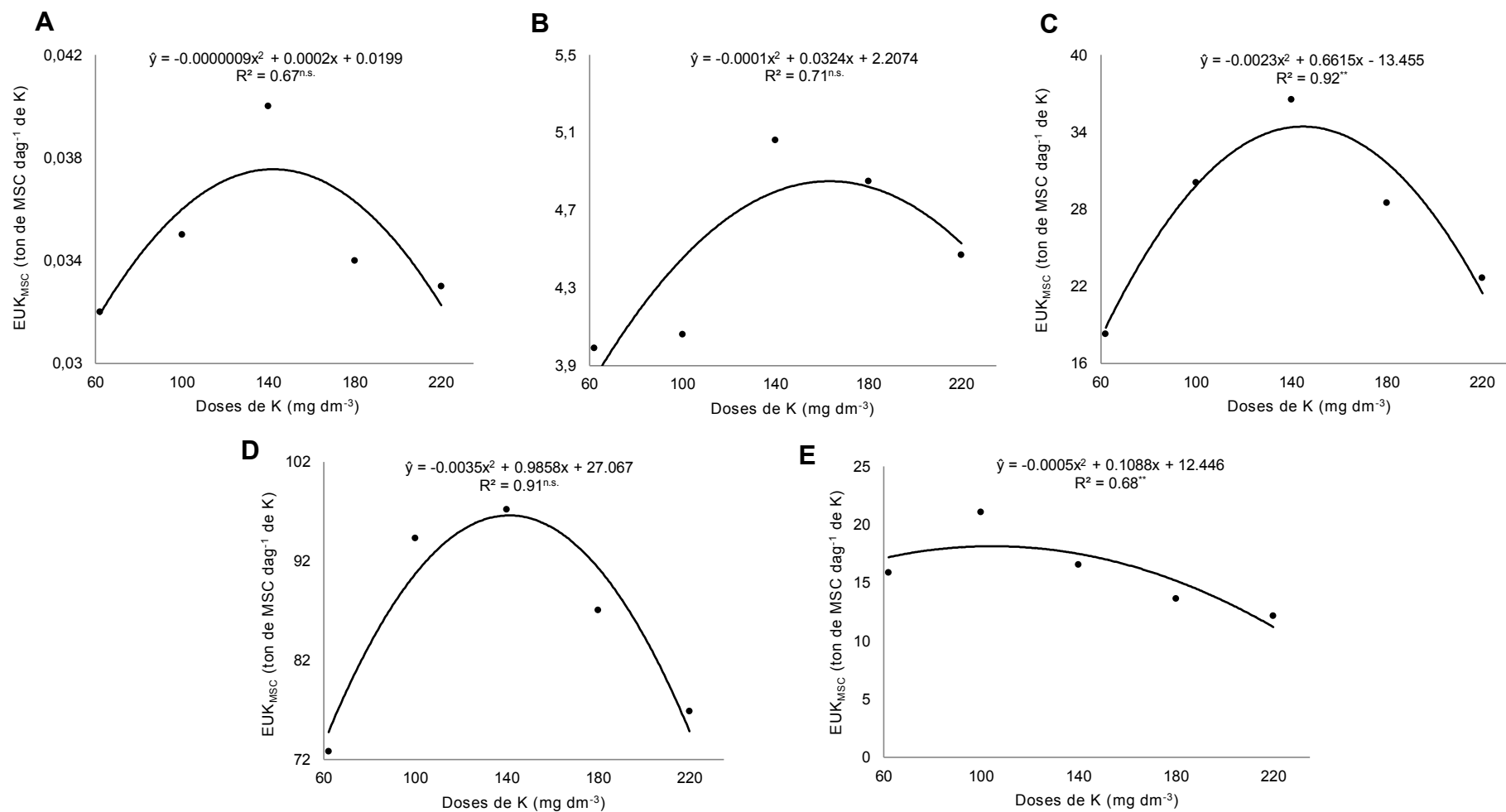


Figura 9: Curvas de regressão para eficiência de uso de K para matéria seca do colmo ( $EUK_{MSC}$ ) de cana-de-açúcar aos cinco (A), oito (B), dez (C), doze (D) e quatorze (E) meses após o plantio ao nível de campo, em função de cinco doses de K. n.s. não significativos; \*\*significativos a 1% pelo teste de F.

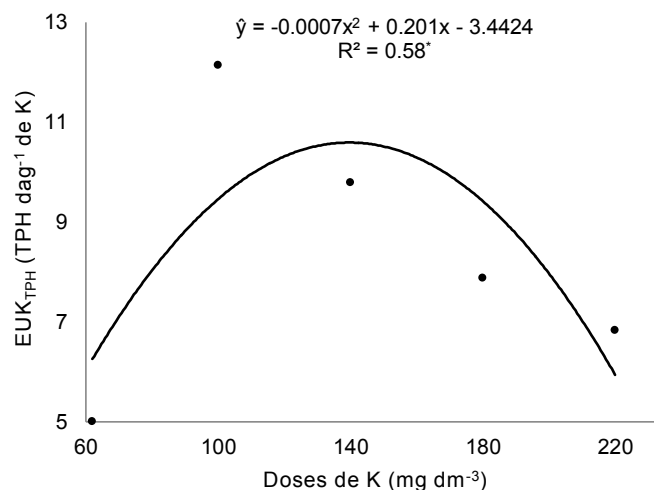


Figura 10: Curvas de regressão para eficiência de uso de K para tonelada de sacarose aparente por hectare ( $EUK_{TPH}$ ) de cana-de-açúcar aos quatorze meses após o plantio ao nível de campo, em função de cinco doses de K.

\* - significativo a 5% pelo teste F.

## 4.2 Estudo do comportamento vegetativo dos genótipos para fins de seleção precoce

### 4.2.1 Correlações

Como não foi observada interação significativa entre as doses e os genótipos estudados ao longo das épocas avaliadas, considerou-se que os genótipos apresentaram comportamento semelhante quanto à eficiência de uso de K em função das cinco doses deste nutriente. No entanto, observou-se uma grande variação quanto às doses de potássio entre as variáveis analisadas devido às diferenças estatísticas existentes entre as médias das doses, sendo a dose 1 aquela que apresentou a maior quantidade de correlações, diferente da dose 2 e 4 que apresentaram o fenômeno contrário (Tabela 6). Usou-se uma escala de valores para ranquear os coeficientes de correlação: Correlação fraca: 0,00 – 0,55; Correlação média: 0,56 – 0,70 e Correlação forte: 0,71 – 1,00.

Para a  $EUK_{MSC}$  da última avaliação foi encontrada apenas na dose 1 uma correlação média e forte com a  $EUK_{MSC}$  da segunda e terceira avaliação, respectivamente. A  $MSPA$  da última avaliação teve correlações médias e fortes com a  $MSPA$  apenas com a quarta avaliação e nas doses 1, 3 e 4. Por outro lado, a  $MSC$  da quinta avaliação apresentou correlações médias e fortes nas épocas 2, 3 e 4 na dose 1; uma correlação forte na quarta avaliação na dose 3 e correlações médias na dose 5. O  $TKC$  avaliado na quinta avaliação teve uma correlação forte unicamente na quarta avaliação da dose 3. Já para o  $AKC$

apresentou correlações médias e fortes nas épocas 2, 3 e 4 na dose 1; uma correlação forte somente na terceira avaliação nas doses 2, 3 e 5. Os °Brix se correlacionou na quarta avaliação na dose 2; na terceira avaliação na dose 3 e na terceira e quarta avaliação na dose 4.

Tabela 6. Correlação de Pearson entre a avaliação final (Av.5) e as avaliações iniciais (Av.1), (Av.2), (Av.3) e (Av.4) de cana-de-açúcar ao nível de campo, em função de cinco doses de K.

Parâmetros avaliados na colheita (Av. 5)	Dose 1					Dose 2					Dose 3					Dose 4					Dose 5				
	Av.1	Av.2	Av.3	Av.4	Av.5	Av.1	Av.2	Av.3	Av.4	Av.5	Av.1	Av.2	Av.3	Av.4	Av.5	Av.1	Av.2	Av.3	Av.4	Av.5	Av.1	Av.2	Av.3	Av.4	Av.5
EUK <sub>MSC</sub>	0,15	<b>0,61</b>	<b>0,77</b>	0,45	1,00	0,07	0,06	-0,37	-0,23	1,00	-0,27	0,55	-0,39	0,51	1,00	-0,19	0,32	-0,70	0,20	1,00	0,22	-0,37	-0,47	-0,02	1,00
EUK <sub>TPH</sub>	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	1,00
MSPA	0,16	0,50	0,25	<b>0,60</b>	1,00	-0,33	-0,46	0,31	0,43	1,00	0,30	0,27	0,30	<b>0,80</b>	1,00	0,04	0,19	0,36	0,53	1,00	0,22	0,13	0,44	<b>0,59</b>	1,00
MSC	0,45	<b>0,62</b>	<b>0,73</b>	<b>0,84</b>	1,00	-0,15	-0,29	0,31	0,47	1,00	0,34	0,29	0,23	<b>0,87</b>	1,00	0,03	-0,05	0,38	0,50	1,00	0,08	0,35	<b>0,58</b>	<b>0,67</b>	1,00
TKC	-0,11	0,04	0,50	0,29	1,00	0,44	-0,22	-0,04	0,39	1,00	0,01	<b>0,85</b>	0,37	-0,18	1,00	0,22	0,34	-0,02	0,27	1,00	-0,15	0,29	-0,35	-0,28	1,00
AKC	-0,67	<b>0,62</b>	<b>0,84</b>	<b>0,74</b>	1,00	0,06	0,26	<b>0,78</b>	0,22	1,00	0,44	0,38	<b>0,72</b>	-0,29	1,00	0,32	0,46	0,19	0,22	1,00	0,13	0,27	<b>0,65</b>	0,26	1,00
°Brix	-	-	0,44	0,17	1,00	-	-	0,11	<b>0,68</b>	1,00	-	-	<b>0,63</b>	0,49	1,00	-	-	<b>0,65</b>	<b>0,77</b>	1,00	-	-	0,27	0,48	1,00

Av. 1: 5 meses após o plantio. - Av. 2: 8 meses após o plantio. - Av. 3: 10 meses após o plantio. - Av. 4: 12 meses após o plantio. - Av. 5: 14 meses após o plantio.  
 Correlação fraca: 0,00 – 0,55    Correlação média: 0,56 – 0,70    Correlação forte: 0,71 – 1,00.

## 5. DISCUSSÃO

### 5.1 Estudo da eficiência de uso do potássio pelos genótipos de cana (considerando apenas a última avaliação)

#### 5.1.1 Efeito das doses de potássio

A produção de biomassa da parte aérea (MSPA e MSC), a produtividade de colmos da cana-de-açúcar e a qualidade do caldo ( $^{\circ}$ Brix, ATR, PCC, TPH e PR) foram influenciadas pela aplicação de K no solo (Tabela 4). No entanto, o efeito de doses crescentes de potássio resultou em uma resposta máxima até a dose 3 (140 mg K dm<sup>-3</sup>), a partir do qual foi observado uma redução da resposta em função do aumento da dose. O aumento na produção até a dose 3 pode ser explicado devido ao fato de que o K é o elemento essencial requerido em maior quantidade pela cultura (Malavolta, 1994). Além disso, o K atua na regulação estomática, na ativação de enzimas, na síntese, translocação e acúmulo de carboidratos (Hartt, 1969). Em cana-de-açúcar doses adequadas de K no solo aumenta a taxa de emergência e vigor dos perfilhos, o que leva a um maior acúmulo de matéria seca (Cruz e Guillaume, 1999). Por outro lado, a queda na produção a partir da dose 3 foi causada possivelmente pelo efeito salino que pode ocorrer pelas grandes quantidades de KCl adicionadas ao solo promovendo efeito osmótico nas células da planta e conseqüentemente uma queda na absorção da água e nutrientes necessários para um desenvolvimento e crescimento adequados.

