



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA-POSAGRO

HÉLIO DE OLIVEIRA ALVES JÚNIOR

RESPOSTA DE SEIS VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR A DOSES DE
POTÁSSIO NO CERRADO DE RORAIMA

BOA VISTA
RORAIMA - BRASIL
2009

HÉLIO DE OLIVEIRA ALVES JÚNIOR

**RESPOSTA DE SEIS VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR A DOSES DE
POTÁSSIO NO CERRADO DE RORAIMA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Roraima, em Parceria com a Embrapa Roraima.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Sandra Cátia Pereira Uchôa.

Boa Vista
Roraima - Brasil
2009

**Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Roraima**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

A474r Alves Júnior, Hélio de Oliveira.

Resposta de seis variedades de cana-de-açúcar a doses de potássio no cerrado de Roraima/ Hélio de Oliveira Alves Júnior – Boa Vista, 2009.

59 f. : il

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Catia Pereira Uchôa.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Roraima.

1 – Fertilidade dos solos. 2 – cana-de-açúcar. 3 – *Saccharum* spp. 4 – Roraima. I – Título. II – Uchôa, Sandra Catia Pereira.

CDU – 631.8

HÉLIO DE OLIVEIRA ALVES JÚNIOR

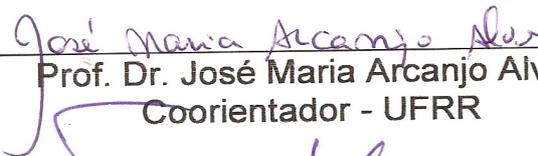
Resposta de seis variedades de cana-de-açúcar a doses de potássio em ecossistema de Cerrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Roraima, em parceria com a Embrapa Roraima, como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração Produção Vegetal.

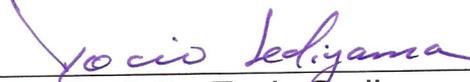
Aprovada: 26 de março de 2009



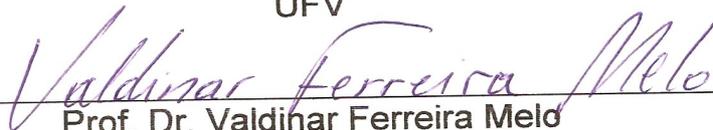
Profa. Dra. . Sandra Cátia Pereira Uchôa
Orientadora - UFRR



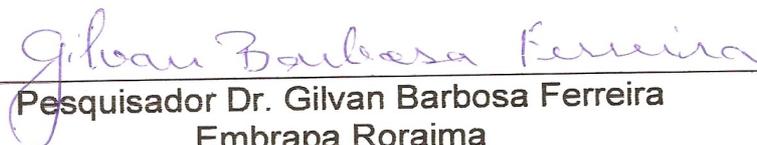
Prof. Dr. José Maria Arcanjo Alves
Coorientador - UFRR



Prof. Dr. Tocio Sedyama
UFV



Prof. Dr. Valdirar Ferreira Melo
UFRR



Pesquisador Dr. Gilvan Barbosa Ferreira
Embrapa Roraima

DEDICATÓRIA

À minha família, meus queridos pais, Alves e Elzanir,
A meus irmãos: Arnaldo, Patrick e Leonam.

Dedico este trabalho

AGRADECIMENTOS

Ao Meu Deus, por me dar forças e me iluminar em mais essa etapa da minha vida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal da Universidade Federal de Roraima, pela formação e firmamento da vida acadêmica.

À Universidade Federal de Roraima e EMBRAPA Roraima, por me acolherem em mais uma jornada da minha vida acadêmica.

À CAPES, pela concessão do programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal da Universidade Federal de Roraima;

À Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de Roraima-RR, pela liberação para realização desta capacitação profissional em nível de Mestrado.

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Sandra Catia Pereira Uchôa, pelas sugestões, incentivo, inestimável ajuda e paciência nos momentos de grande dificuldade da minha vida acadêmica.

À minha família, pela educação, carinho, amizade e motivação na minha formação profissional.

À minha namorada, Danielle Garcia Paz, pela dedicação, companheirismo e incentivo na continuação de minha carreira acadêmica.

Ao Prof. Dr. José Maria Arcanjo Alves, pelo apoio na condução e finalização deste trabalho. A minha eterna gratidão.

Aos membros da banca examinadora, Pesquisador Gilvan Barbosa Ferreira, Professor Dr. Tocio Sedyama, Professor. Dr. Valdinar Ferreira Melo, pela participação e valiosas sugestões apresentadas a esse trabalho.

A todos os professores do Curso de Mestrado em Agronomia, mas em especial ao Prof. Dr. Wellington Farias Araújo, pela paciência e grandioso incentivo durante os momentos de grande dificuldade da minha vida acadêmica.

A todos os meus colegas do mestrado, mas em especial a Cylles Zara dos Reis Barbosa e Roberson de Oliveira Carvalho, pelo apoio nos momentos acadêmicos.

A todos os bolsistas, servidores, ajudantes de campo e alunos do curso de Agronomia, pelo inestimável apoio e convívio.

BIOGRAFIA

HÉLIO DE OLIVEIRA ALVES JÚNIOR, filho de Hélio de Oliveira Alves e Elzanir Consolata Amorim Alves, nasceu em 20 de julho de 1977, na cidade de Boa Vista, estado de Roraima.

Concluiu o segundo grau na Escola Estadual Gonçalves Dias, no ano de 1995, na cidade de Boa Vista, estado de Roraima.

Ingressou no Curso de Agronomia na Universidade Federal de Roraima – UFRR no ano de 1996, e concluiu no ano de 2001. Em outubro do mesmo ano, ingressou como Engenheiro Agrônomo da Secretaria de Agricultura do estado de Roraima, onde se encontra até a presente data.

No ano de 2006, ingressou no curso de Especialização em Agroambiente na Universidade Federal de Roraima - UFRR, concluindo no ano seguinte.

Em março de 2008, iniciou o curso de mestrado em Agronomia, do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, área de concentração Fertilidade do Solo, na Universidade Federal de Roraima- UFRR.

ALVES JÚNIOR, Hélio de Oliveira. **Resposta de seis variedades de cana-de-açúcar a doses de potássio no Cerrado de Roraima**. 2009. 53f. Dissertação de Mestrado / Dissertação de Mestrado em Agronomia - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2009.

RESUMO

A cana-de-açúcar é uma cultura que apresenta vantagens relacionadas à rusticidade, capacidade de adaptação às diversas condições edafoclimáticas, à facilidade de manejo, à boa capacidade de rebrota, alto rendimento. A seleção de variedades produtivas, responsivas a adubação e adaptadas às condições edafoclimáticas local é essencial para estabelecer o cultivo sustentável da cana-de-açúcar nos solos do cerrado de Roraima. Para tanto, esta pesquisa objetivou estudar a resposta de seis variedades de cana-de-açúcar a doses crescentes de potássio no cerrado de Roraima. O trabalho foi realizado em condições de campo e conduzido no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Roraima, com clima Aw em Latossolo Amarelo. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema fatorial de parcelas subdivididas, onde cada bloco foi constituído por cinco parcelas formadas pelas doses de potássio (0, 80, 160, 240 e 320 Kg ha⁻¹ de K₂O) e seis subparcelas pelas variedades (RB72454, SP81-3250, SP79-1011, SP801816, RB867515 e RB855536), com quatro repetições. Avaliou-se o número de colmos por metro, diâmetro médio do colmo, altura média dos colmos, massa média do colmo, BRIX e índice de maturação, teor de potássio na folha, produtividade de colmo total e produtividade industrial. Concluiu-se que a adição de potássio proporcionou melhor rendimento em todas as variáveis de produção, doses de 80 Kg ha⁻¹ de K₂O foi a mais adequada para obtenção dos maiores produtividade. As variedades RB72454 e RB 867515 foram as que se destacaram com maiores produtividades no cerrado de Roraima, no presente estudo.

Palavras-chave – *Saccharum* spp, produtividade, fertilidade do solo, cana-planta.

ALVES JÚNIOR, Hélio de Oliveira. **Performance of six sugarcane varieties to doses of potassium in savanna of Roraima.** 2009. Dissertação de Mestrado em Agronomia - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2009.

ABSTRACT

Sugar cane is a crop which exhibits advantages concerning to rusticity, capability of adaptation to the various edafoclimatic conditions, to management efforts, its good adaptation for ratoon cultivation, high yields. Selections for productive varieties, responsive to fertilization and adapted to local edafoclimatic conditions is essential for establishment of sustainable crop of sugarcane in savanna soils of Roraima. In this way, this research intended to study the performance of six sugar-cane varieties to increasing doses of potassium in the savanna of Roraima. This research was conducted in field conditions in the Centro de Ciências Agrárias, at Universidade Federal de Roraima, under Awi climate in a yellow latossol. The experimental design was completely randomized blocks, under a factorial scheme of split-plot, where each block consisted of five plots with doses of potassium (0, 80, 160, 240 and 320 Kg ha⁻¹) and six subplots with varieties (RB72454, SP81-3250, SP79-1011, SP801816, RB867515 and RB855536) with four replicates. The parameters assessed were number of stalk per meter, average diameter of stalk, average mass of stalk, BRIX and maturation index, leaf potassium content, total productivity of stalk and industrial productivity. As conclusion, addition of potassium provided a better performance among all production parameters. Dose of 80 kg ha⁻¹ of K₂O was the most suitable for attainment of higher productivity. Varieties RB72454 and RB 867515 outstaded with the best productivities in savanna of Roraima, within present study.

Keywords – *Saccharum* ssp, productivity, soil fertility, plant-cane.

SUMÁRIO

<u>1. INTRODUÇÃO.....</u>	<u>1</u>
<u>2. OBJETIVO GERAL.....</u>	<u>4</u>
<u>2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</u>	<u>4</u>
<u>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</u>	<u>5</u>
<u>3.1 A CANA-DE-AÇÚCAR.....</u>	<u>5</u>
<u>3.2 VARIEDADES.....</u>	<u>9</u>
<u>3.3 POTÁSSIO NA CANA-DE-AÇÚCAR.....</u>	<u>11</u>
<u>4. ARTIGO - RESPOSTA DE SEIS VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR A DOSES DE POTÁSSIO NO CERRADO DE RORAIMA</u>	<u>16</u>
<u>4.3. INTRODUÇÃO.....</u>	<u>18</u>
<u>4.4 MATERIAL E MÉTODOS.....</u>	<u>21</u>
<u>4.4.1 Caracterização do ambiente experimental.....</u>	<u>21</u>
<u>4.4.2 Caracterização das variedades de cana-de-açúcar.....</u>	<u>23</u>
<u>4.4.3 Experimento.....</u>	<u>24</u>
<u>4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</u>	<u>26</u>
<u>5. CONCLUSÕES.....</u>	<u>39</u>
<u>REFERÊNCIAS</u>	<u>40</u>

LISTA DE TABELAS

TABELA 4.4.1	Características químicas e físicas do solo da área experimental. Boa Vista – RR, 2007.....	22
TABELA 4.5.1	Fontes de variação, graus de liberdade, quadrados médios do resíduo e coeficientes de variação do número de colmo (NC), diâmetro do colmo (D), altura da planta (A), massa do colmo (MC), Brix, índice de maturação (IM), teor de potássio (TK), produção industrial (PI), produção total (PT) de seis variedades de cana-de-açúcar em resposta a adubação de potássio. Boa Vista – RR, 2007.....	27
TABELA 4.5.2	Médias de número de colmo (NC), diâmetro do colmo (D), altura da planta (A), massa do colmo (MC), de seis variedades de cana-de-açúcar cultivadas em diferentes doses de potássio. Boa Vista – RR, 2007.....	28
TABELA 4.5.3	Médias de °Brix (%) e índice de maturação (IM) de seis variedades de cana-de-açúcar. Boa Vista – RR, 2007.....	31
TABELA 4.5.4	Médias do teor de potássio na folha (TK), da produtividade total (PT) e da produtividade industrial (PI), de seis variedades de cana-de-açúcar cultivadas em diferentes doses de potássio. Boa Vista – RR, 2007.....	33

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 4.4.1** - Médias mensais de precipitação pluvial no período de junho/2007 a maio de 2008. Boa Vista – RR, 2008..... 21
- FIGURA 4.4.2** - Médias mensais de temperatura do ar no período de junho/2007 a maio de 2008. Boa Vista – RR, 2008..... 22

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a área ocupada em 2008 com a cultura da cana-de-açúcar foi de 7,01 milhões de hectares, superior à de 2007, em 13,9%, sendo processada 571,4 milhões de toneladas de cana (CONAB, 2008). Desta produção, a maior parte foi destinada à fabricação de açúcar e álcool. Neste cenário, os programas de melhoramento genético estão liberando e protegendo variedades de cana-de-açúcar cada vez mais produtivas e resistentes às doenças e pragas. Entretanto, são poucos os trabalhos que têm sido desenvolvidos com as cultivares mais modernas, as quais sofreram significativa interferência genética por meio do melhoramento vegetal, havendo a necessidade de se conhecer os fatores que influem no crescimento, desenvolvimento, produção e maturação da cana-de-açúcar.

Atualmente, o Brasil é o maior exportador mundial de açúcar e álcool, exercendo forte influência na determinação dos preços internacionais do açúcar. O agrossistema canavieiro produziu, no ano agrícola de 2006/2007, 480 milhões de toneladas de colmos, que resultou em 29,6 milhões de toneladas de açúcar e 17,7 milhões de m³ de etanol, tendo exportado 3,3 milhões de m³ de etanol e 17,6 milhões de toneladas de açúcar (UNICA, 2008). O setor possui grande importância econômica, social e ambiental para o Brasil, por gerar empregos, divisas para o país e produzir uma alternativa de energia renovável e limpa.

Considerando a importância do setor, tem-se buscado métodos que possam aumentar a produtividade dos canaviais, atentando-se para o uso de variedades adaptadas e o aumento da eficiência no uso de adubos minerais, visando à redução dos custos e à sustentabilidade da produção do setor sucroalcooleiro. Para a obtenção de derivados de cana-de-açúcar de qualidade, torna-se necessário que a variedade apresente as seguintes características: boa produtividade de colmos por hectare; alto teor de sacarose; teor médio ou baixo de fibra da cana; resistência às principais doenças e pragas; fácil despalha; resistência ao tombamento; boa adaptação aos diferentes tipos de solo e clima; ausência de florescimento; boa brotação de soqueira; rápido crescimento inicial e fechamento; ausência de joal; ausência

de rachaduras no colmo e longo período de utilização industrial (FERNANDES, 2005).

O potássio na cana-de-açúcar é fundamental para assegurar a estrutura celular para assimilação de carbono, bem como para a síntese e translocação de proteínas e carboidratos. Quando ocorre deficiência deste nutriente, as plantas apresentam maiores teores de açúcares redutores do que de sacarose. A adubação potássica, portanto, é uma prática que pode interferir no processo de acumulação de açúcar, modificando significativamente a composição da matéria prima e afetando positivamente a produtividade (KORNDÖRFER, 1990; ROSSETTO et al., 2004). Por outro lado, a adubação potássica em canaviais se faz necessária, uma vez que a remoção desse elemento pela cultura é elevada, 1,74 kg de K por tonelada de cana-de-açúcar, sendo superior aos demais nutrientes (ORLANDO FILHO et al., 1993).

Um princípio normalmente usado para orientar a recomendação de adubação potássica na cultura da cana-de-açúcar é a avaliação da disponibilidade desse nutriente no solo. Normalmente, são determinados os teores considerados trocáveis no solo, e as interpretações desta análise são baseadas em faixas de fertilidade, admitindo-se valores mínimos críticos, abaixo dos quais o desenvolvimento vegetal é limitado (ORLANDO FILHO e RODELLA, 1996).

O cultivo da cana-de-açúcar apresenta vantagens relacionadas à rusticidade, capacidade de adaptação às diversas condições edafoclimáticas, à facilidade de manejo, a boa capacidade de rebrota, ao alto rendimento e ao longo período de utilização (LEITE, 2007). Essas características permitiram a sua expansão para áreas de cerrado, ocupadas anteriormente por pastagens. Somente no cerrado, o cultivo cresceu 37% nos últimos quatro anos. Apesar de apresentar características gerais de aptidão favorável ao cultivo da cana-de-açúcar, de modo geral, os solos apresentam baixo nível de fertilidade, necessitando de gerenciamento da produção, que deve contemplar a introdução e adaptação das variedades baseadas na diversidade de materiais genéticos e no manejo adequado de fertilizantes.

Nesse cenário, o estado de Roraima apresenta-se como uma fronteira de expansão para a cultura da cana-de-açúcar, por possuir cerca de 1,5 milhões de hectares de área, em ecossistema de cerrado, com características

de vegetação e topografia que favorecem a mecanização completa do processo produtivo. Estas áreas são planas ou com pequena declividade, com textura variando de arenosa a argilosa, predominando os solos das classes dos Latossolos Amarelos e Argissolos, portanto solos de baixa fertilidade natural (MELO; GIANLUPPI; UCHÔA, 2004), necessitando de estudos de calibração dos nutrientes, principalmente o K, para se obter maior produtividade dessa cultura.

2. OBJETIVO GERAL

Caracterizar a resposta de seis variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) a cinco doses de potássio, em ecossistema de cerrado, no município de Boa Vista no estado de Roraima.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.1.1 Avaliar o efeito de doses de potássio, de variedades e da interação entre doses de potássio e variedades nas variáveis de produção da cana-de-açúcar;

2.1.2 Determinar a melhor dose de potássio para a cana-de-açúcar, com o maior potencial produtivo para o cultivo nas condições edafoclimáticas de área de cerrado do estado de Roraima.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) é uma planta alógama, pertencente à divisão Magnoliophyta, classe Liliopsida, sub-classe Commelinidae, ordem Cyperales, família Poaceae, tribo Andropogonae e sub-tribo Saccharinae (CASTRO et al., 2001). É considerada originária do sudeste Asiático, na grande região da Nova Guiné e Indonésia (DANIELS e ROACH, 1987). Inicialmente, cultivava-se principalmente a espécie *Saccharum officinarum* (L.), entretanto, as cultivares desta espécie passaram a sofrer dificuldades de adaptação ecológica e severos danos provocados por doenças. Híbridos interespecíficos, oriundos dos programas de melhoramento genético, resistentes e melhores adaptados às diversas condições ambientais permitiram a expansão da cultura em todo o mundo (MATSUOKA et al., 1999).

O seu cultivo se dá, predominantemente, em áreas subtropicais, entre 15° e 30° de latitude, podendo se estender até 35° de latitude, tanto norte quanto sul, sendo produzida comercialmente em mais de 70 países e territórios. Em função do seu ciclo perene, sofre a influência das variações climáticas durante todo o ano. Para atingir alta produção de sacarose, a planta precisa de temperatura e umidade adequadas para permitir o máximo crescimento na fase vegetativa, seguida de restrição hídrica ou térmica para favorecer o acúmulo de sacarose no colmo.

Por ser uma planta de metabolismo fotossintético C₄, apresenta elevada taxa fotossintética, sendo altamente eficiente na conversão de energia radiante em energia química. As plantas de metabolismo C₄ em maiores temperaturas (30 – 40 °C) possuem alto desempenho fotossintético, quando comparadas com as plantas C₃, pois necessitam de concentrações menores de CO₂, devido aos mecanismos da planta, que tem a função de concentração de CO₂ (TAIZ e ZEIGER, 2004). A produtividade da cana-de-açúcar depende da eficiência da integração do seu sistema produtivo, formado pelas folhas

fotossinteticamente ativas, do escoamento e distribuição do produto fotossintetizado, do consumo pela planta no seu desenvolvimento e reprodução e do acúmulo e armazenamento de sacarose (MACHADO, 1987).

A produtividade da cana-de-açúcar é resultado de vários componentes de produção, tais como: número de perfilhos, altura de colmos, diâmetro de colmos, massa dos colmos, além de outros. Segundo vários autores, a variável que apresenta maior correlação com a produção é o número de colmos, seguido pela altura, diâmetro de colmos e densidade, nessa ordem (MARIOTTI, 1971; CESSNIK e VENCOVSKY, 1974; MILLER e JAMES, 1974). Estas variáveis são governadas geneticamente, porém estão sujeitas à influência ambiental (SKINNER, 1981).

De acordo com Castro et al., (2001), nos primeiros 30 dias a plântula se desenvolve em função da reserva que existe no tolete, e da água e nutrientes absorvidos pelas raízes de fixação, que são as primeiras a se formarem a partir dos primórdios radiculares localizados na zona radicular do tolete. Com o passar do tempo, as raízes de fixação vão perdendo a função de absorver nutrientes, sendo que aos 90 dias a cana passa a depender exclusivamente das raízes emitidas pelos perfilhos e o sistema radicular se concentra nos primeiros 30 cm. Dois a três meses após o plantio, as raízes já estão bem desenvolvidas. Por isso, a partir desta fase, devem-se evitar práticas destrutivas nas entrelinhas.

A temperatura ideal para a emergência das gemas está na faixa entre 27 a 32°C. Temperaturas abaixo de 5°C e acima de 45°C têm efeito prejudicial. A umidade ótima do solo varia de 15 a 25% (IRVINE, 1983; CASAGRANDE, 1991). A partir da brotação das gemas inicia-se o processo de perfilhamento.

Segundo Machado et al., (1982), na fase inicial de desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar, ocorre um intenso perfilhamento, seguido de uma diminuição no número de colmos, decrescendo mais lentamente até a época de colheita. Bezuidenhout et al., (2003) classificaram o seu crescimento de acordo com o perfilhamento, tendo separado em três fases: a primeira fase corresponderia à formação dos perfilhos primários, a segunda fase ao período de grande perfilhamento e a terceira fase corresponderia ao período de senescência dos perfilhos.

Ao estudar as características ideais de crescimento de cultivares, Terauchi et al., (1999) e Terauchi e Matsuoka (2000) relataram que o rápido crescimento inicial, responsável pelo fechamento do dossel, é uma característica importante para a cultura. Segundo os mesmos autores, o ideal seria um rápido crescimento dos colmos, promovendo fechamento do dossel, com baixo número de perfilhos por área. Assim, a massa seca dos perfilhos formados seria maior, devido à diminuição da competição intraespecífica.

A densidade de perfilhos varia de acordo com a intensidade luminosa, sendo que, em condições de maiores intensidades luminosas, a cultura tenderia a perfilhar mais (BEZUIDENHOUT et al., 2003). Casagrande (1991) evidenciou que o perfilhamento aumenta em ambientes com temperaturas elevadas até o máximo de 30°C. O efeito de temperaturas menores no perfilhamento foi relatado por Inman-Bamber (1994). Segundo este autor, em temperaturas próximas a 16 °C ocorreria uma estabilização no número de perfilhos.

A fase de perfilhamento termina quando ocorre uma estabilização e os colmos começam a crescer (IRVINE, 1983). Muitos dos pequenos perfilhos morrem e o número total de colmos é reduzido em até 50%. Porém, o índice de área foliar perdido é insignificante em termos de desenvolvimento (BULL e GLAZSIU, 1975). Prado (1988), em estudo realizado com três variedades plantadas em julho, observou que as variedades atingiram o número máximo de perfilhos por metro, aos cinco meses de idade, e a estabilidade deste número aos oito meses.

Segundo Taupier e Rodríguez (1999), o colmo é cilindro, ereto, fibroso e constituído de nós e internódios. A altura da planta pode variar de 1,0 a 5,0 m e o diâmetro de menos de 1,0 cm até 5,0 cm. No colmo da cana-de-açúcar a sacarose se acumula nos vacúolos das células, no período de maturação.

Existe correlação positiva entre o consumo de água e a produção de colmos. A água apresenta grande importância para a cana-de-açúcar, principalmente no primeiro período de produção, ou seja, na brotação, perfilhamento e estabelecimento; no período de crescimento vegetativo, o peso do consumo da água no ciclo da cultura diminui, chegando a ser considerado como quase insignificante no período de maturação (SCARDUA, 1985; DELGADO-ROJAS e BARBIERI, 1999).

Segundo Deuber (1988), a maturação da cana-de-açúcar pode ser considerada sob três diferentes pontos de vista: botânico, fisiológico e econômico. Botanicamente, a cana-de-açúcar está madura após a emissão de flores e formação de sementes, que possam dar origem a novas plantas; ou levando em conta a reprodução vegetativa, a que se usa na prática, a maturação pode ser considerada muito mais cedo no ciclo, quando as gemas já estão em condições de dar origem a novas plantas. Fisiologicamente, a maturação é alcançada quando os colmos atingem o seu potencial de armazenamento de sacarose, ou seja, o ponto de máximo acúmulo de sacarose possível. No seu ciclo, a cana-de-açúcar atinge totalmente a maturação botânica antes de atingir a fisiológica. Isso significa que as sementes podem já estar caindo da flecha e o acúmulo de sacarose continua se processando ainda por um período, em geral, de um a dois meses. Economicamente, isto é, sob a perspectiva da prática agrônoma, a cana é considerada madura, ou em condições de ser industrializada, a partir do momento em que apresentar um teor de sacarose, em geral, acima de um valor mínimo, do peso do colmo.

Vários fatores interferem na produção e maturação da cultura da cana-de-açúcar, sendo os principais a interação edafoclimática, o manejo da cultura e a cultivar escolhida (CESAR et al., 1987).

Esses fatores que interferem na produção e qualidade da cana-de-açúcar estão sendo constantemente estudados sob diferentes aspectos. Estudar a cultura no seu ambiente de desenvolvimento pode gerar enorme quantidade de informações para adequar o melhor manejo e a cultivar para os ambientes específicos (solo e clima). Assim, é possível explorar ao máximo o local de produção para promover o melhor rendimento da cultura e, conseqüentemente, obter maior lucratividade.

Como o Brasil é um dos mais tradicionais produtores de cana-de-açúcar e possui grande extensão territorial, seu cultivo é feito em vários tipos de solos que estão sob influência de diferentes climas, o que resulta em vários tipos de ambientes para a produção desta cultura (DIAS, 1997).

3.2 VARIEDADES

Entre os fatores de produção da cana-de-açúcar, a variedade ocupa lugar de destaque, porque é o único fator capaz de proporcionar aumentos significativos na produtividade agrícola e industrial, sem grandes aumentos nos custos de produção. As variedades de cana que são adequadas para a produção de açúcar e álcool são as mesmas indicadas para a produção de aguardente (ANDRADE, 2001).

O melhoramento genético da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) tem início com a escolha dos parentais e obtenção de sementes pela hibridação, mediante a qual se busca ampliar a variabilidade genética. A progênie obtida passa por sucessivas seleções, visando-se isolar os fenótipos desejados, os quais, levados à experimentação em ensaios regionais, possibilitam a indicação de novas variedades comerciais (OLIVEIRA, 2008).

Nos últimos anos, houve um enorme avanço no melhoramento genético de variedades de cana-de-açúcar, utilizando-se, inclusive, ferramenta da biotecnologia, permitindo o desenvolvimento de plantas adaptadas às mais variadas condições climáticas, potencialmente produtivas e com resistência a pragas e doenças (SILVA et al., 1999). A necessidade de novas variedades deve-se à "vida" relativamente curta dos cultivares mais utilizados, em função do "declínio varietal" decorrente, sobretudo, da disseminação de doenças durante a propagação vegetativa. Desta forma, recomenda-se a diversificação no plantio de variedades, estabelecendo-se grupos de variedades com características semelhantes quanto ao uso agroindustrial (OLIVEIRA, 2008).

Possíveis erros cometidos quando da implantação da cultura poderão influenciar negativamente no seu rendimento por três ou mais safras. Desta forma, as condições de solo da área a ser plantada e as condições climáticas que prevalecem, por ocasião dos diversos meses de safra, são os indicadores principais para a escolha das variedades que devem ser cultivadas e suas respectivas percentagens. Nas usinas, três ou quatro variedades são responsáveis por 80 a 90% da área de corte, permitindo um planejamento de colheita que leva em conta a produtividade, a idade de corte, a maturação e as

demais características das variedades, para obter um bom rendimento industrial durante o período da safra (ANDRADE, 2001).