Quanto ao teor de nutrientes minerais observou-se que na dose 3 a aplicação de K aumentou o teor de N e K no colmo, aplicações crescentes de K no solo aumentam a absorção de N e K (Mengel *et al.*, 1976), devido ao efeito de sinergismo existente entre estes elementos (Büll & Cantarella; 1993 e Wilkinson, 2000).

#### 5.1.2 Efeito dos genótipos

Para a produção de MSPA o genótipo mais destacado foi o RB 92579 (Tabela 4), isto pode ser explicado devido ao fato de que esta cultivar tem como principais características: excelente produtividade agrícola, ótimo perfilhamento, bom fechamento da entrelinha, o que permite menor competição com as plantas daninhas e melhor arquitetura para uma maior absorção da radiação solar; boa recuperação após períodos de seca; altamente responsivo à irrigação e muito eficiente no uso da água (Daros *et al.*, 2015).

A TPH é o produto entre TCH e a porcentagem de sacarose (PCC), portanto, para alcançar elevadas produções de açúcar que estão ligadas a essas variáveis, o que explica a maior produção de TPH do RB 987935 que apresentou maiores valores de TCH e menor PCC, caso contrário da RB 867515 que teve uma menor produção de TCH e maior porcentagem de PCC (Tabela 4). Em um estudo realizado por Silveira *et al.* (2002), trabalhando com seis cultivares de cana, observaram em média uma produção de 16,8 ton ha<sup>-1</sup> de TPH, sendo 39% superior à média observada no presente trabalho. Por outro lado, na porcentagem de sólidos solúveis, produção de açúcar total recuperável por hectare e porcentagem de sacarose o RB 92579 apresentou um desempenho similar ao do RB 867515 devido a que estes genótipos apresentam alto teor de sacarose e de açúcares totais recuperáveis (Daros *et al.*, 2015).

A queda na produção na dose 5 nas épocas avaliadas, pode ser explicado também pelo efeito salino causado pela grande quantidade de KCl disponível no solo afetando as jovens células da raiz promovendo um efeito osmótico e conseqüentemente uma redução na absorção da água e nutrientes necessários para um desenvolvimento e crescimento adequados. Os genótipos RB 92579 e RB 987935 apresentaram maior desempenho ao longo das épocas estudadas explicado pelo ótimo perfilhamento, por ser altamente responsivos à irrigação e muito eficientes no uso da água. Por outro lado, o baixo desempenho do RB 867515 entre as épocas avaliadas é um resultado inesperado devido a que a sua velocidade de crescimento é rápida, no entanto, o crescimento deste genótipo é afetado negativamente em solos argilosos (Daros *et al.*, 2015).

Os genótipos RB 988082 e RB 987935 são materiais novos, recém lançados pela RIDESA e portanto esperava-se que fossem mais produtivos e eficientes no uso de insumos que o RB 867515, que é um genótipo consolidado em todo o país e no mundo.

### **5.1.3 Eficiência de uso de potássio para produção de matéria seca do colmo e tonelada de sacarose aparente por hectare**

O aumento nos teores de K no colmo acompanharam o aumento nas doses de K no solo. Por outro lado, observou-se um efeito de similar, em que o aumento de K favoreceu o aumento do teor de N no colmo, possivelmente explicado pelo sinergismo entre estes nutrientes (Büll & Cantarella; 1993 e Wilkinson, 2000). Segundo Marschner, (1995), esses nutrientes apresentam interações iônicas fracas com o solo, indicando uma pronta disponibilidade para as plantas uma vez fornecidos a partir dos fertilizantes químicos. No

entanto, é importante mencionar que as plantas apresentam limitação quanto à seletividade das membranas, desta maneira, ocorrendo um possível efeito antagônico na absorção de nutrientes cujas características físico-químicas sejam similares (Marschner, 1995). Para este caso específico, onde são estudados teores elevados de potássio no solo, uma competição na absorção de outros cátions poderia ocorrer (Ernani *et al.*, 2007), o que explica o efeito de diluição que foi observado para cálcio e magnésio.

O aumento de acúmulo de nutrientes na última época avaliada pode ser explicado pelo fato de que no caso da cana-de-açúcar, a translocação de certos nutrientes é direcionado desde as folhas mais velhas para os tecidos de estoque (colmo) no início da maturação no ciclo da cultura (Rossetto *et al.*, 2008).

O valor médio acumulado de N TCH<sup>-1</sup> foi de 0,96 kg, valor abaixo do encontrado por Barbosa *et al.* (2002) e por Oliveira *et al.* (2002). O acúmulo de N pela cana-de-açúcar varia de acordo com o genótipo, com a idade cultura e com a disponibilidade do N e de outros elementos na solução do solo, como também de fatores edafoclimáticos (Rozane *et al.*, 2003). O acúmulo médio de N dos genótipos foi de 71,1 kg ha<sup>-1</sup>, valor inferior aos encontrados nos trabalhos conduzidos por Barbosa *et al.* (2002), Coleti *et al.* (2002), Oliveira *et al.* (2002) e Machado *et al.* (2003). O valor médio do acúmulo de P encontrado neste trabalho foi de 22 kg ha<sup>-1</sup>, valor inferior ao encontrado por Barbosa *et al.* (2002), porém, maior do que relatado por Coleti *et al.* (2002), onde a média foi de 16 kg ha<sup>-1</sup>. O acúmulo médio de P TCH<sup>-1</sup> foi de 0,31 kg, valor similar ao obtido por Raij *et al.* (2002), Barbosa *et al.* (2002) e por Oliveira *et al.* (2002) e Vitti e Mazza *et al.* (2002). Os teores médios de K são similares aos encontrados por Barbosa *et al.* (2002), Coleti *et al.* (2002), Oliveira *et al.* (2002) e Machado *et al.* (2003). O valor médio acumulado de K TCH<sup>-1</sup> foi de 4,20 kg, valor superior ao obtido por Raij *et al.* (2002), Barbosa *et al.* (2002) e por Oliveira *et al.* (2002) e Vitti e Mazza *et al.* (2002). O cálcio e magnésio acumulado no colmo das cultivares variou de 123,70 a 191,31 e 30,93 a 47,83 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, valores médios superiores aos encontrados por Barbosa *et al.* (2002), e Coleti *et al.* (2002).

Observou-se que nas análises químicas em geral existe um comportamento semelhante dos genótipos quanto ao comportamento nas distintas épocas avaliadas, indicando a possibilidade de se identificar genótipos mais eficientes no uso de K precocemente. Na segunda e última época, o aumento no teor de K no colmo foi linear em função das doses, enquanto nas outras épocas observou-se um aumento até a dose 3 e logo apresentando uma queda no teor. O maior acúmulo de K no colmo em todas as avaliações estudadas confirma sua importância no desenvolvimento e crescimento em todo seu ciclo

produtivo. O acúmulo superior de K por parte da cultivar RB 92579 na primeira época se deve ao fato de ter um crescimento rápido e demanda de nutrientes. Por outro lado, nas demais épocas, o RB 987935 foi o que mais acumulou, também explicado pelo bom desempenho que apresentou nestas, a qual resulta em uma maior demanda e uso deste nutriente.

É importante esclarecer que a eficiência de uso de nutrientes por parte do colmo exclusivamente é ainda pouco estudada na cultura da cana-de-açúcar, portanto, os registros na literatura são escassos, o que dificulta compará-los com os obtidos por outros autores.

Apesar da dose 3 ter sido a dose que promoveu as melhores produções de MSC e TPH a dose 2 promoveu os melhores resultados de eficiência de uso de potássio para ambas as variáveis, pois além de ter promovido um desempenho similar à dose 3 com apenas 6; 5 e 7% a menos de produção, respectivamente para cada variável (Figuras 11 e 12), a dose 2 também apresentou um teor médio de K no colmo 26% inferior à dose 3, pois a EUK é um quociente entre a produção de biomassa e o teor de K no tecido (Tabela 5 e Figura 9).

A maior eficiência de uso de K para MSC e TPH observada no genótipo RB 92579 nas épocas 1; 2 e 4, é causada pelo fato de ter sido a cultivar que apresentou menores teores de K no colmo quando comparado ao RB 987935 que foi o menos eficiente, embora tenha sido o mais produtivo na MSC e TPH, este apresentou teores de K no colmo superiores em 3; 23; e 14% ao RB 92579, respectivamente para cada variável. Por outro lado, na última época, para MSC e TPH, o RB 92579 foi o mais eficiente no uso de K, isto é, devido ao fato de ter sido o genótipo mais produtivo e por ter apresentado teores de K no colmo 30% inferiores ao genótipo RB 987935. A EUK para TPH apresentou como média da última avaliação de estudo 8,3 toneladas de sacarose aparente  $\text{dag}^{-1}$  de K absorvido, eficiência semelhante à observada por Mendes (2006), que avaliou 8 genótipos de cana-de-açúcar em condições similares, e que em média, obteve 7,7 toneladas de sacarose aparente  $\text{dag}^{-1}$  de K absorvido.

## **5.2 Estudo do comportamento vegetativo dos genótipos para fins de seleção precoce**

A escolha de um critério de metodologia para o processo de identificação de genótipos mais eficientes no uso de K de maneira precoce depende da época na qual for realizada. No entanto, esta depende da dose de K utilizada, o que dificulta uma