Comparando diferentes genótipos (variedades comerciais e clones promissores) de cana-de-açúcar em um Latossolo Vermelho Amarelo (LVA) no estado de Minas Gerais, Nascimento et al., (2002) constataram que as variedades RB845210 e a RB867515, destacaram-se em todos os cortes. Porém, devendo ser colhidas em épocas distintas para o máximo percentual de acúmulo de sacarose (PC).

As variedades de cana-de-açúcar apresentam potencial genético de produção muito mais elevado quando comparado à média de produção, mesmo em unidades de produção mais tecnificadas, nas quais a produção de colmos raramente ultrapassa a 100 t ha⁻¹ (NUNES JÚNIOR; PINTO; KIL, 2002). Esta defasagem entre potencial genético e produtividade obtida é devido à diversos fatores de produção intrínseco ao clima, solo, práticas culturais e às interações desses parâmetros com as características genéticas das cultivares. Otimizar genótipo adaptado, condição edafoclimática, variação sazonal no clima e manejo cultivar adequado é o desenvolvimento para eliminar ou reduzir o uso da defasagem.

Nesse contexto, deve ser considerado que as variedades estão interagindo com o solo, atmosfera e com o manejo ao qual é submetida a cultura e, desta interação, resulta o grau de adaptabilidade da cultivar a esse ambiente (MATSUOKA et al., 1998). Os mesmos autores destacaram que, dando um mesmo conjunto de práticas culturais (manejo) às variedades, não é esperada a obtenção do máximo rendimento em todas elas devido às diferenças de adaptabilidade. Nesse conjunto de práticas culturais, tem-se desde a época de plantio, tratamentos fitossanitários, doses de nutrientes, sistemas de plantio e colheita até o ajuste a diferentes tipos de solos, ou mesmo as unidades climáticas distintas.

Com o objetivo de executar a otimização genótipo, condição edafoclimática e manejo, Maule; Mazza; Martha Júnior, (2001) demonstraram a importância de estudar as novas variedades em seu ambiente de produção, para poder gerar informações que possibilitem o entendimento dos fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento. Isso possibilitaria adequar o melhor manejo da cultivar de acordo com a sua adaptação ecológica.

3.3 POTÁSSIO NA CANA-DE-AÇÚCAR

O potássio é essencial para as plantas, pois assume um importante papel em seu desenvolvimento. Este elemento atua em vários processos metabólicos, entre eles pode-se citar: regulação osmótica, abertura e fechamento dos estômatos, fotossíntese, respiração, síntese de carboidratos, ativação de mais de cinquenta enzimas, entre outros (MALAVOLTA e CRÓCOMO, 1982). Ele não participa diretamente da estrutura ou dos compostos orgânicos das plantas, porém ele é essencial em quase todos os processos metabólicos dos vegetais, principalmente nas reações de transporte de açúcares das folhas para o colmo. É um macronutriente absorvido em grandes quantidades da solução do solo pelas raízes, sendo responsável pela sanidade e equilíbrio da planta, afirma Malavolta; Vitti; Oliveira, (1997).

A adubação representa cerca de 20% dos custos de produção da cana-de-açúcar e, entre os nutrientes utilizados, o potássio constitui o elemento mais exigido pela cultura, juntamente com o nitrogênio. Segundo Malavolta e Crócomo (1982), para cada 100 t de colmos produzidos, são exportados cerca de 155 kg ha⁻¹ de K₂O.

A elevada extração e exportação de K₂O pela cultura pode ser alterada pelo seu teor no solo. Assim Padilha (1998) relata que, quando o solo apresenta um elevado teor de potássio, sua absorção pela planta pode ser quatro vezes maior que a de nitrogênio, podendo caracterizar o consumo de luxo. Consideram-se, como disponíveis para as plantas o K⁺ trocável e o K⁺ na solução do solo. Admite-se que 45 dm⁻³ de K⁺ no solo indiquem um teor baixo para as plantas.

As formas não-trocáveis de potássio no solo também são usadas pelas plantas. A este respeito, Nachtigall e Vahl (1991), estudando a dinâmica de liberação de potássio para as plantas, observaram que o K-trocável tende a diminuir até níveis mínimos, que variam com o tipo de solo, a partir do qual a forma não trocável passa a controlar a disponibilidade. Já Silva et al., (1995) admitem que o suprimento de potássio às plantas não é exercido unicamente pelas formas prontamente disponíveis.

A cana-de-açúcar responde intensamente a aplicação de potássio (RAIJ, 1974), se destacando dentre os nutrientes usados na adubação, pois este é exportado em maior quantidade. Esta resposta é tanto maior quanto mais baixos estiverem os teores trocáveis em relação aos valores mínimos críticos, abaixo dos quais o desenvolvimento vegetal é limitado (ORLANDO FILHO e RODELLA, 1996).

Existem vários autores na literatura que estudaram o nível crítico de K no solo. Raij (1974) indicou como nível crítico $2,1 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, enquanto Orlando Filho et al., (1981) indicaram que o valor seria de $2,3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$. No trabalho de Orlando Filho; Zambello Júnior; Rodella, (1993), os autores observaram que a saturação de K em relação à CTC foi sempre superior a 5% em lavouras de alta produtividade. Rossetto et al., (2004) supõem que, devido à existência das relações entre Ca e K e alta produtividade da cana-de-açúcar, a adubação potássica poderia interferir na resposta da cultura à calagem. Entretanto, Castro e Meneghelli (1989) constataram que alguns solos com baixos teores de K^+ trocável não respondem à adubação potássica, enquanto outros, com teores de K^+ considerados satisfatórios, respondem à aplicação de adubo potássico. Este critério tradicionalmente usado não é totalmente satisfatório e diversos autores tentaram melhorá-lo com a introdução da relação entre K, Ca e Mg no solo (PREZZOTTI e DEFELIPO, 1987).

Quando aplicado em solos arenosos, o potássio pode ser lixiviado com relativa facilidade, sendo necessário seu fracionamento. Oliveira et al., (2002), estudando a lixiviação de N, K, Ca e Mg em um solo arenoso cultivado com cana-de-açúcar, verificaram que 13 kg ha^{-1} de K foram perdidos por lixiviação. Para minimizar as perdas de potássio e aumentar sua eficiência de utilização pela cana, Albuquerque e Marinho (1983) sugerem a aplicação de doses maiores no início da cultura seguida da respectiva adubação em cobertura.

O estado nutricional da cana tem impacto direto sobre a produtividade de colmos e a quantidade de açúcar produzida. Burr et al., (1957), citados por Malavolta et al. (1964), mostraram que a intensidade fotossintética das folhas da cana-de-açúcar diminui à medida que aumenta a severidade dos sintomas de deficiência de potássio; uma folha sem deficiência visível, mas com 0,91% de K, fixa 10% menos gás carbônico que uma folha normal ($1,70 - 1,89\% \text{ K}$). Por sua vez, as folhas com secamento das margens e das pontas,

apresentando 0,40% de K, mostram diminuição de 84 – 98% de sua atividade fotossintética. Mediante o uso de $C^{14}O_2$, que provocou a formação de açúcares marcados, verificou-se que a falta de K determinou uma diminuição na translocação daqueles compostos das folhas, onde foram produzidos, para os colmos, onde se acumulariam; o caldo encerra até 80% de K do colmo. A deficiência deste elemento intensifica-se quando a cultura apresenta entre 7 e 9 meses de idade, pois o potássio se acumula mais nos órgãos novos, os quais podem retirar K das folhas velhas e do colmo. Entretanto, quando as folhas começam a se tornar fisiologicamente inativas, ocorre migração do elemento para os colmos. As plantas deficientes em potássio se apresentam com o crescimento reduzido e os colmos se tornam finos (MALAVOLTA et al., 1964).

A quantidade de água, que pode ser armazenada no tecido, depende largamente do suprimento celular de potássio. De modo que, o aumento na disponibilidade do K, faz com que a célula possua mais água. Isto cria condições favoráveis para as reações da fotossíntese e outros processos metabólicos. Entre as várias funções que o potássio exerce nas plantas, cita-se a melhor eficiência de uso da água, em consequência do controle da abertura e fechamento dos estômatos, maior translocação de carboidratos produzidos nas folhas para os outros órgãos da planta, maior eficiência enzimática e melhoria da qualidade comercial da planta (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Em solos pobres em K, a falta de adubação conduzirá fatalmente a produções muito baixas e de qualidade inferior. As necessidades variam com o tipo e a fertilidade do solo e com seu uso, isto é, com tempo de cultivo e os elementos recebidos anteriormente. O Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) estabeleceu para os solos do estado de São Paulo os limites de cada elemento a ser empregado na adubação. Para o nitrogênio (N), de 20 a 100 kg ha⁻¹; para o fósforo (P₂O₅), de 40 a 120 kg ha⁻¹; para potássio (K₂O), de 80 a 100 kg ha⁻¹. Rossetto et al., (2004) revelam que o aumento do pH do solo pela calagem causa incremento na CTC do solo e pode elevar a capacidade de adsorção de potássio, diminuindo perdas por lixiviação. Doses excessivas de calcário podem provocar desequilíbrios com a adubação potássica. Existem, porém, contradições. Bittencourt e Sakai (1975), por exemplo, concluíram que a adição de calcário pode provocar maior mobilização de potássio, mesmo nas formas não trocáveis, permitindo que seja lixiviado com maior facilidade.

Nos experimentos de Cordeiro et al. (1988) verificaram que a calagem causou redução de 19% na disponibilidade de K para a cana em Latossolo Roxo, e 10% em Latossolo Vermelho - Amarelo.

Weber e Azeredo (1997) revelam que, para a região canavieira do estado do Espírito Santo, as doses de 80 kg ha⁻¹ de N e de 80 kg ha⁻¹ de K₂O resultaram em aumentos da ordem de 21% na produtividade das soqueiras. Isto está de acordo com Albuquerque e Marinho (1983) os quais afirmam que as soqueiras apresentam maiores perspectivas de resposta ao potássio, recomendando o uso de doses maiores deste nutriente. Apesar disso; Azeredo; Robaina; Zanotti, (1984) não obtiveram respostas consistentes das soqueiras à adubação potássica, em Podzólico-Amarelo do Espírito Santo, indicando que outros fatores podem estar relacionados à esta maior responsividade da soqueira ao potássio. É esperado que ela seja mais frequente em solos de fertilidade baixa e média, onde se tenha retirado alta produtividade de colmo no ano anterior, dada a alta extração e exportação de K₂O pelos colmos. Isto provocará redução dos teores do solo e permitirá a ocorrência de respostas à adubação fosfatada na soqueira.

Segundo os autores Rappaport e Axley (1984), Fenn; Tatum; Horst; (1990), Gameh; Angle; Axley, (1990) e Christianson et al. (1995) o uso do KCl como fertilizante aplicado conjuntamente com a uréia, para reduzir as perdas de amônia por volatilização, tem mostrado resultados positivos, e que, quando se utiliza KCl aplicado à uréia, a complementação da mistura com fertilizante fosfatado pode alterar a eficiência do KCl no controle das perdas de amônia por volatilização.

A aplicação de fosfatos de K exibe a tendência de redução do efeito do KCl sobre as perdas, mostrando que o efeito é dependente da reação de dissociação do cátion acompanhante do ânion fosfato ser ácido ou alcalino. Quando o cátion é o amônio, os trabalhos têm revelado a contribuição do fertilizante (MAP) na redução das perdas de amônia por volatilização, porque o amônio apresenta efeito acidificante (SENGIK e KIEHL, 1995).

Zambello Júnior e Azeredo (1983) relatam que a reação da cana-soca ao potássio normalmente é da mesma ordem de grandeza da observada para a cana-planta. O nitrogênio usualmente é o nutriente vegetal universalmente mais deficiente, mas não se pode substituir um elemento pelo outro. Tem sido

dito que o N é o mais importante nutriente das plantas para aumentar as produções. Porém, o potássio é o mais expressivo em estabilizar as produções.

A distribuição irregular de água pode proporcionar efeitos prejudiciais às plantas, se coincidirem com os períodos críticos de necessidade de água, afetando em maior ou menor grau a produção final. O Potássio aumenta a tolerância ao estresse hídrico. Assim, a água e a adubação potássica são os fatores de produção que limitam os rendimentos com maior frequência e o controle da irrigação e do fertilizante constituem critérios fundamentais para o êxito da cultura da cana-de-açúcar, havendo necessidade de se determinar as relações entre lâminas de irrigação e doses de adubação potássica para se obter uma maior produtividade com a cultura (NETO et al.,2006).

4. ARTIGO - RESPOSTA DE SEIS VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR A DOSES DE POTÁSSIO NO CERRADO DE RORAIMA

4.1. RESUMO

A cana-de-açúcar é uma cultura que apresenta vantagens relacionadas à rusticidade, capacidade de adaptação às diversas condições edafoclimáticas, à facilidade de manejo, a boa capacidade de rebrota, alto rendimento. A seleção de variedades produtivas, responsivas a adubação e adaptada às condições edafoclimáticas local e essencial, para estabelecer o cultivo sustentável da cana-de-açúcar nos solos do cerrado de Roraima. Para tanto, esta pesquisa objetivou estudar a resposta de seis variedades de cana-de-açúcar a doses crescentes de potássio no cerrado de Roraima. O trabalho foi realizado em condições de campo e conduzido no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Roraima, com clima Aw em Latossolo Amarelo. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema fatorial de parcelas sub-divididas, onde cada bloco foi constituído por cinco parcelas formadas pelas doses de potássio (0, 80, 160, 240 e 320 Kg ha⁻¹ de K₂O) e seis sub-parcelas pelas variedades (RB72454, SP81-3250, SP79-1011, SP801816, RB867515 e RB855536), com quatro repetições. Avaliou-se o número de colmos por metro, diâmetro médio do colmo, altura média dos colmos, massa média do colmo, BRIX e índice de maturação, teor de potássio na folha, produtividade de colmo total e produtividade industrial. Concluiu-se que a adição de potássio proporcionou melhor rendimento em todas as variáveis de produção; doses de 80 Kg ha⁻¹ de K₂O⁻¹ foram as mais adequadas para obtenção das maiores produtividades. As variedades RB72454 e RB 867515 foram as que se destacaram com maiores produtividades no cerrado de Roraima, no presente estudo.

Palavras-chave: Produtividade, fertilidade do solo, cana-planta, *Saccharum* spp.

PERFORMANCE OF SIX SUGARCANE VARIETIES TO DOSES OF POTASSIUM IN SAVANNA OF RORAIMA.

4.2. ABSTRACT

Sugar cane is a crop which exhibits advantages concerning to rusticity, capability of adaptation to the various edafoclimatic conditions, to management efforts, its good adaptation for ratoon cultivation, high yields. Selections for productive varieties, responsive to fertilization and adapted to local edafoclimatic conditions is essential for establishment of sustainable crop of sugarcane in savanna soils of Roraima. In this way, this research intended to study the performance of six sugar-cane varieties to increasing doses of potassium in the savanna of Roraima. This research was conducted in field conditions in the Centro de Ciências Agrárias, at Universidade Federal de Roraima, under Awi climate in a yellow latossol. The experimental design was completely randomized blocks, under a factorial scheme of split-plot, where each block consisted of five plots with doses of potassium (0, 80, 160, 240 and 320 Kg ha⁻¹) and six subplots with varieties (RB72454, SP81-3250, SP79-1011, SP801816, RB867515 and RB855536) with four replicates. The parameters assessed were number of stalk per meter, average diameter of stalk, average mass of stalk, BRIX and maturation index, leaf potassium content, total productivity of stalk and industrial productivity. As conclusion, addition of potassium provided a better performance among all production parameters. Dose of 80 kg ha⁻¹ of K₂O was the most suitable for attainment of higher productivity. Varieties RB72454 and RB 867,515 outstaded with the best productivities in savanna of Roraima, within present study.

Keywords – Productivity, soil fertility, plant-cane, Saccharum ssp.

4.3. INTRODUÇÃO

No Brasil, a área ocupada em 2008 com a cultura da cana-de-açúcar foi de 7,01 milhões de hectares, superior à de 2007, em 13,9%, sendo processada 571,4 milhões de toneladas de cana (CONAB, 2008). Dessa produção, a maior parte foi destinada à fabricação de açúcar e álcool. Neste cenário, os programas de melhoramento genético estão liberando e protegendo variedades de cana-de-açúcar cada vez mais produtivas e resistentes às doenças e pragas. Entretanto, são poucos os trabalhos que têm sido desenvolvidos com as cultivares mais modernas, as quais tiveram significativa mudança genética por meio do melhoramento vegetal, havendo a necessidade de se conhecer melhor a reação desses genótipos aos fatores que influem no crescimento, desenvolvimento, produção e maturação da cana-de-açúcar, dentre os quais a adubação é dos mais relevantes.

Entre os fatores de produção da cana-de-açúcar, a variedade ocupa lugar de destaque, porque é o único fator capaz de proporcionar aumentos significativos na produtividade agrícola e industrial, sem aumentos significativos nos custos de produção. As variedades de cana que são adequadas para a produção de açúcar e álcool são as mesmas indicadas para a produção de aguardente (ANDRADE, 2001).

A pesquisa tecnológica para suporte do setor sucroalcooleiro nacional, antes realizado pelo Programa Nacional de Melhoramento da cana-de-açúcar (PLANAUSUCAR), hoje está sendo de responsabilidade da Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento Sucroalcooleiro (RIDESA), fundada pelas Universidades Federais, e que tem como foco a pesquisa no Programa de Melhoramento Genético de cana-de-açúcar (PMGCA). A RIDESA já introduziu cerca de 17 cultivares para as Regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul e 13 para as Regiões Norte e Nordeste.

Para essas novas variedades, em cada região, é necessário adequar as demais tecnologias de manejo para permitir que seja alcançado o máximo potencial produtivo. Maule; Mazza; Martha Junior, (2001) relataram a

importância de estudar as novas cultivares em seu ambiente de produção, para poder gerar informações que possibilitem o entendimento dos fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento. Isto possibilitaria adequar o melhor manejo da cultivar de acordo com a sua adaptação ecológica.

O foco marcante da seleção de novas variedades está restrito a capacidade de adaptação edafoclimática e características agroindustriais. Estudos de fertilidade de solo e, principalmente, nutrição de plantas, são objetos de estudo esporádicos, com pouca ênfase e sistematização. Neste aspecto, pesquisas que possam atuar na identificação do potencial de extração e alocação dos nutrientes pela cana-de-açúcar, durante o ciclo da planta, poderão direcionar novos métodos e formas de adubação mais eficazes. A determinação da capacidade produtiva de cada variedade, aliada aos conhecimentos das exigências nutricionais, levarão a um melhor aproveitamento de cada insumo adicionado ao sistema solo-planta, levando a adubações com menos desperdícios e economicamente viáveis (OLIVEIRA, 2008).

Dentre os nutrientes exigidos, a cultura tem maior necessidade de potássio (ORLANDO FILHO et al., 1993).

A cana-de-açúcar responde intensamente à aplicação de potássio (RAIJ, 1974), se destacando dentre os nutrientes usados na adubação, pois este é exportado em maior quantidade por essa cultura, além de influenciar sua qualidade. Um princípio normalmente usado para orientar a recomendação de adubação potássica na cultura da cana-de-açúcar é a avaliação da disponibilidade desse nutriente no solo. Normalmente, são determinados os teores considerados trocáveis no solo, e as interpretações dessas análises são baseadas em faixas de fertilidade, admitindo-se valores mínimos críticos, abaixo dos quais o desenvolvimento vegetal é limitado (ORLANDO FILHO e RODELLA, 1996). É esperado que haja grande resposta à adubação no cerrado de Roraima, pois os solos tem teores baixos (MELO; GIANLUPPI; UCHÔA, 2004).

Tem sido relatado que o nitrogênio é o mais importante nutriente das plantas para aumentar as produções, porém o potássio é o mais expressivo em estabilizar as produções (ORLANDO FILHO et al., 1993), daí a necessidade de ter sua necessidade bem dimensionada. Além disso, a fonte mais usada de

potássio é um insumo importante e caro. Como a sua demanda é alta, o impacto sobre o custo de adubação em geral é grande. A adubação representa até 30% do custo de produção, devido à grande produção e remoção de massa verde por área plantada, que impõe a necessidade da reposição dos nutrientes no solo por meio de fertilizantes.

Apesar da cana-de-açúcar revelar uma tendência para maior resposta à adubação nitrogenada e potássica, as recomendações de adubação têm sido pouco estudadas, sobretudo levando-se em conta a necessidade de elevar a longevidade, aumentar a eficiência e diminuir os custos do sistema de produção.

Diante do exposto, a presente pesquisa, objetivou avaliar a resposta de cultivares de cana-de-açúcar (RB72454, SP81-3250, SP79-1011, SP80-1816, RB867515, RB855536) a doses de K (0, 80, 160, 240 e 320 kg ha⁻¹ K₂O) em um Latossolo Amarelo distrocoeso em área de cerrado, na Região Central do estado do Roraima, Brasil.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

4.4.1 Caracterização do ambiente experimental

O experimento foi conduzido na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Roraima (CCA/UFRR), no Campus do Cauamé, localizado no município de Boa Vista, Roraima, situado na latitude 2° 49'11" N e longitude 60°40'24" W, com altitude média de 90 m, durante o primeiro ciclo da cultura da cana-de-açúcar no ano agrícola de 2007/2008. O preparo da área para instalação do experimento ocorreu na primeira quinzena de junho de 2007.

O clima da região corresponde à classificação de Köppen ao tipo Aw1, com duas estações climáticas bem definidas, uma chuvosa (abril-agosto) e outra seca (outubro-março). Segundo dados da Estação Meteorológica de Boa Vista, a temperatura média do ar é de 27,4°C. A evapotranspiração anual é de 1.940,3 mm com umidade relativa média de 74% e pluviosidade média de 1.685,6 mm. Na Figura 4.4.1 são apresentados os dados obtidos durante o período de condução do experimento referente às chuvas ocorridas (mm).

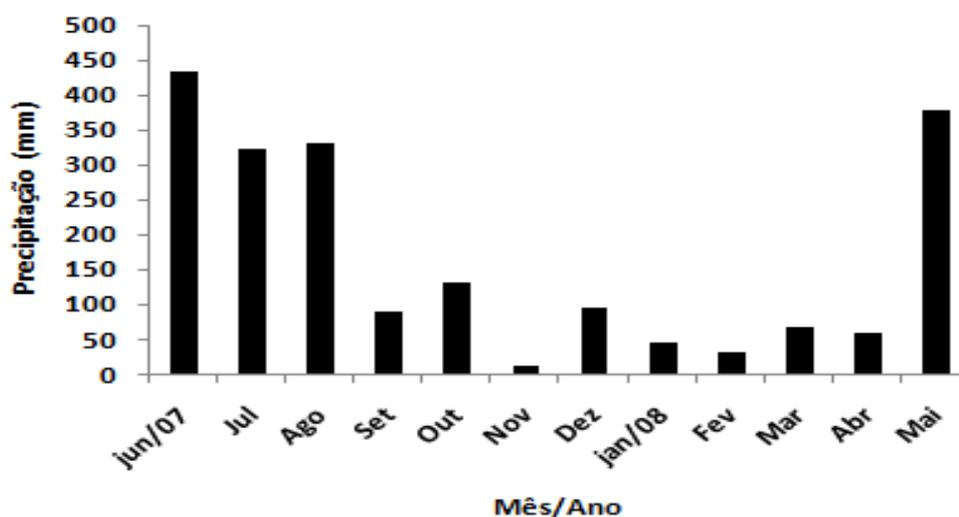


Figura 4.4.1 - Médias mensais de precipitação pluvial no período de junho/2007 a maio de 2008. Boa Vista – RR, 2008.

Fonte: INMET-RR (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA).

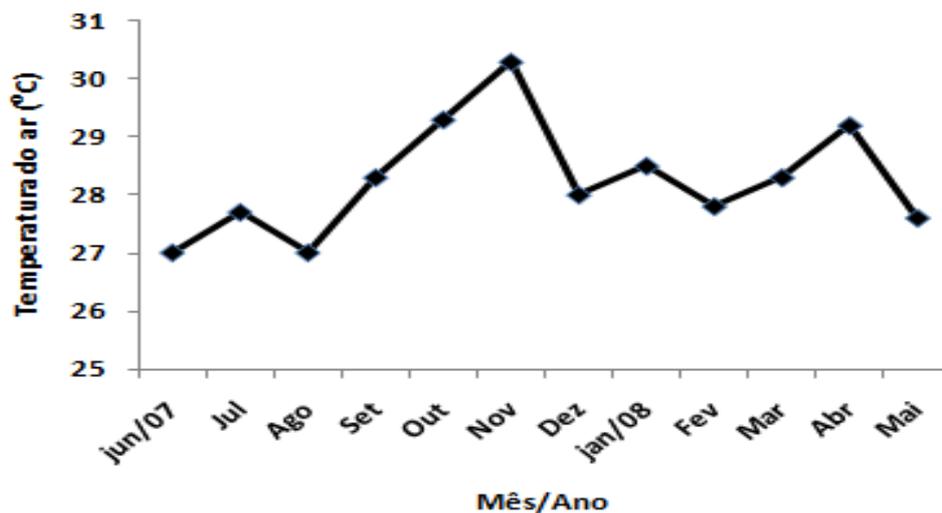


Figura 4.4.2 - Médias mensais de temperatura do ar no período de junho/2007 a maio de 2008. Boa Vista – RR, 2008. Fonte: INMET-RR (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Amarelo distrocoeso, conforme perfil descrito por Benedetti (2007), cujas características químicas e físicas da camada de 0 - 20 e 20 - 40 são apresentadas na Tabela 4.4.1.

Tabela 4.4.1 - Características químicas e físicas de amostras do solo da área experimental. Boa Vista – RR, 2007^{1/}.

Camada (cm)	pH em H ₂ O 1:2,5	P ^{2/}	K ^{2/}	Ca ^{3/}	Mg ^{3/}	Al ^{3/}	H+Al ^{4/}	SB
		mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³				
0 - 20	5,5	2,0	0,05	0,65	0,32	0,21	2,64	1,02
20 - 40	5,4	-	0,04	0,60	0,15	0,22	2,23	0,79
	V	m	CTC efetiva	CTC a pH 7,0	M.O ^{5/}	Argila ^{5/}	Silte ^{5/}	Areia ^{5/}
	——(%)——		——cmol _c dm ⁻³ ——		g kg ⁻¹		——(%)——	
0 - 20	27,9	17	1,2	3,7	11,6	23	6,0	71
20 - 40	26,2	22	1,0	3,0	9,5	25	6,0	69

^{1/}Análise realizada no Laboratório da EMBRAPA-RR; ^{2/}Extrator Mehlich-1; ^{3/}Extrator KCl 1 mol L⁻¹; ^{4/}Solução de Acetato de Cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7; ^{5/}EMBRAPA (1997).

A área havia sido cultivada anteriormente, em 2004, com mandioca, e passou por aproximadamente 10 anos de pousio. Para a instalação do experimento, realizou-se o preparo do solo, com uma aração e duas gradagens e a aplicação superficial de 1,18 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, em 15 de junho 2007, para elevar a saturação por bases a 60%.

4.4.2 Caracterização das variedades de cana-de-açúcar

SP79-1011: maturação precoce, produção agrícola e teor de sacarose altos, período útil de industrialização (PUI) longo, baixo teor de fibra, florescimento raro, boa brotação de soqueira, médio perfilhamento, resistência intermediária ao carvão, média exigência em fertilidade do solo (ROCHA, 2007).

SP81-3250: maturação precoce a média, boa produtividade agrícola em cana-planta e soca, alto teor de sacarose, longo período útil de industrialização (PUI), alto teor de fibra, florescimento médio, pouca exigência em fertilidade do solo, elevada capacidade de adaptar-se a diferentes solos e climas (GOMES, 2003).

RB72454: maturação tardia, produtividade e teor de sacarose altos, boa brotação, perfilhamento médio, bom fechamento de entrelinhas, baixa exigência em fertilidade do solo baixa, adaptabilidade ampla, estabilidade de produção alta, teor de fibra e florescimento baixos, resistente a escaldadura das folhas e a ferrugem (MATSUOKA; GARCIA; ARIZONO, 1999).