padronização no processo, obtendo-se diferentes valores de EUK em função da concentração de K no solo. Embora existam correlações na época 4, esta não é considerada como parâmetro na seleção precoce devido a que esta época equivale a 12 meses após o plantio (Tabela 6), não sendo considerada uma época de grande importância para os fins do trabalho. Contudo, é possível selecionar genótipos mais eficientes no uso do K para MSC, pois há uma tendência maior de correlação entre os parâmetros de  $EUK_{MSC}$ , MSC e ACK da última avaliação e as avaliações 2, 3 e 4. No entanto, tais correlações são observadas unicamente na dose 1 (Tabela 6), provavelmente devido a que sob baixos suprimentos do nutriente no solo os genótipos expressam seu verdadeiro potencial de eficiência de uso dos mesmos, o que pode ser explicado pelo “consumo de luxo” por parte da planta que ocorre quando os níveis de K no solo estão muito acima das necessidades da planta (Castro *et al.*, 2005). Segundo Wang *et al.* (2010), aqueles genótipos mais eficientes no uso de nutrientes que conseguem manter níveis adequados de produtividade mesmo com baixas concentrações do nutriente nos tecidos quando há uma baixa disponibilidade do nutriente no solo são muito promissores.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- 1 Os genótipos avaliados apresentaram respostas diferenciadas de crescimento quanto aos níveis de adubação potássica, indicando que há variabilidade quanto à eficiência no uso de potássio para as variáveis de produção MSC e TPH.
- 2 Houve resposta positiva da cana-de-açúcar para todos os 5 níveis de potássio avaliados durante 14 meses de cultivo no campo, sendo que a partir do nível 3, houve incrementos cada vez menores nas variáveis de crescimento por unidade de nutriente aplicado.
- 3 Existem correlações entre a  $EUK_{MSC}$ , a MSC e o AKC nas primeiras épocas de desenvolvimento da cana-de-açúcar indicando que os genótipos podem ser selecionados precocemente com o objetivo de diminuir o tempo necessário para o melhoramento dos mesmos. Porém, a acurácia da seleção depende da dose de K utilizada, o que dificulta uma padronização no processo, obtendo-se diferentes valores de EUK em função da concentração de K no solo.
- 4 A época e dose mais adequadas para se fazer seleção precoce de genótipos de cana-de-açúcar mais eficientes no uso de MSC é aos 8 meses após o plantio e sob condições de baixa disponibilidade de K no solo, ou seja, sem adição de fertilizantes ao solo.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLISON, J. C. S.; WILLIAMS, H. T.; PAMMENTER, N. W. Effect of specific leaf nitrogen content on photosynthesis of sugarcane. *Ann. Appl. Biol.*, v. 131, p. 339-350, 1997.
- AMARAL, J. F. T. Eficiência de produção de raízes, absorção, translocação e utilização de nutrientes em cultivares de café arábica. 2002. 97 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS - ANDA. Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes. São Paulo, 2008.
- AZERDO, D. F.; BOLSANELLO, J.; WBWEE, H.; VIEIRA, J. R. Nitrogênio em cana-planta – doses e fracionamento. *STAB*, v. 4, p. 26-33, 1986.
- BARBOSA, M. H. P.; OLIVEIRA, M. W.; SILVEIRA, L. C. I., DAMASCENO, C. M.; MENDES, L. C. Acúmulo e alocação de nutrientes pela RB72454 no ciclo da cana-planta. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 8., 2002. Pernambuco: STAB. Anais... Pernambuco: STAB. p. 234-238, 2002.
- BENEDINI, M. S. Calcário gesso na cana-de-açúcar. *IDEA News*, Ribeirão Preto, n. 48, 2004.
- BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L. T. & CANTARELLA, H., eds. *Cultura do milho. Fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p.63-145, 1993.
- CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; PERES, L. E. P. *Manual de fisiologia vegetal: teoria e prática*. Piracicaba: Ceres, 650 p., 2005.
- CARVALHO, L. C. C. Perspectivas para o setor sucroalcooleiro. In: SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR, 2., 2005. Piracicaba-SP. Anais. ESALQ, 9 a 10 junho, 2005. (CD-ROM).
- CESAR, M. A.A.; DELGADO, A. A.; CAMARGO, A. P.; BISSOLI, B. M. A.; SILVA, F. C. Capacidade de fosfatos naturais e artificiais em elevar o teor de fósforo no caldo de cana-de-açúcar (cana-planta), visando o processo industrial. *STAB*, p. 32-38, 1987.
- CIB: Conselho de Informações sobre Biotecnologia. Origem da cana-de-açúcar. Disponível em: <http://cib.org.br/biotec-de-a-a-z/publicacoes/guia-da-cana-de-acucar/origem/>
- COLETI, J. T.; CASAGRANDE, J. C.; STUPIELLO, J. J.; RIBEIRO, L. D.; OLIVEIRA, G. R. Remoção de macronutrientes pela cana-planta e cana-soca. em argissolos, variedades RB 835486 e SP81-3250. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 8., 2002. Pernambuco: STAB. Anais... Pernambuco: STAB. p. 316-321, 2002.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 5ª aproximação*. Viçosa, 176 p., 1999.

- CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento. Cana-de-açúcar: Período 2016/2017. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_12\\_27\\_16\\_30\\_01\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_-3o\\_lev\\_-\\_16-17.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_12_27_16_30_01_boletim_cana_portugues_-3o_lev_-_16-17.pdf)
- CRUZ, P.; GUILLAUME, P. Growth and mineral nutrition of sugarcane under planting or ratoon cropping conditions. *Cahiers detudes et de recherches francophones/ Agricultures*, v. 8, p. 101, 1999.
- DAROS, E.; OLIVEIRA, R. A.; BARBOSA, G. V. S. 45 anos de variedades RB de cana-de-açúcar, 25 de RIDESA. 1º ed., Graciosa, Curitiba. 156 p., 2015.
- DELGADO, A. A.; MARQUES, T. A.; BARRICHELO, L. E. G.; MENCK, P. C. M.; PAIVA, L. A. A. Composição da variedade de cana-de-açúcar IAC 64-257. *STAB*, nov./dez., v. 13, n.2, p. 23-27, 1994.
- DEMATTE, J. L. I. Recuperação e manutenção da fertilidade dos solos. *Informações Agrônômicas*, n 111, set., 2005.
- DNPM: Departamento Nacional de Produção Mineral. Ministério de Minas e Energia, Brasília. DNPM/DIPLAM, 135 p., 2016. Disponível em: [http://www.dnpm.gov.br/dnpm/sumarios/sumario-mineral-2015/@\\_@download/file/Sum%C3%A1rio%20Mineral%202015.pdf](http://www.dnpm.gov.br/dnpm/sumarios/sumario-mineral-2015/@_@download/file/Sum%C3%A1rio%20Mineral%202015.pdf)
- DIAS, F. L. F.; MAZZA, J. A.; MATSUOKA, S.; PERECIN, D.; MAULE, R. F. Produtividade de cana-de-açúcar em relação ao clima e solos da região Noroeste do Estado de São Paulo. *Rev. Bras. Ci. Solo*, v. 23, p. 627-634, 1999.
- DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. Yield response to water (Irrigation and Drainage Paper, 33) Rome: FAO, 193 p., 1979.
- DUARTE, J.O. Mercado e Comercialização: A produção de sorgo granífero no Brasil. Cultivo do Sorgo. Versão eletrônica - 4ª edição set. 2008. Disponível em: [http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo\\_4\\_ed/index.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_4_ed/index.htm). Acesso em: 12 set. 2014.
- EBERHARDT, S. D.; SILVA, P. R. F.; RIEFFEL NETO, S. R. Eficiência de absorção e utilização de nitrogênio por plantas de arroz e de dois ecótipos de arroz vermelho. *Planta Daninha*, v. 17, p. 309-323, 1999.
- ERNANI, P K.; ALMEIDA, J. A. de; SANTOS, F. C. dos. Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ÁLVAREZ, V. H.; BARROS, N. F. de; *et al.* (Eds). Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS, p. 551-594, 2007.
- ESPIRONELO, A.; GALLO, J. R.; LAVORENTI, A.; IGUE, T.; HIROCE, R. Efeitos da adubação NPK nos teores de macronutrientes das folhas de cana-de-açúcar (cana-soca). *Bragantia*, Campinas, v. 45, n.2, p. 377-382, 1986.
- FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. Avaliação preliminar de cultivares de arroz irrigado para maior eficiência de utilização de nitrogênio. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v. 17, n. 12, p. 1709-1712, 1982.

- FONTES, P. C. R. Diagnóstico do estado nutricional das plantas. 1. Ed. Viçosa: UFV, 1002. 122 p.
- FURLANI, A. M. C.; CLARK, R. B. MARANVILLE, J. W.; ROSS, W. M. Sorghum genotype differences in phosphorus uptake, phosphorus efficiency, phosphorus mobilization and utilization. *J. Plant. Nut.*, v. 7, p. 1113-26, 1984.
- GALLO, J. R.; HIROCE, R.; ÁLVAREZ, R. Levantamento do estado nutricional de canaviais de São Paulo pela análise foliar. *Bragantia*, Campinas, v. 27, n. 3, p. 365-382, set. 1968.
- HARTT, H.; MENGEL, E., K. Effect of potassium deficiency upon translocation of  $^{14}\text{C}$  in attached blades and entire plants of sugarcane. *Plant Physiology*, v. 44, p. 1461-1469, 1969.
- KIST, V.; SILVEIRA, G.; COSTA, P. M. A.; OLIVEIRA, M. W.; BARBOSA, M. H. P. Nutrient use efficiency in sugarcane cultivars. *Rev. Cient. Jaboticabal*, v. 43, n.2, p. 117-125, 2015.
- KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B. Eficiência no uso de nitrogênio por cultivares de aveia branca de acordo com a adubação nitrogenada. *R. Bras. Ci. Solo*, v. 27, p. 1033-1038, 2003.
- KORNDORFER, G. H.; ALCARDE, J. C. Acúmulo e teor de fósforo em folhas de cana-de-açúcar. *R. Bras. Ci. Solo*, Campinas, v. 16, p. 217-222, 1992.
- LARCHER, W. *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos: Ed. Rima, 550 p., 2006.
- LUZ, C. Manejo da adubação potássica na cultura da cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34(4), 2010.
- MACHADO, J. C.; OLIVEIRA, M.; BARBOSA, M. H. P.; MENDES, L. C.; SILVA, F. L.; ROZANE, D. E. Adubação fosfatada, produção de sacarose e qualidade do caldo da RB 722454 no ciclo de cana-planta e primeira rebrota. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIAS DO SOLO, 29., Ribeirão Preto-SP, 2003. Anais... Ribeirão Preto-SP: SBCS, 2003.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201 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: Ícone, p.19-44, 1994.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. Ed. Piracicaba: ABPPF, 1997. 319 p.
- MARINHO, M. L.; ALBUQUERQUE, G. A. C. Resposta da cana-de-açúcar a níveis de P e correlação com análises foliar. In: CONGRESSO NACIONAL STAB, 1., Maceió-AL, 1979. Anais... Maceió-AL: STAB, 1979.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. Ed. London: Academic Press, 889 p., 1995

- MARTINEZ, H. E. P.; NOVAIS, R. F.; SACRAMENTO, L. V. S.; RODRIGUES, L. A. Comportamento de variedades de soja cultivadas sob diferentes níveis de fósforo: II. Translocação do fósforo absorvido e eficiência nutricional. R. Bras. Ci. Solo, Campinas, v. 17, p. 239-244, 1993.
- MEINZER, F. C. AND ZHU, J. Nitrogen stress reduces the efficiency of the C4 CO2 concentrating system and therefore quantum yield, in Saccharum (sugarcane) species. Journal of Experimental Botany, v. 49, n. 324, p. 1227-1234, July, 1998.
- MENDES, L. C. Eficiência nutricional de cultivares de cana-de-açúcar. (Tese de mestrado). Viçosa, 2006.
- NETAFIM: Departamento de Agricultura. El clima en la caña de azúcar: Disponível em: <http://www.sugarcane crops.com/s/climate/>. Acesso em 14 de setembro de 2016.
- NOVAIS, R. F.; SMITH, T. J. Fósforo em solo e plantas em condições tropicais. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399 p.
- OLIVEIRA, M. W.; BARBOSA, M. H. P., MURILO, C.; ANDRADE M. B: M.; MENDES, L. C. Análise quantitativa do crescimento da variedade de cana-de-açúcar RB 72454. In: ENCONTRO DE BOTÂNICOS DE MG, BA e ES. Resumos do XXIII Encontro de Botânicos de MG, BA e ES. UFV/SBB. V. 1, p. 89-89, 2001.
- OLIVEIRA, M. W.; MENDES, L. C., BARBOSA, M. H. P., VITTI, A. C., FARIA, R. O. Avaliação do potencial produtivo de sete variedades de cana-de-açúcar sob irrigação complementar. Anais... In: XXV REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, IV Reunião Brasileira de Biologia do Solo. Rio de Janeiro, v. 1, p. 95<sup>a</sup>, 2002.
- ORLANDO FILHO, J.; ZAMBELLO JR., E. Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil. Piracicaba-SP, 1983. 369 p.
- PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M. Eficiência da escória de siderurgia em latossolo vermelho na nutrição e na produção de matéria seca de cana-de-açúcar cultivada em vaso. STAB, mar./abr., v. 19, n. 4, 2001.
- PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; NATALE, W. Calcário e escória de siderurgia avaliados por análise foliar, acúmulo, e exportação de macronutrientes em cana-de-açúcar. Scientia Agrícola, v. 59, n. 1, p. 129-135, jan./mar. 2002.
- PROCAÑA: Asociación colombiana de productores y proveedores de caña de azúcar: Historia de la caña de azúcar. Disponível em: <http://www.procana.org/new/estadisticas/historia-de-la-ca%C3%B1a-de-azucar.html>
- RAIJ, B. V. Nova tabela de adubação e calagem para a cana-de-açúcar. In; SEMANA DA CANA-DE-AÇÚCAR DE PIRACICABA. Piracicaba-SP, 1997. Anais... Piracicaba-SP: ESALQ/IAC, 1997. P. 40-42.
- RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.) Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. Ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. P. 233-239 (Boletim Técnico, 100).