RB867515: maturação tardia, produção agrícola e teor de sacarose altos, PUI médio, boa brotação na cana-planta e na soca, perfilhamento médio, bom fechamento de entrelinhas, fibra média, florescimento acima da média, recomendada para cultivo de verão, baixa exigência em fertilidade do solo (SIMÕES NETO e MELO, 2005).

SP80-1816: maturação média, produtividade agrícola boa, teor de açúcar e fibra altos, boa brotação de soqueiras, elevada exigência em fertilidade do solo (GOMES, 2003).

RB855536: maturação tardia, produtividade agrícola elevada e rendimento industrial alto, apresenta boa brotação de soqueira, mesmo sob palha (GOMES, 2003).

As variedades RB72454, SP80-1816, RB867515 e RB855536 foram provenientes da Universidade Federal de Viçosa (UFV), de sua coleção de germoplasma de cana-de-açúcar e cedida à UFRR em 2001, para multiplicação propagativa; e as demais foram cedidas por um produtor que havia implantado uma lavoura para a produção de mudas em 2006.

4.4.3 Experimento

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema de parcela subdividida, sendo a parcela formada pelas doses de potássio (0, 80, 160, 240 e 320 kg ha⁻¹ de K₂O) e as sub-parcelas pelas variedades (RB72454, SP81-3250, SP79-1011, SP801816, RB867515, RB855536), totalizando, portanto, 30 tratamentos.

Cada bloco foi constituído por cinco parcelas e seis sub-parcelas, ocupando uma área de 1.267,5 m². Os blocos foram separados entre si por um carreador de aproximadamente 3,3 metros de largura, com o objetivo de facilitar o trânsito de implementos com insumos utilizados na montagem e na condução do experimento. A área total ocupada pelo experimento foi de 5.070,00 m².

A sub-parcela experimental foi constituída por cinco linhas de cana, espaçadas de 1,3 m, com comprimento de 6,5 m, perfazendo área total de 42,25 m². A área útil da parcela (7,15 m²) foi obtida retirando-se 0,5 m de cada lado da linha central. As demais linhas formam consideradas bordaduras.

O plantio foi efetuado em 05 de julho de 2007, no período chuvoso, não havendo necessidade de irrigação até o mês de outubro. Nos meses de outubro a fevereiro, com baixa precipitação pluviométrica (Figura 4.4.1), foi realizada irrigação complementar por aspersão, mantendo-se o solo próximo de 80% da capacidade de campo, suspendendo a irrigação no início de março. As mudas foram provenientes de plantas com idade de 12 meses, plantadas

em sulcos de 0,25 m de profundidade e espaçados de 1,30 m. Por ocasião do plantio, as mudas foram picadas em toletes com três a quatro gemas, distribuídas manualmente no fundo dos sulcos, cruzando-se pés e pontas, obtendo-se de 13 a 15 gemas por metro de sulco. Em seguida, a cana de plantio foi coberta com 10 cm de solo destorroado.

A adubação no plantio consistiu da aplicação de 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅, sendo 120 kg ha⁻¹ na forma de superfosfato simples e 60 kg ha⁻¹ na forma de fosfato natural. O nitrogênio foi aplicado em cobertura aos 20 e 60 dias após o plantio, na dose de 60 kg ha⁻¹, na forma de ureia, para cada cobertura. O potássio em kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio, foi aplicado da seguinte forma: Dose 80 kg ha⁻¹ – 100% no plantio; dose 160 kg ha⁻¹ – 50% no plantio e 50% aos 45 dias após o plantio (DAP); dose 240 kg ha⁻¹ – subdividida igualmente em três épocas, sendo: plantio, 45 DAP e 90 DAP; dose 320 kg ha⁻¹ – 25% no plantio, 25% aos 45 DAP e 50% aos 90 DAP.

O experimento foi mantido livre da competição por plantas invasoras por meio de cinco capinas mecânicas, com roçadeira. Não houve a necessidade de aplicação de produtos químicos para o controle de pragas e doenças, com exceção do controle de formigas cortadeiras (saúvas), realizado no formigueiro.

As variáveis analisadas foram: **número de colmos por metro** – por ocasião da colheita da cana-planta, foram realizadas contagens do número de colmos na área útil de cada parcela, calculando-se, posteriormente, o número médio de colmos por metro; **diâmetro médio dos colmos** - mensurado com o auxílio de um paquímetro com graduação em mm, dimensionado no centro do segundo entrenó localizado na base do colmo, em uma amostra de dez plantas; **altura média dos colmos** – a altura do colmo foi mensurada com auxílio de uma fita métrica ao nível do solo até o colarinho da folha (+1), de uma amostra de dez plantas; **massa média de colmo**: foi obtido pela pesagem de uma amostra de cinco colmos colhida na área útil, obtendo-se a massa média; **°Brix em %** - é a porcentagem, em gramas, de sólidos solúveis dissolvidos na água presente na cana-de-açúcar. A determinação do °Brix foi feita a partir do caldo extraído da cana-de-açúcar e medido por meio de refratômetro digital, provido de correção automática de temperatura e ajuste de campo; **índice de maturação** - Foram retiradas três plantas por parcelas

aleatoriamente. Destes colmos, algumas gotas de caldo foram extraídas do 4º internódio a partir do solo e da ponta (último internódio que a bainha desprende-se facilmente do colmo). A relação existente entre o °Brix da ponta e o °Brix da base, indica o índice de maturação (IM); **teor de potássio na folha** - no mês de março, seguindo a metodologia proposta por Raij et al. (1996), coletaram 30 folhas + 3 (folha mais alta com a aurícula visível) por parcela, excluindo-se a nervura central e utilizando-se apenas os 20 cm centrais. A determinação do teor de potássio foliar foi realizado no Laboratório de Fertilidade do Solo da Universidade Federal de Viçosa; **produtividade de colmos total** ($t\ ha^{-1}$) - a produção total, considerando-se a soma da massa do colmos, da ponta e das folhas, foi determinada na linha central da parcela no final do ciclo, amostrando-se uma área de 7,15 m^2 ; **produtividade Industrial** ($t\ ha^{-1}$) – após a determinação da produção total, fez-se a retirada da palha e da ponta, medindo-se a massa do colmo.

Realizou-se a análise de variância e o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias. Para as determinações estatísticas aplicou-se o programa SAEG versão 5.0 (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas), da Universidade Federal de Viçosa (SAEG,1999).

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com exceção do °Brix e do índice de maturação, as variedades em estudo tiveram efeito significativo das doses de potássio (Tabela 4.5.1). Entretanto, todas as variáveis foram influenciadas significativamente pelo efeito de variedades, havendo efeito da interação apenas para produção total.

Tabela 4.5.1 – Fontes de variação, graus de liberdade, quadrados médios do resíduo e coeficientes de variação do número de colmo (NC), diâmetro do colmo (D), altura da planta (A), massa do colmo (MC), Brix, índice de maturação (IM), teor de potássio (TK), produção industrial (PI), produção total (PT) de seis variedades de cana-de-açúcar em resposta a adubação de potássio. Boa Vista – RR, 2007.

FV	G L	QMR								
		NC	D	A	MC	BRIX	IM	TK	PI	PT
Bloco	3	36,6889**	12,9992*	0,2112**	0,1078*	6,0249 ^{NS}	0,1444**	10,0421**	220,95 ^{NS}	1.316,30**
K	4	25,8458**	42,4055**	1,1627**	0,4514*	3,1379 ^{NS}	0,0212 ^{NS}	18,7448**	1.999,19**	2.112,61**
Resíduo (a)	12	1,0014	4,7814	0,0863	0,0373	2,4346	0,0123	0,8188	183,10	415,13
V	5	37,1733**	16,1918**	1,1063**	0,2953**	10,9619**	0,0484*	7,7817**	1.453,80**	4.262,42**
K vs V	20	1,3558	1,5975	0,4453	0,0124	0,3371	0,0102	0,2261	132,78	336,99
Resíduo (b)	75	2,2056	3,7464	0,0470	0,0273	2,7401	0,0163	0,3981	101,05	244,70
CV _(a) (%)		12,11	9,76	14,72	25,39	8,06	14,48	11,86	38,14	42,37
CV _(b) (%)		17,97	8,64	10,87	21,70	8,55	16,67	8,26	28,32	32,53

** , * e NS - Significativo a 1 e 5 % de probabilidade e não significativo, respectivamente.

O efeito das características genéticas das variedades determinou diferenças significativas para o número de colmo m^{-1} (Tabela 4.5.2). A variedade RB867515 apresentou 9,85 colmos m^{-1} , correspondendo a 75,7 mil colmos ha^{-1} , que não diferiu estatisticamente da variedade SP81-3250 (9,55 colmos m^{-1}). A RB72454 e SP80-1816 apresentaram valores intermediários, 8,25 colmos m^{-1} , e as variedades SP79-1011 e RB855536 apresentaram os menores valores, 7,5 e 5,0 colmos m^{-1} , respectivamente (Tabela 4.5.2).

As doses de potássio também influenciaram no aumento do número de colmos m^{-1} em até 36%, sendo as doses 160 e 240 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O , estatisticamente iguais e superiores as demais. A dose 320 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O não se diferenciou estatisticamente das doses 0 e 80 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O , indicando, ainda, efeito depressivo no número de colmos m^{-1} em 19% em relação a dose 160 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O (Tabela 4.5.2). Dado o menor custo, a dose de 160 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O é a mais vantajosa para essa variável.

Tabela 4.5.2 – Médias de número de colmo (NC), diâmetro do colmo (D), altura da planta (A), massa do colmo (MC), de seis variedades de cana-de-açúcar cultivadas em diferentes doses de potássio. Boa Vista – RR, 2007.

Variáveis	Variedades	Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹)					Média
		0	80	160	240	320	
NC		colmo m ⁻¹					
	RB72454	7,00	8,00	9,00	9,00	8,25	8,25BC*
	SP81-3250	8,00	10,00	10,75	11,00	8,00	9,55AB
	SP79-1011	6,00	7,00	9,00	8,50	7,50	7,60C
	SP80-1816	7,00	8,00	8,75	9,50	8,00	8,25BC
	RB867515	8,00	9,00	11,00	11,25	10,00	9,85A
	RB855536	5,00	7,00	7,25	6,25	5,00	6,10D
	Média	6,83c [†]	8,17ab	9,29a	9,25a	7,79bc	
D		mm					
	RB72454	20,73	22,93	23,95	23,98	24,28	23,17A
	SP81-3250	19,32	20,93	22,00	21,85	20,87	21,00B
	SP79-1011	19,57	22,82	23,65	24,10	22,95	22,62A
	SP80-1816	19,57	22,08	23,70	24,88	22,65	22,58A
	RB867515	21,60	23,00a	24,65	24,73	22,80	23,36A
	RB855536	20,63	21,65	21,73	22,33	22,18	21,70AB
	Média	20,23b	22,23ab	23,28a	23,64a	22,62a	
A		m					
	RB72454	1,66	1,85	2,31	2,48	2,34	2,11B
	SP81-3250	1,48	1,78	1,81	1,88	1,71	1,73C
	SP79-1011	1,50	1,78	1,90	1,92	1,86	1,72C
	SP80-1816	1,61	2,01	2,04	2,10	2,06	1,96B
	RB867515	1,85	2,15	2,40	2,65	2,54	2,32A
	RB855536	1,70	2,10	2,21	2,31	2,23	2,13AB
	Média	1,65c	1,93b	2,07ab	2,21a	2,12ab	
MC		g					
	RB72454	0,534	0,727	0,953	0,906	0,775	0,779B
	SP81-3250	0,476	0,628	0,771	0,849	0,661	0,677BC
	SP79-1011	0,479	0,636	0,701	0,697	0,603	0,623C
	SP80-1816	0,590	0,823	0,890	0,910	0,856	0,814AB
	RB867515	0,706	0,810	1,120	1,130	1,065	0,966A
	RB855536	0,504	0,739	0,776	0,850	0,683	0,712BC
	Média	0,548b	0,727a	0,868a	0,892a	0,774a	

* - Letras minúsculas correspondem às comparações entre as doses de potássio para uma mesma cultivar pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; letras maiúsculas correspondem às comparações entre as cultivares independentemente da dose de potássio pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O número de colmos m⁻¹ diversificou em 61% entre as variedades estudadas, evidenciando uma variabilidade genética elevada quanto à adaptação deste grupo às condições edafoclimáticas locais. Apesar do incremento em número de colmos ha⁻¹, o maior valor médio obtido (9,85 colmos m⁻¹ ou 75,7 mil colmos ha⁻¹) foi inferior aos 90.000 colmos ha⁻¹, que segundo Taupier e Rodrigues (1999) são necessários para atingir produtividade máxima. A adubação com K₂O melhorou o número de colmos em apenas 36%, mostrando maior impacto do efeito varietal.

Tanto a capacidade de perfilhamento quanto a de crescimento de uma variedade de cana-de-açúcar, que é definida por fatores genéticos e ambientais – espaçamento, fertilidade e umidade do solo, temperatura ambiente, plantas daninhas, entre outros –, são determinantes para o número apropriado de colmos requeridos para um bom rendimento da cultura (DILLEWIJN, 1960).

O diâmetro médio do colmo das variedades, independente da dose de K_2O , apresentou diferenças significativas, variando de 21,00 a 23,36 mm (Tabela 4.5.2). As variedades RB867515, SP80-1816, SP79-1011 e a RB72454 apresentaram diâmetros superiores as demais. O efeito isolado da variedade determinou incremento mínimo de 11% sobre o diâmetro. Por outro lado, as doses de ha^{-1} de K_2O potássio proporcionaram incrementos da ordem de 16%, sendo as doses 160, 240 e 320 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O estatisticamente iguais e superiores as demais doses (Tabela 4.5.2). Entretanto, a dose de 80 $Kg\ ha^{-1}$ foi a mais vantajosa para esta variável, pois não se diferenciam das demais.