- RAMOS, S. J.; FAQUIN, V.; RODRIGUES, C. R.; *et al.* Biomass production and phosphorus use of forage grasses fertilized with two phosphorus sources. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 2009.
- REIS JR., R. A.; MONNERAT, P. H. DRIS norms validation for sugarcane crop. *Pesq. Agropec. Bras*, Brasília, v. 38, n.3, p. 379-385, mar. 2003.
- ROBERTSON, M. J.; WOOD, A. W.; MUCHOW, R. C. Growth of sugarcane under high input conditions in tropical Australia. I. Radiation use, biomass accumulation and partitioning. *Field Crops Res.*, v, 48, p. 11-5, 1996.
- ROSSETTO, R.; DIAS F. L. F.; VITTI, A. C.; TAVARES, S. I. Potássio. In: Dinardo-Miranda, LL et al. (ed). *Cana-de-açúcar*. Campinas: Instituto Agronômico. 882p., 2008.
- ROZANE, D. E.; OLIVEIRA, M. W.; BARSBOSA, M. H. P.; MENDES, L. C.; SILVA, F. L.; SILVEIRA, L. C. I. Acúmulo de matéria seca e de sacarose em cana-de-açúcar adubada com diferentes doses de N. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 29, Ribeirão Preto-SP: SBCS, 2003. Anais... Ribeirão Preto-SP: SBCS. v. 1 (CD-ROM), 2003.
- SANTOS, F.; BORÉM, A. *Cana-de-açúcar: do plantio à colheita: Irrigação*. Viçosa, MG. p. 290, 2016.
- SIDDIQI, M. Y.; GLASS, A. D. M. Utilization index; a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. *Journal Plant Nutrition*, v. 4, n.3, p. 289-302, 1981.
- SILVEIRA, L. C. I.; OLIVEIRA, M. W.; BARBOSA, M. H. P.; ANDRADE M. B. M.; MENDES, L. C. Crescimento e produção de sacarose por seis variedades de cana. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 8., Pernambuco-PE: STAB. Anais... Pernambuco-PE: SAB, 2002.
- SILVEIRA, G. Eficiência nutricional em fósforo de genótipos de cana-de-açúcar. (Tese de doutorado). Viçosa, MG, 2013.
- STUPIELLO, J. P. A expansão canavieira no Brasil. In: SIMPÓSIO DE TENCOLOGIA DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR, 2. Piracicaba-SP: ESALQ. Anais... Piracicaba-SP: ESALQ, 2005. (CD-ROM).
- TOMAZ, M. A.; Silva, S. R.; SAKIYAMA, N. S.; MARTINEZ, H. E. P. Eficiência de absorção e uso de cálcio, magnésio e enxofre por mudas enxertadas de *Coffea arabica*. *R. Bras. Ci. Solo*, v. 27, n. 5, p. 885-892, 2003.
- TRANI, P.E.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O. C. *Análise foliar: amostragem e interpretação*. Campinas: Fundação Cargil, 1983, 18 p.
- URQUIAGA, S.; CRUZ, K. H. S.; BODDEY, R. M. Contribution of nitrogen fixation to sugar cane: nitrogen -15 and nitrogen-balance estimates. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 56, n.1, p. 105-114, 1992.
- VASCONCELOS, A. C. M.; GARCÍA, J. C. D. Desenvolvimento radicular da cana-de-açúcar. *Informações Agronômicas*, n. 110, junho, 2005.

- WACLAWOVSKY, A. J.; SATO, P. M.; LEMBKE, C. G.; MOORE, P. H.; SOUZA, G. M. Sugarcane for bioenergy production: an assessment of yield and regulation of sucrose content. *Plant Biotechnology Journal*, 8., p. 263-276, 2010.
- WILKINSON, S. R.; GRUNES, D. L. & SUMNER, M. E. Nutrient interaction in soil and plant nutrition. In: SUMNER, M. E., Ed. *Handbook of soil Science*. Boca Raton, CRC Press, p. D89-D112, 2000.

## **7. ANEXOS**

Tabela 1. Médias da concentração de N no colmo (%), acúmulo de N no colmo (ACNC), eficiência de uso de N para produção de matéria seca do colmo (EUN.MSC), para produção de toneladas de colmo por hectare (EUN.TCH) e para produção de toneladas de sacarose aparente por hectare (EUN.TPH) em cinco épocas de avaliação ao longo do desenvolvimento de quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo.

Tratamentos	Concentração de N no colmo (%)					Acúmulo de N no colmo (ACNC)					Eficiência de uso de N (EUN.MSC)					Eficiência de uso de N (EUN.TCH)					Eficiência de uso de N (EUN.TPH)
	(dag kg <sup>-1</sup> )					(kg ha <sup>-1</sup> )					(ton de MSC ha <sup>-1</sup> dag <sup>-1</sup> de N)					(ton de TCH ha <sup>-1</sup> dag <sup>-1</sup> de N)					(ton de TPH ha <sup>-1</sup> dag <sup>-1</sup> de N)
Dose de K <sup>+</sup> (kg ha <sup>-1</sup> )	Av. 1 <sup>1</sup>	Av. 2	Av. 3	Av. 4	Av. 5 <sup>2</sup>	Av. 1 <sup>2</sup>	Av. 2	Av. 3	Av. 4	Av. 5	Av. 1	Av. 2	Av. 3	Av. 4	Av. 5	Av. 1	Av. 2	Av. 3	Av. 4	Av. 5	Av. 5
0	1,73	0,25	0,15	0,16	0,55	0,65	4,32	9,74	18,83	39,63	0,13	8,65	39,00	94,20	41,24	0,88	34,11	155,42	291,03	151,09	14,28
92	1,53	0,26	0,16	0,17	0,58	0,80	6,51	18,36	36,71	79,68	0,15	10,01	85,32	159,06	65,50	0,96	40,63	229,21	493,81	240,95	36,89
188	1,63	0,30	0,17	0,20	0,60	0,92	8,90	25,88	49,60	90,30	0,22	12,26	104,94	136,55	68,79	1,25	41,10	287,20	413,66	255,62	38,98
284	1,65	0,22	0,17	0,15	0,62	0,82	7,51	22,18	32,96	69,40	0,18	15,53	83,01	188,65	64,03	1,10	59,53	241,73	543,26	237,30	37,91
381	1,51	0,23	0,19	0,14	0,64	0,77	6,51	21,78	30,69	88,94	0,13	15,03	65,34	173,78	51,10	0,88	58,45	185,25	474,49	188,16	28,52
Genótipos																					
RB 92579 (2)	1,66 ab	0,24	0,16 b	0,17	0,61 ab	0,83	7,24	18,98 ab	33,17	74,35 ab	0,19	13,65 a	82,64 ab	167,27 ab	57,13	0,94	49,39	240,70	468,75 a	228,44	35,06
RB 987935 (1)	1,45 b	0,22	0,16 b	0,16	0,63 a	0,82	6,35	24,40 a	36,82	91,50 a	0,14	12,24 ab	102,20 a	137,86 ab	59,26	1,25	47,43	236,74	482,75 a	201,63	28,15
RB 988082 (4)	1,53 b	0,25	0,19 a	0,17	0,59 ab	0,80	7,21	19,53 ab	35,68	67,24 ab	0,15	14,50 a	58,58 b	118,87 b	61,17	0,92	49,87	208,42	325,96 b	216,53	30,74
RB 867515 (3)	1,80 a	0,29	0,16 b	0,16	0,57 b	0,71	6,20	15,47 b	29,35	61,26 b	0,18	8,83 b	58,67 b	177,78 a	54,95	0,96	40,36	193,20	495,55 a	211,91	32,12

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo Tukey a 5 %.

<sup>1</sup>Os valores originais foram transformados para seguir distribuição normal segundo a equação  $X = 1/x$

<sup>2</sup>Os valores originais foram transformados para seguir distribuição normal segundo a equação  $X = \sqrt{x}$

Tabela 2. Médias da concentração de P no colmo (%), acúmulo de P no colmo (ACPC), eficiência de uso de P para produção de matéria seca do colmo (EUP.MSC), para produção de toneladas de colmo por hectare (EUP.TCH) e para produção de toneladas de sacarose aparente por hectare (EUP.TPH) em cinco épocas de avaliação ao longo do desenvolvimento de quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo.

Tratamentos	Concentração de P no colmo (%)					Acúmulo de P no colmo (ACPC)					Eficiência de uso de P (EUP.MSC)					Eficiência de uso de P (EUP.TCH)					Eficiência de uso de P (EUP.TPH)
	(dag kg <sup>-1</sup> )					(kg ha <sup>-1</sup> )					(ton de MSC ha <sup>-1</sup> dag <sup>-1</sup> de P)					(ton de TCH ha <sup>-1</sup> dag <sup>-1</sup> de P)					(ton de TPH ha <sup>-1</sup> dag <sup>-1</sup> de P)
Dose de K <sup>+</sup> (kg ha <sup>-1</sup> )	Av. 1	Av. 2	Av. 3	Av. 4	Av. 5	Av. 1	Av. 2	Av. 3	Av. 4	Av. 5	Av. 1	Av. 2	Av. 3	Av. 4	Av. 5	Av. 1	Av. 2	Av. 3	Av. 4	Av. 5 <sup>1</sup>	Av. 5
0	0,43	0,15	0,09	0,09	0,10	0,36	3,11	5,84	11,29	12,55	0,19	14,16	71,39	263,61	130,30	1,23	50,50	246,25	800,10	21,50	45,60
92	0,42	0,20	0,12	0,13	0,11	0,40	4,82	17,52	26,80	22,15	0,23	14,55	126,97	280,27	220,91	1,47	53,57	399,03	852,50	27,30	150,74
188	0,41	0,17	0,13	0,16	0,11	0,46	4,83	19,18	36,17	26,39	0,35	28,54	168,79	282,70	248,12	1,99	71,52	520,90	847,45	29,83	153,27
284	0,41	0,21	0,16	0,16	0,13	0,40	5,58	18,22	32,07	26,03	0,28	23,44	126,97	271,84	223,72	1,73	73,60	300,93	784,91	26,70	126,54
381	0,41	0,20	0,10	0,14	0,11	0,35	5,24	12,51	28,92	22,68	0,24	23,10	99,03	353,83	166,95	1,45	58,40	272,77	1014,97	25,52	115,59
Genótipos																					
RB 92579 (2)	0,42 ab	0,16	0,10 b	0,13	0,11 ab	0,45 a	4,30	12,07	25,80	20,28 b	0,28	33,72 a	167,37 a	339,74	172,72	1,84	73,13	397,97 ab	934,65	29,80 a	146,04 a
RB 987935 (1)	0,46 a	0,19	0,098 b	0,14	0,14 a	0,40 ab	4,92	16,26	31,83	33,09 a	0,22	14,51 b	162,90 a	245,48	195,91	1,41	50,57	434,13 a	870,32	23,30 b	80,05 b
RB 988082 (4)	0,36 c	0,18	0,12 ab	0,14	0,09 b	0,32 b	4,91	14,65	24,80	16,64 b	0,28	20,90 b	83,16 b	273,27	202,36	1,79	66,69	320,19 bc	790,65	26,90 ab	131,81 a
RB 867515 (3)	0,40 bc	0,21	0,17 a	0,14	0,10 ab	0,40 ab	4,72	15,63	25,80	17,85 b	0,25	13,90 b	61,10 b	302,45	205,81	1,27	55,74	239,60 c	844,32	26,27 ab	115,47 ab

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo Tukey a 5 %.

<sup>1</sup>Os valores originais foram transformados para seguir distribuição normal segundo a equação  $X = \sqrt{x}$

Tabela 3. Médias da concentração de Ca no colmo (%), acúmulo de Ca no colmo (ACCaC), eficiência de uso de Ca para produção de matéria seca do colmo (EUCa.MSC), para produção de toneladas de colmo por hectare (EUCa.TCH) e para produção de toneladas de sacarose aparente por hectare (EUCa.TPH) em cinco épocas de avaliação ao longo do desenvolvimento de quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo.

Tratamentos	Concentração de Ca no colmo (%)					Acúmulo de Ca no colmo (ACCaC)					Eficiência de uso de Ca (EUCa.MSC)					Eficiência de uso de Ca (EUCa.TCH)					Eficiência de uso de Ca (EUCa.TPH) (ton de TPH ha <sup>-1</sup> dag <sup>-1</sup> de Ca)
	(dag kg <sup>-1</sup> )					(kg ha <sup>-1</sup> )					(ton de MSC ha <sup>-1</sup> dag <sup>-1</sup> de Ca)					(ton de TCH ha <sup>-1</sup> dag <sup>-1</sup> de Ca)					
Dose de K <sup>+</sup> (kg ha <sup>-1</sup> )	Av. 1	Av. 2	Av. 3	Av. 4	Av. 5	Av. 1	Av. 2	Av. 3	Av. 4	Av. 5	Av. 1	Av. 2	Av. 3	Av. 4	Av. 5	Av. 1	Av. 2	Av. 3	Av. 4	Av. 5 <sup>1</sup>	Av. 5
0	0,52	0,09	0,07	0,14	0,92	0,44	1,75	4,32	18,79	103,77	0,17	26,86	88,67	61,23	15,73	1,03	125,63	291,21	202,32	57,02	5,38
92	0,50	0,11	0,09	0,20	0,93	0,48	2,6	11,04	43,81	202,19	0,19	32,88	128,71	112,31	25,87	1,23	134,84	380,98	347,97	95,57	14,74
188	0,49	0,15	0,12	0,26	0,91	0,55	4,10	19,24	44,16	205,82	0,23	41,42	148,92	166,46	29,70	1,66	150,39	405,24	513,52	110,52	17,36
284	0,49	0,20	0,15	0,11	0,86	0,47	5,95	20,43	22,38	164,12	0,21	48,03	162,05	257,56	28,22	1,44	159,50	421,91	742,42	104,15	16,63
381	0,49	0,12	0,095	0,09	0,83	0,42	4,06	11,47	19,13	154,79	0,19	54,32	172,34	287,53	30,81	1,21	208,94	449,51	844,69	114,01	17,34
Genótipos																					
RB 92579 (2)	0,51 ab	0,14	0,10	0,13	0,93 a	0,54 a	3,89 ab	13,55 b	26,76	173,10 ab	0,22	34,51 b	132,32 b	214,01 a	28,36	1,53	166,12	409,25 a	587,41	96,44	14,89
RB 987935 (1)	0,56 a	0,15	0,11	0,13	0,90 ab	0,48 ab	4,09 a	18,70 a	31,26	191,31 a	0,16	40,27 b	153,18 a	146,40 b	24,12	1,18	140,20	330,87 b	564,46	96,50	13,42
RB 988082 (4)	0,44 c	0,13	0,10	0,13	0,92 ab	0,38 b	3,79 ab	10,84 b	26,27	176,43 ab	0,21	52,61 a	141,92 ab	171,73 ab	27,69	1,48	163,69	379,85 ab	470,20	85,30	12,39
RB 867515 (3)	0,49 bc	0,13	0,10	0,23	0,82b	0,48 ab	3,02 b	10,13 b	34,33	123,70 b	0,21	35,42 b	133,13 ab	175,94 ab	24,09	1,06	153,42	439,11 a	498,68	106,79	16,46

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo Tukey a 5 %.

<sup>1</sup>Os valores originais foram transformados para seguir distribuição normal segundo a equação  $X = \sqrt{x}$ .

Tabela 4. Médias da concentração de Mg no colmo (%), acúmulo de Mg no colmo (ACMgC), eficiência de uso de Mg para produção de matéria seca do colmo (EUMg.MSC), para produção de toneladas de colmo por hectare (EUMg.TCH) e para produção de toneladas de sacarose aparente por hectare (EUMg.TPH) em cinco épocas de avaliação ao longo do desenvolvimento de quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo.

Tratamentos	Concentração de Mg no colmo (%)					Acúmulo de Mg no colmo (ACMgC)					Eficiência de uso de Mg (EUMg.MSC)					Eficiência de uso de Mg (EUMg.TCH)					Eficiência de uso de Mg (EUMg.TPH)
	(dag kg <sup>-1</sup> )					(kg ha <sup>-1</sup> )					(ton de MSC ha <sup>-1</sup> dag <sup>-1</sup> de Mg)					(ton de TCH ha <sup>-1</sup> dag <sup>-1</sup> de Mg)					(ton de TPH ha <sup>-1</sup> dag <sup>-1</sup> de Mg)
Dose de K <sup>+</sup> (kg ha <sup>-1</sup> )	Av. 1	Av. 2	Av. 3	Av. 4	Av. 5	Av. 1	Av. 2	Av. 3	Av. 4	Av. 5	Av. 1	Av. 2	Av. 3	Av. 4	Av. 5	Av. 1	Av. 2	Av. 3	Av. 4	Av. 5 <sup>1</sup>	Av. 5
0	0,26	0,04	0,03	0,07	0,65	0,22	0,87	2,16	9,39	25,94	0,34	14,71	177,34	131,64	31,47	2,05	59,06	557,37	379,65	114,05	10,76
92	0,25	0,06	0,04	0,10	0,66	0,24	1,32	5,52	21,91	50,54	0,38	19,75	247,38	224,62	51,75	2,45	67,58	696,70	695,93	191,15	29,48
188	0,24	0,08	0,06	0,13	0,64	0,28	2,05	9,62	22,07	51,46	0,47	20,08	264,70	349,54	59,40	3,32	76,47	827,25	1060,44	221,05	34,73
284	0,25	0,10	0,07	0,05	0,61	0,23	2,97	10,22	11,19	41,03	0,42	21,59	264,08	473,46	56,43	2,89	78,92	824,00	1534,95	208,30	33,27
381	0,24	0,06	0,05	0,04	0,59	0,21	2,03	5,73	9,57	38,70	0,38	26,91	278,46	583,49	61,63	2,42	104,10	885,12	1952,71	228,02	34,70
Genótipos																					
RB 92579 (2)	0,25 ab	0,07	0,05	0,06	0,66 a	0,27 a	1,95 ab	6,77 b	13,38	43,27 ab	0,43	21,44	249,01	428,03 a	48,24	3,06	82,28	817,77 a	1174,81	192,88	29,79
RB 987935 (1)	0,28 a	0,07	0,06	0,06	0,64 ab	0,24 ab	2,04 a	9,34 a	15,63	47,83 a	0,32	20,67	268,75	300,31 b	56,73	2,36	71,30	634,13 b	1108,92	193,02	26,85
RB 988082 (4)	0,22 c	0,06	0,05	0,07	0,65 ab	0,19 b	1,89 ab	5,41 b	13,13	44,11 ab	0,42	21,31	220,20	343,46 ab	48,19	2,97	78,84	746,96 ab	1047,21	170,60	24,79
RB 867515 (3)	0,24 bc	0,06	0,05	0,11	0,58 b	0,24 ab	1,51 b	5,06 b	17,16	30,93 b	0,42	19,02	247,60	338,41 ab	55,38	2,12	76,47	833,50 a	1167,99	213,57	32,93

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo Tukey a 5 %.

Os valores de MFPA entre parêntesis na primeira avaliação e MSPA entre parêntesis na primeira e terceira avaliação foram transformados para seguir distribuição normal segundo a equação  $X = \sqrt{x}$ .

<sup>1</sup>Os valores originais foram transformados para seguir distribuição normal segundo a equação  $X = \sqrt{x}$ .

Tabela 5: Equações de regressão e R<sup>2</sup> para teor de N, P, K, Ca e Mg no colmo de cana-de-açúcar aos cinco, oito, dez, doze e quatorze meses após o plantio (MAP) ao nível de campo, em função de cinco doses de K.

Época avaliada	Nutriente	Equação de regressão	R <sup>2</sup>
1 (5 MAP)	N	$\hat{y} = 1,673$	n.s.
	P	$\hat{y} = 0,4259$	n.s.
	K	$\hat{y} = -8E-06x^2 + 0,0031x + 2,5638$	0,82 **
	Ca	$\hat{y} = 0,5118$	n.s.
	Mg	$\hat{y} = 0,2559$	n.s.
2 (8 MAP)	N	$\hat{y} = 0,2511$	n.s.
	P	$\hat{y} = 0,1572$	n.s.
	K	$\hat{y} = 0,5625$	n.s.
	Ca	$\hat{y} = -2E-06x^2 + 0,0007x + 0,0767$	0,67 **
	Mg	$\hat{y} = -1E-06x^2 + 0,0004x + 0,0349$	0,81 **
3 (10 MAP)	N	$\hat{y} = 0,1502$	n.s.
	P	$\hat{y} = -1E-06x^2 + 0,0005x + 0,0852$	0,74 *
	K	$\hat{y} = -2E-06x^2 + 0,0011x + 0,345$	0,89 *
	Ca	$\hat{y} = -1E-06x^2 + 0,0006x + 0,0616$	0,75 **
	Mg	$\hat{y} = -6E-07x^2 + 0,0003x + 0,026$	0,85 **
4 (12 MAP)	N	$\hat{y} = -9E-07x^2 + 0,0003x + 0,159$	0,65 **
	P	$\hat{y} = 0,0888$	n.s.
	K	$\hat{y} = -3E-06x^2 + 0,0016x + 0,1458$	0,95 **
	Ca	$\hat{y} = 0,1461$	n.s.
	Mg	$\hat{y} = 0,0706$	n.s.
5 (14 MAP)	N	$\hat{y} = 0,0002x + 0,5545$	0,99 **
	P	$\hat{y} = -3E-07x^2 + 0,0002x + 0,0983$	0,57 **
	K	$\hat{y} = 0,0023x + 1,0522$	0,95 **
	Ca	$\hat{y} = 0,9397$	n.s.
	Mg	$\hat{y} = 0,6638$	n.s.

ns - não significativos; \* - significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

Tabela 6: Equações de regressão e R<sup>2</sup> para acúmulo de N, P, K, Ca e Mg no colmo de cana-de-açúcar aos cinco, oito, dez, doze e quatorze meses após o plantio (MAP) ao nível de campo, em função de cinco doses de K.