O diâmetro médio dos colmos está dentro da faixa de valores normalmente encontrados na literatura (CARLIN; SILVA; ROSSETTO, 2005; MOURA et al., 2005; AZEVEDO, 2002). Pate; Alvarez; Phillips, (2001) relataram que, em plantios adensados, os colmos da cana tendem a ser mais longos e com diâmetros menores. Canas muito produtivas e com alta densidade de plantas por metro tendem a ter colmos mais finos. Considerando que o plantio não foi adensado, nesta pesquisa, era necessário que houvesse um maior engrossamento dos colmos para compensar a baixa densidade de colmo m^{-1} , mas isto não aconteceu. Barbosa (2005), estudando o crescimento e produção de cinco variedades de cana-de-açúcar, entre elas a SP79-1011 e RB72454, cultivadas em sistema irrigado e sequeiro, em Salinas-MG, apresentaram para diâmetro valores que variaram de 28 a 34 mm, compensando a baixa densidade de plantios, que variou de 5,95 a 7,72 plantas m^{-1} .

As doses de potássio determinaram incrementos na altura do colmo da ordem de 34% em relação à dose controle (Tabela 4.5.2), sendo a dose 240 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O superior às demais. Entretanto, a dose de 160 $kg\ ha^{-1}$ é a mais vantajosa para esta variável, pois não se diferenciou das mais efetivas. As características genotípicas das variedades também determinaram alturas estatisticamente diferentes, variando de 1,72 a 2,32 m, sendo a altura da

variedade RB867515 superior em até 35%. Apesar do incremento em altura, proporcionado pela dose 240 kg ha⁻¹ de K₂O, as variedades apresentaram estaturas inferiores às observadas em plantios de elevada produtividade (BARBOSA, 2005).

A massa média de colmo apresentou diferenças estatísticas significativas entre as variedades de cana-de-açúcar estudadas (Tabela 4.5.2). A variedade RB867515 destacou-se com 0,966 g de massa de colmo, não diferindo estatisticamente da SP80-1816. Ambas apresentaram um ganho de massa em até 55% em relação às outras variedades. As doses de potássio determinaram diferenças estatísticas na massa de colmo, apenas em relação à dose controle, com incremento médio de 49% pela adição do potássio (Tabela 4.5.2). A massa média de colmo, obtida pelas variedades, variou de 0,623 a 0,966 g e apresentou-se, de modo geral, abaixo das médias obtidas em plantios produtivos, com rendimento de colmo superior a 80 t ha⁻¹ (TEIXEIRA, 2005, MOURA et al., 2005, WEBER et al., 2001), sendo, portanto, um indicador do potencial produtivo no canavial.

Na Tabela 4.5.3 são apresentadas as médias de °Brix e índice de maturação (IM) das seis variedades estudadas. Não houve efeito significativo das doses de potássio no teor de sólidos solúveis medido por meio do °Brix e no índice de maturação, nas seis variedades de cana-de-açúcar. Os resultados para o °Brix estão consistentes com alguns trabalhos onde a adição de doses crescentes de potássio não afetou esta variável (ALVAREZ e FREIRE, 1962; ESPIRONELO; OLIVEIRA; NAGAI; 1980; MOURA et al., 2005). Lima et al. (2006) encontraram maiores teores de sólidos solúveis, quando as variedades foram cultivadas na ausência de PK e, segundo Korndörfer e Oliveira (2005), o acúmulo de açúcares na cana é pouco afetado pela adubação potássica. Orlando Filho et al., (1993) demonstraram que mesmo utilizando altas doses de K (600 kg ha⁻¹ de K₂O) em quatro diferentes solos, não foi verificado nenhum efeito sobre a porcentagem de sacarose aparente no caldo (%POL). Provavelmente, o teor de K celular nas plantas cultivadas nos ensaios citados estejam acima do limite do teor necessário para retardar de forma significativa ou impedir a translocação de sacarose dentro da planta. Somente em solo extremamente deficiente em K disponível e sem limitação dos demais nutrientes é possível observar o efeito dos teores de K, reduzindo a

translocação do K, como visto por Burr et al., (1957), citados por Malavolta et al., (1964).

Tabela 4.5.3 – Médias de °Brix (%) e índice de maturação (IM) de seis variedades de cana-de-açúcar. Boa Vista – RR, 2007.

Variáveis	Variedades					
	RB72454	SP81-3250	SP79-1011	SP80-1816	RB867515	RB855536
°Brix (%)	20,22a*	19,76a	18,19b	18,78ab	19,68a	19,49ab
IM	0,75ab	0,80ab	0,73ab	0,77ab	0,71b	0,84a

* Letras minúsculas correspondem às comparações entre as cultivares pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As diferenças nos valores de °Brix e no índice de maturação estão, portanto, associadas às características genéticas das variedades, principalmente com aquelas relacionadas à sua maturação, uma vez que as variedades estudadas foram submetidas às mesmas condições edafoclimáticas e colhidas em uma mesma época. O °Brix das variedades variou de 18,19 a 20,22%, estando dentro da faixa observada na literatura (MOURA et al., 2005; LIMA et al., 2006; DUARTE JUNIOR e COELHO, 2008).

As variedades foram distribuídas, quanto ao °Brix, em três grupos, sendo: SP79-1011, com o menor valor médio de 18,19%; RB855536 e a SP80-1836, com valores intermediários e as variedades RB72454, SP81-3250 e RB867515, com valor médio igual ou superior a 19,68%. Os resultados obtidos de °Brix distinguem-se dos encontrados por Oliveira (2008), onde a RB72454 teve o menor valor, 17,45%, e as variedades SP79-1011 (20,67%), SP81-3250 (20,66%) e RB867515 (20,76%) tiveram os maiores valores para o °Brix, demonstrando uma variação genotípica associada ao ambiente. Para Castro (1999), a maturação é um dos aspectos mais importantes na produção da cana-de-açúcar, e as características varietais são importantes no processo de acúmulo de sacarose, que é executado à custa de energia.

Os valores de °Brix encontrados em todas as variedades são considerados adequados para cana-de-açúcar colhida em início de safra. De acordo com Silva (2007), valores mínimos desejáveis são da ordem de 18%.

Observa-se, pela Tabela 4.5.3, que as variedades apresentaram, no período da colheita, índice de maturação (IM) variando de 0,71 a 0,84, consideradas com maturidade média. Entretanto, alguns pesquisadores

(CÉSAR et al., 1987; SILVA, 2007) utilizam o °Brix de 18% para determinar o ponto de colheita. Considera-se que as variedades, de modo geral, passaram pela maturação plena quando se cessou a irrigação, em fevereiro. No entanto, a antecipação das chuvas nos meses de março e abril pode ter influenciado nos resultados de IM.

A RB867515 se destacou entre as variedades estudadas, por apresentar os maiores valores para número de colmos m^{-1} , altura e diâmetro de colmo, considerados por Landell e Silva (2004) como atributos de produção determinantes de maior potencial agrícola. Esta variedade, também, distinguiu-se das demais por apresentar o maior peso do colmo.

Tabela 4.5.4 – Médias do teor de potássio na folha (TK), da produtividade total (PT) e da produtividade industrial (PI), de seis variedades de cana-de-açúcar cultivadas em diferentes doses de potássio. Boa Vista – RR, 2007.

Variáveis	Variedades	Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹)					Média
		0	80	160	240	360	
		g kg ⁻¹					
TK	RB72454	5,48	6,57	7,71	7,67	7,40	6,96B*
	SP81-3250	7,06	7,82	8,80	9,14	8,52	8,27A
	SP79-1011	6,7b	8,23	8,45	8,95	8,88	8,25A
	SP80-1816	6,42	7,67	8,90	9,05	8,14	8,03A
	RB867515	6,29	6,97	7,75	8,34	7,50	7,37B
	RB855536	5,58	6,48	7,20	7,73	7,68	6,93B
	Média	6,26c*	7,29b	8,13a	8,48a	8,02a	
		t ha ⁻¹					
PT	RB72454	36,04b	49,17ab	69,79a	72,50a	71,04a	59,71A
	SP81-3250	27,61a	44,58a	47,08a	45,00a	44,17a	41,69AB
	SP79-1011	32,29a	35,00a	42,71a	26,36a	24,58a	32,19D
	SP80-1816	38,82a	48,65a	52,08a	53,39a	56,88a	49,96BC
	RB867515	32,71c	52,92bc	91,25a	81,93ab	79,27ab	67,61A
	RB855536	22,71a	41,04a	42,42a	43,81a	34,69a	36,93D
	Média	31,69b	45,23a	57,55a	53,83a	51,77a	
		t ha ⁻¹					
PI	RB72454	20,83	33,13	45,42	50,28	45,63	39,05AB
	SP81-3250	16,20	26,79	29,79	27,71	27,83	25,66CD
	SP79-1011	18,54	21,91	30,20	17,91	15,10	20,73D
	SP80-1816	24,65	31,91	34,27	35,21	37,03	32,61BC
	RB867515	19,67	34,38	62,08	51,22	50,61	43,49A
	RB855536	18,33	27,08	25,20	22,29	20,00	22,58D
	Média	19,62	29,20ab	37,83a	34,10a	32,71a	

* - Letras minúsculas correspondem às comparações entre as doses de potássio para uma mesma cultivar pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; letras maiúsculas correspondem às comparações entre as cultivares independentemente da dose de potássio pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 4.5.4 são apresentados os teores de potássio na folha, a produção total e a produção industrial (rendimento de colmos) de seis variedades de cana-de-açúcar cultivadas em diferentes doses de potássio.

A aplicação de doses de potássio proporcionou aumentos significativos no teor de potássio na folha, variando de 6,23 a 8,48 g kg⁻¹ (Tabela 4.5.4), com incremento de 31% em relação à dose zero. Nas doses 160, 240 e 320 kg ha⁻¹ de K₂O, os teores de K foram estatisticamente iguais e superiores aos demais. As variedades também apresentaram diferenças significativas no teor de K na folha. As variedades RB foram as que apresentaram o menor teor de K foliar, com média de 7,08 g kg⁻¹, diferente estatisticamente de 8,18 g kg⁻¹ das demais variedades SP.

O potássio absorvido ficou abaixo do teor considerado adequado 12,2 g kg⁻¹, conforme Reis Júnior e Monnerat (2003), ou da faixa adequada de 11 a 13 g kg⁻¹ (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997), em todas as variedades. A

variedade SP81-3250, que apresentou o maior teor no tecido, $9,14 \text{ g kg}^{-1}$, na dose 240 kg ha^{-1} de K_2O , ficou 20,5% abaixo do limite inferior da faixa adequada de Malavolta; Vitti; Oliveira, (1997). Em geral, o teor de K não se alterou no tecido com uso de doses superiores a 160 kg ha^{-1} de K_2O .

Considerando a entrada de potássio no sistema solo-planta por meio das doses, cuja dose máxima foi 2,25 vezes superior à dose recomendada, era de se esperar que a planta não apresentasse teores de K fora da faixa considerada adequada, devido à facilidade de consumo de luxo desse elemento, em condições de elevada disponibilidade no solo (DILLEWIJN, 1960).

O teor limitante de potássio na folha das variedades estudadas deve-se, provavelmente, a lixiviação do potássio da zona radicular causada pelas elevadas precipitações pluviométricas ocorridas durante os três primeiros meses de cultivo, mesmo fracionando-se o cloreto de potássio em até três vezes. Assim, dada as características de lixiviação do potássio em solos de textura média e ácidos, é possível que parte do potássio adicionado saiu do perfil, tornando-se indisponível para as plantas. De fato, a não correção com fosfato em área total e sua aplicação apenas no fundo do sulco de plantas, em solo com menos de 2 mg dm^3 de P disponível, pode ter levado as plantas a um baixo desenvolvimento radicular, concentrando-se no sulco nas imediações do P aplicado. Este pode ter levado à baixa eficiência de utilização dos demais nutrientes aplicados.

Prezotti e Defelipo (1987) verificaram que em locais onde existe potencial de lixiviação, a adubação potássica deve ser subdividida para minimizar o período entre a adição do fertilizante e a sua absorção pela planta. Tal fenômeno, também, foi observado por Silva (1990) e Braga; Vale; Muniz; (1995), os quais mostraram que a adubação parcelada em cobertura pode ser uma maneira de minimizar a lixiviação de potássio. Os resultados de Lana et al. (2004) evidenciaram que o parcelamento de 30 kg ha^{-1} no sulco + 90 kg ha^{-1} em cobertura e/ou 60 kg ha^{-1} no sulco + 60 kg ha^{-1} em cobertura proporcionaram as maiores produções comparativamente aplicações 120 kg ha^{-1} no sulco ou 120 kg ha^{-1} de K_2O em cobertura.

Por outro lado, Coelho (1973) destaca que até o quinto mês de idade a absorção de nutrientes pela cana-de-açúcar é pequena, aumentando

intensamente daí em diante, chegando ao nono mês contendo 50% de potássio, cálcio e magnésio e um pouco mais de 30% de nitrogênio. Pode-se considerar, portanto, que na fase de maior absorção do K, grande parte desse elemento, encontrava-se fora do alcance das raízes por descida no perfil. Conforme Figura 1, em 120 dias de cultivo, a área recebeu 1.150 mm de chuva. É possível que a adubação fosfatada, feita apenas no sulco de plantio, tenha limitado o crescimento das raízes em profundidade e até lateralmente, diminuindo a extração de potássio pelas plantas.

A má distribuição da precipitação pluviométrica, conforme Figura 1, foi corrigida pela irrigação complementar a partir do mês de novembro. Percebe-se que a implantação do plantio foi tardio, uma vez que grande parte do ciclo da cultura, seis meses, necessitou da complementação hídrica, demonstrando que a antecipação para o início do período chuvoso, entre os meses de março a abril, reduziria ou eliminaria a necessidade de irrigação complementar.

A média de produtividade total e a de produtividade industrial foram significativamente afetadas pelas doses de potássio e pelas variedades (Tabela 4.5.4). A adição de potássio determinou aumentos médios na produtividade total da ordem de 20,4 t ha⁻¹, não havendo resposta significativa para doses superiores a 80 t ha⁻¹. As variedades também apresentaram produtividade total diferenciadas, destacando-se as variedades RB867515 e RB72454 com médias estatisticamente iguais. O ganho em produtividade destas variedades em relação às demais foi de até 29,1 t ha⁻¹.