Época avaliada	Nutriente	Equação de regressão	R <sup>2</sup>
1 (5 MAP)	N	$\hat{y} = 0,6527$	n.s.
	P	$\hat{y} = 0,3555$	n.s.
	K	$\hat{y} = -2E-05x^2 + 0,009x + 2,1066$	0,87 **
	Ca	$\hat{y} = 0,4353$	n.s.
	Mg	$\hat{y} = 0,2179$	n.s.
2 (8 MAP)	N	$\hat{y} = -8E-05x^2 + 0,0363x + 4,2395$	0,91 **
	P	$\hat{y} = -3E-05x^2 + 0,0154x + 3,2438$	0,91 *
	K	$\hat{y} = -0,0002x^2 + 0,0755x + 9,1377$	0,83 *
	Ca	$\hat{y} = -4E-07x^3 + 0,0002x^2 - 0,0082x + 1,8067$	0,98 **
	Mg	$\hat{y} = -2E-07x^3 + 9E-05x^2 - 0,0036x + 0,8994$	0,98 **
3 (10 MAP)	N	$\hat{y} = -0,0002x^2 + 0,1177x + 9,8955$	0,92 **
	P	$\hat{y} = -0,0003x^2 + 0,1269x + 6,5958$	0,96 **
	K	$\hat{y} = -0,001x^2 + 0,4517x + 21,308$	0,92 **
	Ca	$\hat{y} = -0,0003x^2 + 0,1414x + 3,1112$	0,93 **
	Mg	$\hat{y} = -0,0002x^2 + 0,0707x + 1,5544$	0,93 **
4 (12 MAP)	N	$\hat{y} = -0,0006x^2 + 0,23x + 19,958$	0,78 **
	P	$\hat{y} = -0,0004x^2 + 0,1957x + 11,809$	0,96 **
	K	$\hat{y} = -0,001x^2 + 0,5065x + 20,532$	0,92 **
	Ca	$\hat{y} = -0,0006x^2 + 0,2108x + 22,833$	0,69 **
	Mg	$\hat{y} = -0,0003x^2 + 0,1054x + 11,415$	0,69 **
5 (14 MAP)	N	$\hat{y} = -0,0006x^2 + 0,3086x + 45,944$	0,66 **
	P	$\hat{y} = -0,0002x^2 + 0,1173x + 12,845$	0,99 **
	K	$\hat{y} = -0,0037x^2 + 1,953x + 131,28$	0,93 *
	Ca	$\hat{y} = -0,002x^2 + 0,8426x + 117,01$	0,75 *
	Mg	$\hat{y} = -0,0005x^2 + 0,2107x + 29,247$	0,75 *

ns - não significativos; \* - significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

Tabela 7. Resumo da análise de variância das características fitotécnicas de quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo aos cinco meses após o plantio

FV	GL	MFPA <sup>1</sup>	MSPA <sup>1</sup>	TCH	MSC
(ton ha <sup>-1</sup> )					
Fc					
Bloco	3	3,08*	2,80*	1,74 <sup>ns</sup>	1,58 <sup>ns</sup>
Dose	4	3,32*	3,13*	3,99**	3,74**
Genótipo	3	7,05**	3,67*	3,94*	2,20 <sup>ns</sup>
D*G	12	1,74 <sup>ns</sup>	1,64 <sup>ns</sup>	1,56 <sup>ns</sup>	1,41 <sup>ns</sup>
Resíduo	57				
C.V. (%)		20,81	20,91	23,09	24,16

ns - não significativos; \* - significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

<sup>1</sup>Os valores originais foram transformados segundo a equação  $X = \sqrt{x}$

Tabela 8. Resumo da análise de variância, em blocos ao acaso, da concentração (%) de N, P, K, Ca e Mg no colmo em quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo aos cinco meses após o plantio.

FV	GL	N	P	K	Ca	Mg
(dag kg <sup>-1</sup> )						
Fc						
Bloco	2	0,49 <sup>ns</sup>	1,46 <sup>ns</sup>	0,72 <sup>ns</sup>	1,46 <sup>ns</sup>	1,46 <sup>ns</sup>
Dose	4	1,47 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>ns</sup>	3,35*	0,47 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>ns</sup>
Genótipo	3	3,65*	7,93**	3,23*	7,92**	7,92**
D*G	12	1,43 <sup>ns</sup>	1,77 <sup>ns</sup>	1,74 <sup>ns</sup>	1,77 <sup>ns</sup>	1,77 <sup>ns</sup>
Resíduo	38					
C.V. (%)		4,21	3,95	2,21	3,95	3,95

ns - não significativos; \* - significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

Tabela 9. Resumo da análise de variância, em blocos ao acaso, do acúmulo de N (ACN), P (ACP), K (ACK), Ca (ACCa) e Mg (ACMg) no colmo a em quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo aos cinco meses após o plantio.

FV	GL	ACN	ACP	ACK	ACCa	ACMg
(kg ha <sup>-1</sup> )						
Fc						
Bloco	2	0,81 <sup>ns</sup>	1,87 <sup>ns</sup>	0,88 <sup>ns</sup>	1,93 <sup>ns</sup>	2,00 <sup>ns</sup>
Dose	4	1,68 <sup>ns</sup>	1,46 <sup>ns</sup>	3,46*	1,46 <sup>ns</sup>	1,43 <sup>ns</sup>
Genótipo	3	0,91 <sup>ns</sup>	3,15*	1,78 <sup>ns</sup>	3,25*	3,28*
D*G	12	1,61 <sup>ns</sup>	1,78 <sup>ns</sup>	1,83 <sup>ns</sup>	1,80 <sup>ns</sup>	1,85 <sup>ns</sup>
Resíduo	38					
C.V. (%)		15,24	11,54	9,23	11,36	11,15

ns - não significativos; \* - significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

Tabela 10. Resumo da análise de variância, em blocos ao acaso, da eficiência nutricional de N (EUN), de P (EUP), K (EUK), Ca (EUCa) e Mg (EUMg) para produção de matéria seca do colmo (EUN MSC) aos cinco meses após o plantio em quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo.

FV	GL	EUN MSC	EUP MSC	EUK MSC	EUCa MSC	EUMg MSC
ton de MSC dag <sup>-1</sup> de nutriente						
Fc						
Bloco	2	0,26 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	2,18 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>
Dose	4	0,93 <sup>ns</sup>	1,29 <sup>ns</sup>	1,47 <sup>ns</sup>	1,30 <sup>ns</sup>	1,30 <sup>ns</sup>
Genótipo	3	3,21 <sup>*</sup>	1,95 <sup>ns</sup>	2,66 <sup>ns</sup>	2,07 <sup>ns</sup>	2,00 <sup>ns</sup>
D*G	12	1,57 <sup>ns</sup>	1,76 <sup>ns</sup>	1,31 <sup>ns</sup>	1,76 <sup>ns</sup>	1,73 <sup>ns</sup>
Resíduo	38					
C.V. (%)		19,28	16,14	14,04	15,91	15,96

ns - não significativos; \* - significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

Tabela 11. Resumo da análise de variância, em blocos ao acaso, da eficiência nutricional de N (EUN), de P (EUP), K (EUK), Ca (EUCa) e Mg (EUMg) para produção de tonelada de colmo industrializável por hectare (EUN TCH) aos cinco meses após o plantio em quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo.

FV	GL	EUN TCH	EUP TCH	EUK TCH	EUCa TCH	EUMg TCH
TCH dag <sup>-1</sup> de nutriente						
Fc						
Bloco	2	1,28 <sup>ns</sup>	1,12 <sup>ns</sup>	1,77 <sup>ns</sup>	1,12 <sup>ns</sup>	1,13 <sup>ns</sup>
Dose	4	1,10 <sup>ns</sup>	1,70 <sup>ns</sup>	1,04 <sup>ns</sup>	1,71 <sup>ns</sup>	1,70 <sup>ns</sup>
Genótipo	3	1,25 <sup>ns</sup>	1,90 <sup>ns</sup>	1,02 <sup>ns</sup>	1,89 <sup>ns</sup>	1,90 <sup>ns</sup>
D*G	12	0,93 <sup>ns</sup>	1,09 <sup>ns</sup>	1,21 <sup>ns</sup>	1,09 <sup>ns</sup>	1,09 <sup>ns</sup>
Resíduo	38					
C.V. (%)		22,48	29,19	23,51	29,19	29,15

ns - não significativos; \* - significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

Tabela 12. Resumo da análise de variância das características fitotécnicas de quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo aos oito meses após o plantio

FV	GL	MFPA	MSPA	TCH	MSC
(ton ha <sup>-1</sup> )					
Fc					
Bloco	3	0,41 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>	1,07 <sup>ns</sup>	0,77 <sup>ns</sup>
Dose	4	4,25 <sup>**</sup>	4,30 <sup>**</sup>	5,10 <sup>**</sup>	5,47 <sup>**</sup>
Genótipo	3	2,48 <sup>ns</sup>	2,67 <sup>ns</sup>	2,40 <sup>ns</sup>	3,21 <sup>**</sup>
D*G	12	1,53 <sup>ns</sup>	1,54 <sup>ns</sup>	1,37 <sup>ns</sup>	1,50 <sup>ns</sup>
Resíduo	57				
C.V. (%)		20,74	20,61	18,44	16,72

ns - não significativos; \* - significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

Tabela 13. Resumo da análise de variância, em blocos ao acaso, da concentração (%) de N, P, K, Ca e Mg no colmo em quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo aos oito meses após o plantio.

FV	GL	N	P	K	Ca	Mg
(dag kg <sup>-1</sup> )						
Fc						
Bloco	2	1,54 <sup>ns</sup>	3,80*	1,23 <sup>ns</sup>	2,40 <sup>ns</sup>	2,40 <sup>ns</sup>
Dose	4	1,92 <sup>ns</sup>	0,49 <sup>ns</sup>	1,52 <sup>ns</sup>	38,23**	38,23**
Genótipo	3	1,87 <sup>ns</sup>	0,74*	3,32*	2,70 <sup>ns</sup>	2,70 <sup>ns</sup>
D*G	12	1,16 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>ns</sup>	1,85 <sup>ns</sup>	1,81 <sup>ns</sup>	1,81 <sup>ns</sup>
Resíduo	38					
C.V. (%)		5,91	6,08	6,44	6,74	6,74

ns - não significativos; \* - significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

Tabela 14. Resumo da análise de variância, em blocos ao acaso, do acúmulo de N (ACN), P (ACP), K (ACK), Ca (ACCa) e Mg (ACMg) no colmo a em quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo aos oito meses após o plantio.