A baixa produtividade total e industrial observadas no tratamento controle revela a grande limitação nutricional, ocasionada pelo baixo teor de potássio nesse solo. Os incrementos em produtividades deixam evidentes a importância da adição do potássio nesse solo. A ausência de adubação conduzirá, fatalmente, à produções muito baixas e um produto de qualidade inferior. Nunes Júnior; Pinto; Kil, (2002) relata que a redução média esperada de produtividade na ausência de adubação está em torno de 30% para solos de boa e média fertilidade. Neste estudo, a redução da produtividade industrial das variedades foi em média 77%.

De modo geral, o efeito simples das doses e das variedades não determinaram produtividade total e industrial correspondentes ao potencial produtivo das variedades, que em outras condições edafoclimáticas alcançam

produções industriais superiores a 80 t ha⁻¹ (MOURA et al., 2005; BARBOSA, 2005). Para a variedade RB72454, Silveira et al., (2002), obtiveram produtividade de 197,7 t ha⁻¹ superior aos 50,28 t ha⁻¹ obtidos nas condições deste experimento. Fica evidenciado que o potencial genético das variedades passou a ser limitado por outros fatores de produção, sendo as condições edafoclimáticas do solo do experimento um dos fatores que explicam tal comportamento.

A concentração limitante de K na folha é um fator a ser considerado como indicador das adversidades sofridas pelas variedades nesse solo, influenciando de modo direto no baixo rendimento dos componentes de produção da planta. Isto ocorre devido à relevância desse nutriente na manutenção do turgor celular, responsável pela abertura estomática, que é fundamental para a captação do CO₂ e acúmulo de sacarose e matéria seca (CASTRO, 2000). Nas culturas, como a cana-de-açúcar, o potássio atua no processo de assimilação do carbono e translocação de fotossintetizados (CLEMENTES, 1959). Quando encontrados em quantidades limitantes na folha da cana, Hartt e Burr (1967) constataram que as células-guarda dos estômatos permanecem fechadas, diminuindo a intensidade da fixação fotossintética.

Entre as adversidades presentes no solo do experimento, destaca-se a coesão, que é uma barreira física determinante na redução do crescimento da raiz. Segundo Benedetti (2007), a distribuição do sistema radicular de plantas nativas, no Latossolo Amarelo distrocoeso, apresenta um crescimento lateral das raízes médias e grossas da vegetação primária (caimbés), provavelmente associada ao nível de coesão entre os horizontes AB e BA (12 e 40 cm).

Rezende et al., (2002) registram o desenvolvimento prejudicado do sistema radicular de citros nos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros, com as plantas geralmente exibindo sistema radicular superficial e enovelamento da raiz principal. Segundo esses autores, isso se deve à elevada resistência do solo à penetração.

O espaçamento entre as fileiras (1,30 m) contribuiu, também, para uma menor densidade de colmos, que define o rendimento final do canavial. Resultados experimentais mostram haver aumento na produtividade agrícola da cana-de-açúcar, com a utilização de menores espaçamentos entre sulcos (SALATA et al., 1993; BASILE FILHO et al., 1993; GALVANI et al., 1997). O

aumento da produtividade é justificado pelo aumento da população nos espaçamentos menores (SHIH e GASCHO, 1980).

Galvani et al., (1997) analisaram o comportamento da cana-de-açúcar, em termos de produção agrícola, cultivada em cinco locais distintos, apresentando variações de clima, tipo de solo, espaçamento e material genético, tendo verificado que nos experimentos conduzidos em solos de média e alta fertilidade e distribuição adequada de chuvas, os espaçamentos de 1,10 m e 1,20 m proporcionaram maiores produtividades, enquanto que em solos de baixa fertilidade e distribuição irregular das chuvas o espaçamento de 0,90 m foi o mais produtivo. A produtividade nos espaçamentos menores é maior, pelo fato de haver um maior índice de área foliar nos espaçamentos menores e, conseqüentemente, um maior acréscimo na taxa líquida de fotossintetizados, em função da maior absorção da radiação solar.

Considerando a elevada incidência de luz, doze horas em média, nas condições de Roraima, dada a sua localização no equador, pode-se hipotetizar que a redução no espaçamento traria benefícios no rendimento das variedades estudadas. Logo, é possível que o uso do espaçamento de 1,3 m, além do fator edafoclimático, tenha contribuído para as baixas respostas das variedades às doses de potássio, uma vez que este espaçamento proporcionou um ambiente favorável para o desenvolvimento de invasoras ao longo de todo o ciclo de cultivo, apesar do controle e maior susceptibilidade das plantas ao tombamento, devido a maior incidência de ventos (SINGH et al., 2000).

Resposta da cana a adição de doses de potássio foi obtida por Rossetto et al., (2004), em diferentes regiões do estado de São Paulo, sendo a dose de 200 kg ha⁻¹ de K₂O determinante para alcançar ganhos de até 11 t ha⁻¹ de produtividade de colmos. Salgado-Garcia et al., (2000) também obtiveram incremento no rendimento de colmos, com a aplicação de doses crescentes de potássio, tendo alcançado o rendimento máximo de colmos de 94,5 e 77 t ha⁻¹, para duas variedades, com a dose de 80 kg ha⁻¹ de K₂O.

Weber et al., (2001), trabalhando com a recuperação de canaviais de terceira soqueira que não haviam sido adubados nas colheitas anteriores, demonstrou que o uso da dose recomendada, apenas de N e K, determinou ganho de produtividade superior a 34,4% e de 48,5%, para áreas

experimentais, onde os tratamentos foram aplicados 70 e 90 dias após o corte. A reaplicação de N e K na quarta soqueira elevou a produtividade em 76,2%.

A produção industrial obtida para cada variedade determinou a categorização em três grupos, conforme Tabela 4.5.4, sendo: a variedade RB867515, a mais produtiva (43,49 kg ha⁻¹); as variedades RB72454 e SP80-1816, medianamente produtivas (35,83 kg ha⁻¹) e as demais, SP79-1011, RB855536 e a SP81-3250 menos produtivas (22,99 kg ha⁻¹).

Matsuoka; Arizono; Matsuda, (1998) afirmaram que cada variedade tem um grau diferente de adaptabilidade aos mais diversos ambientes em que ela é cultivada, e esta não se refere apenas ao ambiente físico (solo e clima), mas também a todas as condições de manejo da cultura, desde o plantio até a colheita. Constata-se que, entre as variedades estudadas, as variedades RB72454 e RB867515 foram as que se mostraram mais promissoras nesta primeira avaliação, para as condições estudadas. Porém, considerando todos os atributos de produção estudados, a variedade RB867515 foi a mais adaptada às condições edafoclimáticas do cerrado de Roraima.

5. CONCLUSÕES

1. A adição de potássio proporciona melhor rendimento em todas as variáveis de produção, exceto o °Brix.
2. O efeito varietal determina maiores diferenças no rendimento das variáveis de produção, no °Brix e no índice de maturação.
3. As variedades RB867515 e a R72454 são promissoras para cultivo no cerrado de Roraima.
4. A variedade RB867515 se destacou em todas as variáveis analisadas, com exceção do teor de potássio na folha, sendo a mais adaptada as condições experimentais.
5. A aplicação de 80 kg ha⁻¹ de K₂O permite alcançar as melhores produtividades.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, G. A. C.; MARINHO, M. L. Adubação na Região Norte-Nordeste. In: ORLANDO FILHO, J. (coord.). **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba. IAA/PLANALSUCAR. SUPE, p.265-286. 1983.
- ALVAREZ, R. & FREIRE, E. S. **Adubação da cana-de-açúcar. VI — Fracionamento da dose de potássio**. Bragantia 21:31-43, 1962.
- ANDRADE, L. A. de B. Cultura da cana-de-açúcar. In: CARDOSO, M. das G. (Ed.) **Produção de aguardente de cana-de-açúcar**. Lavras: UFLA, p. 19-49, 2001.
- AZEREDO, D. F.; ROBAINA, A. A.; ZANOTTI, N. E. Adubação mineral em cana-de-açúcar no Estado do Espírito Santo. **Saccharum – STAB.**, São Paulo, v.7, n.30, p.39-43, 1984.
- AZEVEDO, H. M. de. **Resposta da cana-de-açúcar a doses de irrigação e de adubação de cobertura nos tabuleiros costeiros da Paraíba**. 2002. 112 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande.
- BARBOSA, E. A. **Avaliação fitotécnica de cinco variedades de cana-de-açúcar para o município de Salinas – MG**. 2005. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Fitotecnia) – Universidade Estadual da Bahia, Vitória da Conquista, 2005.
- BASILE FILHO, A.; CÂMARA, G.S.M.; CÉSAR, M.A.; PIEDADE, S.M.S.; MIRANDA, R.E. Produção e qualidade tecnológica de três variedades de cana-de-açúcar, conduzidas sob espaçamento reduzido e tradicional de plantio em condições de cana-de-ano. In: **CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIRO E ALCOOLEIROS DO BRASIL**, 5, 1993, Águas de São Pedro. **Anais**. Águas de São Pedro: STAB, p. 15-19, 1993.
- BENEDETTI, U. G. **Estudo detalhado dos solos do campus do Cauamé da UFRR, Boa Vista, Roraima**. Boa Vista, RR: UFRR, 2007. 102p. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Roraima.
- BEZUIDENHOUT, C. N.; O'LEARY, G. J.; SINGELS, A.; BAJIC, V. B. A process based model to simulate changes in tiller density and light interception of sugarcane crops. **Agricultural Systems**, v.76, n.2, p.589-599, 2003.
- BITTENCOURT, W. C.; SAKAI, M. **Lixiviação do K nativo de solos tropicais**. Piracicaba: Cena, 21p., 1975.
- BRAGA, F.de A.; VALE, F.R. do; MUNIZ, J.A. Movimentação de nutrientes no solo, crescimento e nutrição mineral do eucalipto, em função de doses de gesso e níveis de irrigação. **R. Bras. Ci. Solo**, v.19, p.69-77, 1995.
- BULL, T.A.; GLASZIOU, K.T. Sugarcane. In: EVANS, L. T (Ed.). **Crop Physiology: Some Case Histories**. Cambridge University Press, p. 55-72, 1975.
- BURR, G. O.; HARTT, C. E.H. W.; TANIMOTO, T.; KOSTSCHAK, H. P.; TAKAHASHI, D.; ASHTON, F. M.; COLEMAN, R. E. The sugarcane plant. **Annual Review of Plant Physiology**, v.8, p.275-308, 1957.

CARLIN, S.D.; SILVA, M.A.; ROSSETTO, R. Interferência do tombamento na qualidade da matéria-prima da cana-de-açúcar. **STAB - Açúcar Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.24, n.2, p.36-40, 2005.

CASAGRANDE, A. A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 1991. 157p.

CASTRO, P. R. C. Maturadores químicos em cana-de-açúcar. In: SEMANA DA CANA-DE-AÇÚCAR DE PIRACICABA, 4., Piracicaba, 1999. **Anais**. Saccharum, v.1, p. 12-16, 1999.

CASTRO, P. R. C. Aplicações da fisiologia vegetal no sistema de produção da cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FISILOGIA DA CANA-DE-AÇÚCAR, 2000, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: STAB, 2000, p.1-9.

CASTRO, A. F.; MENEGHELLI, N. A. As relações $K^+/(Ca^{2++} Mg^{2+})^{1/2}$ e $K^+/(Ca^{2+} +Mg^{2+})$ no solo e as respostas a adubação potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.6, p.751-760, jun.1989.

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. (Ed.). **Ecofisiologia de culturas extrativistas: cana-de-acucar, seringueira, coqueiro, dendeneiro e oliveira**. Cosmopolis: Stoller do Brasil. 2001. 138 p.

CÉSAR, M. A. A.; DELGADO, A.A.; CAMARGO, A.P. de; BISSOLI, B.M.A.; SILVA, F.C. da. Capacidade de fosfatos naturais e artificiais em elevar o teor de fósforo no caldo de cana-de-açúcar (cana-planta), visando o processo industrial. **Açúcar, Álcool e Subprodutos**, STAB, v.6, p.32-38, 1987.

CESSNIK, R.; VENCOSKY, R. Expected response to selection, heritability, genetic correlations, and response to selection of some characters in sugarcane. In: **CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGARCANE TECHNOLOGISTS**, 15., 1974, Durban. Proceedings. Durban: ISSCT, p.96-101,1974.

CHRISTIANSON, C.B.; CARMONA, G.; KLEIN, M.O.; HOWARD, R.G. Impact on ammonia volatilization losses of mixing KCl of high pH with urea. **Fertilizer Research**, v.40, n.2, p.89-92, 1995.

CLEMENTS, H. F. **Sugarcane nutrition and culture**. Lucknow, Indian Institute of Sugar Research, 1959. 189p.

COELHO, F. S. **Fertilidade do solo**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. 383 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira cana-de-açúcar. Safra 2007/2008**. Brasília, 2º levantamento, agosto, 2007.

CORDEIRO, D.A.; BATISTA, L. F.; GURGEL, M.N.; e BITTENCOURT, V.C. Study by means of labeling techniques on the K-liming relation in soils cultivated with sugarcane. In: **CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS**, 16., 1987, São Paulo. **Proceedings**. São Paulo: The Executive Committee of ISSCT, p.1011-1025,1988. v.2.

DANIELS, J., ROACH. B. T. Taxonomy and evolution. In: HEINZ, D. J. (ED.). **Sugarcane improvement through breeding**, 1987. New York: HEINZ, D. J. (ED.).

DELGADO-ROJAS, J.S.; BARBIERI. Modelo agrometeorológico de estimativa da produtividade da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.7, n.1, p. 67-73, 1999.

DEUBER, R. Maturação da cana-de-açúcar na região Sudeste do Brasil. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 4, 1988, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: Copersucar, p. 33-40, 1988.

DIAS, F. L. F. **Relação entre a produtividade, clima, solos e variedades de cana-de-açúcar, na Região Noroeste do Estado de São Paulo**. Piracicaba, 1997. 64p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

DILLEWIJN, C. van. **Botánica de la canã de azúcar**. Habana: Edición Revolucionária; Instituto Del Libro, 1960. 256 p.