FV	GL	ACN	ACP	ACK	ACCa	ACMg
(kg ha <sup>-1</sup> )						
Fc						
Bloco	2	3,63*	2,03 <sup>ns</sup>	0,79 <sup>ns</sup>	2,80 <sup>ns</sup>	2,80 <sup>ns</sup>
Dose	4	9,18**	3,42*	8,05**	29,17**	29,13**
Genótipo	3	1,25*	0,39 <sup>ns</sup>	9,99**	3,10*	3,08*
D*G	12	1,97 <sup>ns</sup>	1,18 <sup>ns</sup>	1,74 <sup>ns</sup>	1,56 <sup>ns</sup>	1,56 <sup>ns</sup>
Resíduo	38					
C.V. (%)		18,36	17,74	12,03	7,80	7,83

ns - não significativos; \* - significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

Tabela 15. Resumo da análise de variância, em blocos ao acaso, da eficiência nutricional de N (EUN), de P (EUP), K (EUK), Ca (EUCa) e Mg (EUMg) para produção de matéria seca do colmo (EUN MSC) aos cinco meses após o plantio em quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo.

FV	GL	EUN MSC	EUP MSC	EUK MSC	EUCa MSC	EUMg MSC
ton de MSC dag <sup>-1</sup> de nutriente						
Fc						
Bloco	2	1,26 <sup>ns</sup>	0,87 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	3,68*	1,72 <sup>ns</sup>
Dose	4	5,02**	3,02*	0,78 <sup>ns</sup>	31,22**	12,93**
Genótipo	3	4,28*	8,23 <sup>ns</sup>	3,67*	21,99**	1,04 <sup>ns</sup>
D*G	12	1,14 <sup>ns</sup>	1,27 <sup>ns</sup>	1,41 <sup>ns</sup>	1,18 <sup>ns</sup>	1,78 <sup>ns</sup>
Resíduo	38					
C.V. (%)		7,93	19,77	21,06	16,90	10,43

ns - não significativos; \* - significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

Tabela 16. Resumo da análise de variância, em blocos ao acaso, da eficiência nutricional de N (EUN), de P (EUP), K (EUK), Ca (EUCa) e Mg (EUMg) para produção de tonelada de colmo industrializável por hectare (EUN TCH) aos oito meses após o plantio em quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo.

FV	GL	EUN TCH	EUP TCH	EUK TCH	EUCa TCH	EUMg TCH
TCH dag <sup>-1</sup> de nutriente						
Fc						
Bloco	2	1,60 <sup>ns</sup>	1,73 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	1,53 <sup>ns</sup>	0,96 <sup>ns</sup>
Dose	4	6,20 <sup>**</sup>	2,02 <sup>*</sup>	0,69 <sup>ns</sup>	10,60 <sup>**</sup>	10,75 <sup>**</sup>
Genótipo	3	1,13 <sup>ns</sup>	2,41 <sup>ns</sup>	2,69 <sup>ns</sup>	1,75 <sup>ns</sup>	0,99 <sup>ns</sup>
D*G	12	1,89 <sup>ns</sup>	1,33 <sup>ns</sup>	1,70 <sup>ns</sup>	1,58 <sup>ns</sup>	1,56 <sup>ns</sup>
Resíduo	38					
C.V. (%)		14,21	21,55	20,36	22,16	13,18

ns - não significativos; \* - significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

Tabela 17. Resumo da análise de variância das características fitotécnicas de quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo aos dez meses após o plantio

FV	GL	MFPA <sup>1</sup>	MSPA	TCH	MSC	°Brix
(ton ha <sup>-1</sup> )						(dag kg <sup>-1</sup> )
Fc						
Bloco	3	2,77 <sup>ns</sup>	3,01 <sup>*</sup>	3,03 <sup>*</sup>	2,65 <sup>ns</sup>	2,66 <sup>ns</sup>
Dose	4	12,74 <sup>**</sup>	11,15 <sup>**</sup>	12,32 <sup>**</sup>	13,72 <sup>**</sup>	5,28 <sup>**</sup>
Genótipo	3	5,84 <sup>**</sup>	9,26 <sup>**</sup>	3,37 <sup>*</sup>	12,34 <sup>**</sup>	6,11 <sup>**</sup>
D*G	12	1,14 <sup>ns</sup>	0,91 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>	0,89 <sup>ns</sup>	0,81 <sup>ns</sup>
Resíduo	57					
C.V. (%)		25,90	22,98	20,82	18,95	10,65

ns - não significativos; \* - significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

<sup>1</sup>Os valores originais foram transformados segundo a equação  $X = \sqrt{x}$

Tabela 18. Resumo da análise de variância, em blocos ao acaso, da concentração (%) de N, P, K, Ca e Mg no colmo em quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo aos dez meses após o plantio.

FV	GL	N	P	K	Ca	Mg
(dag kg <sup>-1</sup> )						
Fc						
Bloco	2	2,49 <sup>ns</sup>	0,97 <sup>ns</sup>	1,33 <sup>ns</sup>	2,47 <sup>ns</sup>	2,41 <sup>ns</sup>
Dose	4	3,06 <sup>*</sup>	3,83 <sup>**</sup>	5,15 <sup>**</sup>	40,42 <sup>**</sup>	32,42 <sup>**</sup>
Genótipo	3	2,86 <sup>*</sup>	5,98 <sup>**</sup>	1,00 <sup>**</sup>	2,59 <sup>ns</sup>	2,00 <sup>ns</sup>
D*G	12	1,75 <sup>ns</sup>	1,88 <sup>ns</sup>	1,51 <sup>ns</sup>	1,98 <sup>ns</sup>	1,47 <sup>ns</sup>
Resíduo	38					
C.V. (%)		5,31	6,94	5,75	3,29	4,14

ns - não significativos; \* - significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

Tabela 19. Resumo da análise de variância, em blocos ao acaso, do acúmulo de N (ACN), P (ACP), K (ACK), Ca (ACCa) e Mg (ACMg) no colmo a em quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo aos dez meses após o plantio.

FV	GL	ACN	ACP	ACK	ACCa	ACMg
(kg ha <sup>-1</sup> )						
Fc						
Bloco	2	5,34**	0,27 <sup>ns</sup>	2,67 <sup>ns</sup>	2,72 <sup>ns</sup>	2,72 <sup>ns</sup>
Dose	4	14,17**	9,66**	26,59**	35,56**	35,60**
Genótipo	3	6,38**	1,33**	10,27**	15,31**	15,32**
D*G	12	1,69 <sup>ns</sup>	1,35 <sup>ns</sup>	1,33 <sup>ns</sup>	1,86 <sup>ns</sup>	1,86 <sup>ns</sup>
Resíduo	38					
C.V. (%)		18,72	22,29	16,71	8,90	8,90

ns - não significativos; \* - significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

Tabela 20. Resumo da análise de variância, em blocos ao acaso, da eficiência nutricional de N (EUN), de P (EUP), K (EUK), Ca (EUCa) e Mg (EUMg) para produção de matéria seca do colmo (EUN MSC) aos dez meses após o plantio em quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo.

FV	GL	EUN MSC	EUP MSC	EUK MSC	EUCa MSC	EUMg MSC
ton de MSC dag <sup>-1</sup> de nutriente						
Fc						
Bloco	2	0,33 <sup>ns</sup>	4,91 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	1,57 <sup>ns</sup>	1,23 <sup>ns</sup>
Dose	4	10,14**	3,90*	10,99**	29,51**	8,03**
Genótipo	3	9,18**	7,28**	12,58**	3,18 <sup>ns</sup>	2,48 <sup>ns</sup>
D*G	12	1,75 <sup>ns</sup>	1,50 <sup>ns</sup>	1,50 <sup>ns</sup>	1,65 <sup>ns</sup>	1,81 <sup>ns</sup>
Resíduo	38					
C.V. (%)		15,69	18,99	16,94	15,05	9,91

ns - não significativos; \* - significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

Tabela 21. Resumo da análise de variância, em blocos ao acaso, da eficiência nutricional de N (EUN), de P (EUP), K (EUK), Ca (EUCa) e Mg (EUMg) para produção de tonelada de colmo industrializável por hectare (EUN TCH) aos dez meses após o plantio em quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo.

Tratamentos	GL	EUN TCH	EUP TCH	EUK TCH	EUCa TCH	EUMg TCH
TCH dag <sup>-1</sup> de nutriente						
FV	Fc					
Bloco	2	0,071 <sup>ns</sup>	1,02 <sup>ns</sup>	2,13 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>	1,43 <sup>ns</sup>
Dose	4	9,03**	14,35**	8,90**	6,96**	13,90**
Genótipo	3	2,24 <sup>ns</sup>	10,58**	1,18 <sup>ns</sup>	5,06**	8,26 <sup>ns</sup>
D*G	12	1,88 <sup>ns</sup>	1,93 <sup>ns</sup>	0,78 <sup>ns</sup>	1,18 <sup>ns</sup>	1,40 <sup>ns</sup>
Resíduo	38					
C.V. (%)		16,81	15,59	14,57	13,37	10,14

ns - não significativos; \* - significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

Tabela 22. Resumo da análise de variância das características fitotécnicas de quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo aos doze meses após o plantio

FV	GL	MFPA	MSPA	TCH	MSC	°Brix
						(dag kg <sup>-1</sup> )
(ton ha <sup>-1</sup> )						
Fc						
Bloco	3	9,66**	10,45**	13,35**	13,58ns	4,43**
Dose	4	6,46**	7,42**	8,02**	8,37**	60,25**
Genótipo	3	3,40 <sup>ns</sup>	2,19 <sup>ns</sup>	1,67 <sup>ns</sup>	0,86 <sup>ns</sup>	7,13**
D*G	12	0,71 <sup>ns</sup>	0,97 <sup>ns</sup>	1,15 <sup>ns</sup>	1,18 <sup>ns</sup>	0,79 <sup>ns</sup>
Resíduo	57					
C.V. (%)		20,93	18,68	22,40	21,97	4,51

ns - não significativos; \* - significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

Tabela 23. Resumo da análise de variância, em blocos ao acaso, da concentração (%) de N, P, K, Ca e Mg no colmo em quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo aos doze meses após o plantio.

FV	GL	N	P	K	Ca	Mg
						(dag kg <sup>-1</sup> )
Fc						
Bloco	2	0,17 <sup>ns</sup>	0,72 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,65 <sup>ns</sup>	0,64 <sup>ns</sup>
Dose	4	2,98 <sup>ns</sup>	1,46 <sup>ns</sup>	10,57**	2,17 <sup>ns</sup>	2,29 <sup>ns</sup>
Genótipo	3	0,34 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>	1,48*	1,56 <sup>ns</sup>
D*G	12	1,66 <sup>ns</sup>	1,66 <sup>ns</sup>	1,14 <sup>ns</sup>	1,47 <sup>ns</sup>	1,49 <sup>ns</sup>
Resíduo	38					
C.V. (%)		7,96	8,85	4,78	9,6	9,72

ns - não significativos; \* - significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

Tabela 24. Resumo da análise de variância, em blocos ao acaso, do acúmulo de N (ACN), P (ACP), K (ACK), Ca (ACCa) e Mg (ACMg) no colmo a em quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo aos doze meses após o plantio.

FV	GL	ACN	ACP	ACK	ACCa	ACMg
						(kg ha <sup>-1</sup> )
Fc						
Bloco	2	4,30*	0,79 <sup>ns</sup>	3,82*	1,85 <sup>ns</sup>	1,85 <sup>ns</sup>
Dose	4	8,52**	4,98**	13,39**	8,89**	8,89**
Genótipo	3	0,94*	0,71 <sup>ns</sup>	1,09 <sup>ns</sup>	0,94 <sup>ns</sup>	0,94 <sup>ns</sup>
D*G	12	1,24 <sup>ns</sup>	1,60 <sup>ns</sup>	0,70 <sup>ns</sup>	1,91 <sup>ns</sup>	1,91 <sup>ns</sup>
Resíduo	38					
C.V. (%)		19,00	24,46	19,74	21,55	21,55

ns - não significativos; \* - significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

Tabela 25. Resumo da análise de variância, em blocos ao acaso, da eficiência nutricional de N (EUN), de P (EUP), K (EUK), Ca (EUCa) e Mg (EUMg) para produção de matéria seca do colmo (EUN MSC) aos doze meses após o plantio em quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo.

FV	GL	EUN MSC	EUP MSC	EUK MSC	EUCa MSC	EUMg MSC
ton de MSC dag <sup>-1</sup> de nutriente						
Fc						
Bloco	2	1,86 <sup>ns</sup>	3,25 <sup>*</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	2,92 <sup>ns</sup>	3,05 <sup>ns</sup>
Dose	4	5,04 <sup>**</sup>	0,13 <sup>**</sup>	1,26 <sup>**</sup>	36,17 <sup>**</sup>	29,70 <sup>**</sup>
Genótipo	3	3,38 <sup>*</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	3,36 <sup>**</sup>	3,87 <sup>*</sup>	3,24 <sup>*</sup>
D*G	12	1,71 <sup>ns</sup>	1,23 <sup>ns</sup>	1,26 <sup>ns</sup>	2,01 <sup>ns</sup>	1,80 <sup>ns</sup>
Resíduo	38					
C.V. (%)		17,79	22,43	18,21	11,04	12,89

ns - não significativos; \* - significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

Tabela 26. Resumo da análise de variância, em blocos ao acaso, da eficiência nutricional de N (EUN), de P (EUP), K (EUK), Ca (EUCa) e Mg (EUMg) para produção de toneladas de colmo industrializável por hectare (EUN TCH) aos doze meses após o plantio em quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo.

FV	GL	EUN TCH	EUP TCH	EUK TCH	EUCa TCH	EUMg TCH
TCH dag <sup>-1</sup> de nutriente						
Fc						
Bloco	2	0,91 <sup>ns</sup>	3,70 <sup>*</sup>	0,68 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>ns</sup>	0,73 <sup>ns</sup>
Dose	4	3,57 <sup>*</sup>	0,10 <sup>**</sup>	3,51 <sup>*</sup>	22,01 <sup>**</sup>	27,87 <sup>**</sup>
Genótipo	3	2,96 <sup>*</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	4,07 <sup>*</sup>	1,16 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>
D*G	12	1,92 <sup>ns</sup>	1,63 <sup>ns</sup>	0,94 <sup>ns</sup>	1,98 <sup>ns</sup>	0,91 <sup>ns</sup>
Resíduo	38					
C.V. (%)		20,09	22,24	22,86	17,17	16,86

ns - não significativos; \* - significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

Tabela 27. Médias da matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria seca da parte aérea (MSPA), tonelada de colmo por hectare (TCH), matéria seca do colmo (MSC) e sólidos solúveis (°Brix) aos quatorze meses após o plantio em quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo.

FV	GL	MFPA	MSPA	TCH	MSC	°Brix
		(ton ha <sup>-1</sup> )				(dag kg <sup>-1</sup> )
Fc						
Bloco	3	14,55 <sup>**</sup>	14,67 <sup>**</sup>	18,73 <sup>**</sup>	20,74 <sup>**</sup>	2,86 <sup>ns</sup>
Dose	4	8,79 <sup>**</sup>	9,23 <sup>**</sup>	12,45 <sup>**</sup>	12,53 <sup>**</sup>	1,46 <sup>ns</sup>
Genótipo	3	2,85 <sup>*</sup>	3,59 <sup>*</sup>	2,23 <sup>ns</sup>	4,17 <sup>**</sup>	13,52 <sup>**</sup>
D*G	12	0,75 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	1,43 <sup>ns</sup>	1,27 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>
Resíduo	57					
C.V. (%)		14,52	14,35	11,8	14,17	4,25

ns - não significativos; \* - significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

Tabela 28. Médias de tonelada de sacarose aparente por hectare (TPH), porcentagem de sacarose (PCC), pureza do caldo (PR), fibra (FB) e açúcar total recuperável (ATR) aos quatorze meses após o plantio em quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo.

FV	GL	TPH	PCC	PR	FB	ATR	
		(ton ha <sup>-1</sup> )				(dag kg <sup>-1</sup> )	
Fc							
Bloco	3	15,01 <sup>**</sup>	1,50 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	6,88 <sup>**</sup>	1,37 <sup>ns</sup>	
Dose	4	25,40 <sup>**</sup>	211,12 <sup>**</sup>	132,30 <sup>**</sup>	18,08 <sup>ns</sup>	196,04 <sup>**</sup>	
Genótipo	3	2,84 <sup>*</sup>	7,65 <sup>**</sup>	2,43 <sup>ns</sup>	7,47 <sup>**</sup>	6,20 <sup>**</sup>	
D*G	12	1,19 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	1,39 <sup>ns</sup>	1,36 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>	
Resíduo	57						
C.V. (%)		7,38	5,21	3,88	6,98	4,57	

ns - não significativos; \* - significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

Tabela 29. Resumo da análise de variância, em blocos ao acaso, da concentração (%) de N, P, K, Ca e Mg no colmo em quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo aos cinco meses após o plantio.

FV	GL	N <sup>1</sup>	P	K	Ca <sup>1</sup>	Mg <sup>1</sup>
		(dag kg <sup>-1</sup> )				
Fc						
Bloco	2	1,68 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	4,01 <sup>*</sup>	0,88 <sup>ns</sup>	0,88 <sup>ns</sup>
Dose	4	5,13 <sup>**</sup>	0,52 <sup>ns</sup>	9,96 <sup>**</sup>	1,97 <sup>ns</sup>	1,97 <sup>ns</sup>
Genótipo	3	3,86 <sup>*</sup>	3,40 <sup>*</sup>	8,99 <sup>**</sup>	3,27 <sup>*</sup>	3,27 <sup>*</sup>
D*G	12	1,51 <sup>ns</sup>	0,49 <sup>ns</sup>	1,13 <sup>ns</sup>	1,04 <sup>ns</sup>	1,04 <sup>ns</sup>
Resíduo	38					
C.V. (%)		4,92	2,71	6,04	5,21	5,21

ns - não significativos; \* - significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

<sup>1</sup>Os valores originais foram transformados para seguir distribuição normal segundo a equação  $X = \sqrt{x}$

Tabela 30. Resumo da análise de variância, em blocos ao acaso, do acúmulo de N (ACN), P (ACP), K (ACK), Ca (ACCa) e Mg (ACMg) no colmo a em quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo os quatorze meses após o plantio.

FV	GL	ACN	ACP	ACK	ACCa	ACMg
		(kg ha <sup>-1</sup> )				
Fc						
Bloco	2	9,24 <sup>**</sup>	3,05 <sup>ns</sup>	5,98 <sup>**</sup>	10,29 <sup>**</sup>	10,29 <sup>**</sup>
Dose	4	8,34 <sup>**</sup>	4,86 <sup>**</sup>	18,90 <sup>**</sup>	5,51 <sup>**</sup>	5,51 <sup>**</sup>
Genótipo	3	4,15 <sup>*</sup>	11,12 <sup>**</sup>	7,83 <sup>**</sup>	3,45 <sup>*</sup>	3,45 <sup>*</sup>
D*G	12	1,20 <sup>ns</sup>	0,63 <sup>ns</sup>	1,03 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>
Resíduo	38					
C.V. (%)		13,83	10,01	7,12	16,88	16,88

ns - não significativos; \* - significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

Tabela 31. Resumo da análise de variância, em blocos ao acaso, da eficiência nutricional de N (EUN), de P (EUP), K (EUK), Ca (EUCa) e Mg (EUMg) para produção de matéria seca do colmo (EUN MSC) aos cinco meses após o plantio em quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo.

FV	GL	EUN MSC	EUP MSC	EUK MSC	EUCa MSC	EUMg MSC
ton de MSC dag <sup>-1</sup> de nutriente						
Fc						
Bloco	2	10,68**	0,62 <sup>ns</sup>	12,26**	4,72*	4,72*
Dose	4	6,10**	4,56**	6,00**	7,37**	7,37**
Genótipo	3	0,41 <sup>ns</sup>	1,40 <sup>ns</sup>	6,38**	1,30 <sup>ns</sup>	1,30 <sup>ns</sup>
D*G	12	0,61 <sup>ns</sup>	1,53 <sup>ns</sup>	1,70 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>ns</sup>
Resíduo	38					
C.V. (%)		7,96	20,42	10,35	9,69	9,69

ns - não significativos; \* - significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

Tabela 32. Resumo da análise de variância, em blocos ao acaso, da eficiência nutricional de N (EUN), de P (EUP), K (EUK), Ca (EUCa) e Mg (EUMg) para produção de matéria seca do colmo (EUN MSC) aos cinco meses após o plantio em quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo.

FV	GL	EUN TCH	EUP TCH	EUK TCH	EUCa TCH	EUMg TCH
TCH dag <sup>-1</sup> de nutriente						
Fc						
Bloco	2	10,82**	4,15*	10,78**	4,53*	4,53*
Dose	4	6,33**	2,86*	3,50*	7,81**	7,81**
Genótipo	3	0,51 <sup>ns</sup>	3,05**	5,20**	1,42 <sup>ns</sup>	1,42 <sup>ns</sup>
D*G	12	0,72 <sup>ns</sup>	1,68 <sup>ns</sup>	1,14 <sup>ns</sup>	1,04 <sup>ns</sup>	1,04 <sup>ns</sup>
Resíduo	38					
C.V. (%)		18,01	18,29	18,90	9,64	9,64

ns - não significativos; \* - significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

Tabela 33. Resumo da análise de variância, em blocos ao acaso, da eficiência nutricional de N (EUN), de P (EUP), K (EUK), Ca (EUCa) e Mg (EUMg) para produção de tonelada de sacarose aparente (EUN TPH) aos cinco meses após o plantio em quatro genótipos de cana-de-açúcar em cinco doses de potássio no solo.

FV	GL	EUN TPH	EUP TPH	EUK TPH	EUCa TPH	EUMg TPH
TPH dag <sup>-1</sup> de nutriente						
Fc						
Bloco	2	10,07**	3,07 <sup>ns</sup>	11,24**	4,10*	4,10*
Dose	4	16,19**	8,97**	7,71**	15,54**	15,54**
Genótipo	3	1,50 <sup>ns</sup>	4,74**	3,75*	2,35 <sup>ns</sup>	2,35 <sup>ns</sup>
D*G	12	0,86 <sup>ns</sup>	1,77 <sup>ns</sup>	0,98 <sup>ns</sup>	0,96 <sup>ns</sup>	0,96 <sup>ns</sup>
Resíduo	38					
C.V. (%)		8,89	22,70	21,08	11,33	11,33

ns - não significativos; \* - significativos a 5%; \*\*significativos a 1% pelo teste F.