DUARTE JR, J.B.; COELHO, F.C. A cana-de-açúcar em sistema de plantio direto comparado ao sistema convencional com e sem adubação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.6, p.576-583. 2008.

ESPIRONELO, A.; OLIVEIRA, H; & NAGAI, V. Efeitos da adubação nitrogenada em cana-de-açúcar (cana-planta) em anos consecutivos de plantio. II. Resultados de 1976/78 e conclusões finais (1974/78). **Bragantia**, Campinas,39:27-38, 1980.

FERNANDES,O.W.B. **Avaliação de variedades de cana-de-açúcar para produção de cachaça artesanal e a interferência dos resultados no comportamento do produtor na região de Salinas-MG: uma contribuição extensionista**. 2005. 69f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

FENN, L.B.; TATUM, G.; HORST, G. Ammonia losses from surface-placed mixtures of ureacalcium- potassium salts in the presence of phosphorus. **Fertilizer Research**, v.21, n.3, p.125-131, 1990.

GALVANI, E.; BARBIERI, V.; PEREIRA, A. B.; VILLA NOVA, N. A. **Efeitos de diferentes espaçamentos entre sulcos na produtividade agrícola da cana-de-açúcar (saccharum spp.)**. Scientia Agrícola, v. 54, p. 1-2 Piracicaba Jan./Ago. 1997

GAMEH, M.A.; ANGLE, J.S.; AXLEY, J.H. Effects of urea-potassium chloride and nitrogen transformations on ammonia volatilization from urea. **Soil Science Society of America Journal**, v.54, n.6, p.1768-1772, 1990.

GOMES, J. F.F. **Produção de colmos e exportação de macronutrientes primários por cultivares de cana-de-açúcar (Saccharum spp.)**. 2003, 65p. Dissertação (mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

HARTT, C. E.; BURR, G. O. Factores affecting photosynthesis in sugarcane. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGARCANE TECHNOLOGISTS, 12., 1965, San Juan. **Proceedings**. Amsterdam, Elsevierp. p. 593-609, 1967.

INMAN-BAMBER, N. G. Temperature and seasonal effects on canopy development and light interception of sugarcane. **Field Crops Research**, v.36, n.1, p.41-51, 1994.

IRVINE, J.E. Sugarcane. In: **Potential productivity of field crops under different environments**. International Rice Research Institute, Los Boños, Philippines, p. 361-382, 1983.

KORNDORFER, G. H. **Fertilizantes fosfatados sólidos e fluidos na cana-de-açúcar**. 1990, 91 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1990.

KORNDÖRFER, G. H.; OLIVEIRA, L. A. de. Cap. 18: O potássio na cana-de-açúcar, In: YAMADA TSUIOSHI; TERRY L. R., Eds: **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFOS, p. 469-490,2005.

LANA, R.M.Q.; KORNDÖRFER, G.H; ZANÃO JÚNIOR, L.A; MACIEL JÚNIOR, V.A. Parcelamento da adubação pótassica na cana-planta. **STAB Açúcar, álcool e subprodutos**, Piracicaba, v. 20, p.28-31, 2004.

LANDELL, M.G.A.; SILVA, M.A. As estratégias de seleção da cana em desenvolvimento no Brasil. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 1, p.18-23, 2004.

LEITE, R.L.L. **Cultivares de cana-de-açúcar em solos da região Norte do Estado do Tocantins**. Araguaína, 2007. 65p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins.

LIMA, S.A.A.; SILVA, I.F.; SANTIAGO, R.D.; NETO, L.F.S.; SOUZA, C.; CAVALCANTE, F.S. Influência da adubação mineral sobre três cultivares de cana-de-açúcar na microrregião de Guarabira na Paraíba. **AGROPECUÁRI TÉCNICA**, v.27, n.2, p.92-99, 2006.

MACHADO, E.C. Fisiologia de produção de cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. (Coord.) **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas, Fundação Cargill, v.1, cap.1, p.56-87, 1987.

MACHADO, E. C.; PEREIRA, A. R.; FAHL, J. I.; ARRUDA, H. V.; CIONE, J. Índices biométricos de duas variedades de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.17, n.9, p.1323-1329, 1982.

MALAVOLTA, E.; SEGALLA, A. L.; PIMENTEL, F. G.; BRIEGER, F. O.; PARANHOS, S. B.; RANZANI, G.; VALSECHI, O.; JUNQUEIRA, A. A. B.; CAMARGO, A. P.; BERGAMIN, J.; TOFFANO, W. B.; PEIXOTO, A. M.; LIMA, U. A.; DANTAS, B. A.; ORTOLANI, A.; HAAG, H. P.; LIMA, C. C. A.; OLIVEIRA, E. R. **Cultura e adubação da cana-de-açúcar**. Instituto Brasileiro de potassa. São Paulo : editora Peri Ltda. 1964. 368p.

MALAVOLTA, E.; CROCOMO, O. J. **O Potássio e a planta**. In: Simpósio sobre Potássio na Agricultura Brasileira em Londrina na Fundação IAPAR. 1. ed. Piracicaba: Instituto Potafos, p. 95-162,1982.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. ver.atual. Piracicaba: POTAFOS, p.76-77, 319p. Cap.3,1997.

MARIOTTI, J.A. Associations among yied and quality components in sugarcane hybrid progrenies. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGARCANE TECHNOLOGISTS, 14., 1971, New Orleans. **Proceedings**. New Orleans: ISSCT, p. 177-184,1971.

- MATSOUKA, S. **Guia das principais variedades RB**. Araras: SP 10p. 1999.
- MATSUOKA, S.; ARIZONO, H.; MATSUDA, Y. **Variedades de cana: minimizando os riscos da adoção**. Stab. Açúcar, Álcool e Subprodutos. v. 17, n. 2, p. 18-19, nov/dez 1998.
- MATSUOKA, S.; GARCIA, A. A. A.; ARIZONO, H. Melhoria da cana-de-açúcar. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa : Editora UFV, p.205-251, 1999.
- MAULE, R. F.; MAZZA, J. A.; MARTHA JR., G. B. Produtividade agrícola de cultivares de cana-de-açúcar em diferentes solos e épocas de colheita. **Scientia Agrícola**. Piracicaba, v.58, n.2, p.295-301, 2001.
- MELO, V.F.; GIANLUPPI, D.; UCHÔA, S.C.P. **Características edafológicas dos solos do estado de Roraima**. DSI/UFRR, Boa Vista, 2004. 46p.
- MILLER, J.D.; JAMES, N.I. The influence of stalk density on cane yield. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGARCANE TECHNOLOGISTS, 15., Durban. **Proceedings**. Durban: ISSCT, p.177-184,1974.
- MOURA, M.V.P.S.; FARIAS, C.H.A.; AZEVEDO, C.A.V.; NETO, J.D.; AZEVEDO, H.M.; PORDEUS, R.V. Doses de adubação nitrogenada e potássica em cobertura na cultura da cana-de-açúcar, primeira soca, com e sem irrigação. **Ciência agrotecnológica**, Lavras, Brasil, v.29, n.4,p. 753-760, jul/ago, 2005.
- NASCIMENTO, R; et al. Estudos comportamentais de variedades e clones de cana-de-açúcar na região de Monte Belo –MG: Três épocas de colheita. In: **CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL – STAB**. 8., 331-340, 2002, Recife, **Anais...** Recife [s.n.], 2002p..
- NACHTIGALL, G. R.; VAHAL, L. C. Dinâmica da liberação de potássio dos solos da Região Sul do Rio Grande do Sul. **R.bras.Ci. Solo**, Campinas, v.15, n.1, p.43-47, 1991.
- NETO, J. D.; Figueiredo, J. L.; Farias, C. H.; Azevedo, H. M. e Azevedo, C. A. V. Resposta da cana-de-açúcar, primeira soca, a níveis de irrigação e adubação de cobertura R. **Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.10, n.2, p.283–288, 2006.
- NUNES JUNIOR, D.; PINTO, R. S. A.; KIL, R. A. **Indicadores do desempenho da agroindústria canavieira. Safra 2001-2002**. Ribeirão Preto: IDEA, 2002, 117p.
- OLIVEIRA, M.W.; TRIVELIN, P. C. O.; BOARETTO, A. E.; MURAOKKA, T.; MORTATTI, J. Leaching of nitrogen, potassium, calcium, magnesium in a sandy soil cultivated with sugarcane. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.6, p.861-868, jun, 2002.
- OLIVEIRA, E.C.A. **Dinâmica de nutrientes na cana-de-açúcar em sistema irrigado de produção**, 2008, 73p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de concentração em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Pernambuco.
- ORLANDO FILHO, J.; ZAMBELLO JÚNIOR, E.; RODELLA, A. A. Calibração de potássio no solo e recomendação de adubação para a cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.97, n.1, p.18-24, 1981.

ORLANDO FILHO, J.; MURAOKA, T.; RODELLA, A. A.; ROSSETTO, R. Fontes de potássio na adubação da cana-de-açúcar: KCl e K₂SO₄. In: **CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL**. 5, 1993, Água de São Pedro. **Anais**. Piracicaba: STAB, p.39-43,1993.

ORLANDO FILHO, J.; RODELLA, A. Doses e fracionamentos de nitrogênio e potássio em cana-planta em solo arenoso sob primeiro cultivo. **STAB**, v.15, n.1, p.34-35, 1996.

PADILHA, W. A. **Curso internacional de fertirrigacion em cultivos protegidos**. Quito: Equador, 1998. 120p.

PATE, F. M.; ALVAREZ, J.; PHILLIPS, J. D. et al. **Sugarcane as a cattle feed: production and utilization**. Florida: University of Florida/Cooperative Extension Service, 2001. 25 p.

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

PREZOTTI, L.C.; DEFELIPO, B.V. Formas de potássio em solos do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.11, p.109- 114, 1987.

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

RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI NETO, A. M. C. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundação IAC, 1996. 285 p.

RAPPAPORT, B. D.; AXLEY, J.H. Potassium chloride for improved urea fertilizer efficiency. **Soil Science Society of America Journal**, v.48, n.2, p.399-401, 1984.

REIS JUNIOR, R.A.; MONNERAT, P.H. **Validação de normas DRIS para a cultura da cana-de-açúcar**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.38, n.3, p.379-385, 2003.

REZENDE, J.O.; MAGALHÃES, A.F.J.; SHIBATA, R.T.; ROCHA, E.S.; FERNANDES, J.C.; BRANDÃO, F.J.C. & REZENDE, V.J.R.P. **Citricultura nos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros; análise e sugestões**. Salvador, Secretaria da Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária, 2002. 97p. (Série Estudos Agrícolas, 3)

ROCHA, A. T. **Gesso mineral na melhoria do ambiente radicular da cana-de-açúcar e implicações na produtividade agrícola e industrial**. 2007. 69 f. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. Tese – (Doutorado).

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

SAEG. **Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas**, Versão 5.0: Viçosa, MG Fundação Arthur. Bernardes - UFV 1999.

SALATA, J.; SANTI, E.; BEBEDITO, E.; DEMATTÊ, J. L. I. Efeitos do espaçamento na produção de cana-de-açúcar em função de época de corte e da variedade na região

de Quatá – Sudoeste do Estado de São Paulo. In: **CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIRO E ALCOOLEIROS DO BRASIL**, 5., 1993, Águas de São Pedro. **Anais**. Piracicaba: STAB, 1993.

SALGADO-GARCIA, S.; NÚÑEZ-ESCOBAR, R.; PEÑA-CABRIALES, J. J.; ETCHEVERS-BARRA, J. D; PALMA-LÓPEZ, D. J.; SOTO-HERNÁNDEZ, R. M. Respuesta de La soca de caña de azúcar a La fertilización NPK. **Agrociência**, v.34, n 6, 2000.

SCARDUA, R. **Clima e a irrigação na produção agroindustrial da cana-de-açúcar**. 1985. 122P. Tese (Livre Docência). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985

SENGIK, E; KIEHL, J. C. Controle da volatilização de amônia em terra tratada com uréia e turfa pelo emprego de sais inorgânicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, n.3, p.455-461, 1995.

SHIH, S.F.; GASCHO, G.J. Relationships among stalk length, leaf área, and dry biomass of sugarcane. **Agronomy Journal**, v. 72, n.2, p. 309-313, 1980.

SILVA, A. de A. **Efeito de relações $\text{CaCO}_3 / \text{CaSO}_4$ no movimento de nutrientes no solo e no desenvolvimento do algodoeiro**. 1990. 80f. Tese (Doutorado) - ESAL, Lavras, 1990.

SILVA, D. N.; MEURER, E.; KAMPF, N.; BORKET, C. M. Mineralogia e formas de potássio em dois latossolos do Estado do Paraná e suas relações com a disponibilidade para as plantas. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**. Campinas, v.19, n.3, p.433-439, 1995.

SILVA, M. A.; CAMPANA, M. P.; LANDELL, M. G. A.; ZIMBACK, L e FIGUEIREDO, P. Avaliação de Clones de híbridos IAC de cana-de-açúcar, série 1985, na região de Jaú (SP). **Bragantia**, Campinas, v. 58, n 2. p 335-340, 1999.

SILVA, D.M.E. **Influência dos sistemas de exploração agrícola convencional e orgânico em cana-de-açúcar**. Fortaleza, CE:UFC, 2007, 72 p. Tese (Doutorado em Agronomia – Fitotecnia).

SILVEIRA, L. C. I.; OLIVEIRA, M. W.; BARBOSA, M. H. P.; ANDRADE, M. B. B.; MENDES, L. C. Crescimento e produção de sacarose por seis variedades da cana. In: **8º CONGRESSO NACIONAL DA STAB**, 2002, Recife - Pernambuco. **Anais...**, p.337-340, 2002.

SIMÕES NETO, D. E.; MELO, L. J.O. T. **Lançamentos de novas variedades RB de cana-de-açúcar**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2005. 28p.

SINGH, G. CHAPMAN, S.C.; JACKSON, P.A.; LAWN, R.J. Lodging – A major constraint to high yield and CCS in the wet and dry tropics. In: AUSTRALIAN SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS CONFERENCE, 22, 2000, Bundaberg. **Proceedings....** Bundaberg: D.M. Hogarth, p.315-321, 2000.

SKINNER, J.C. Application of quantitative genetics to breeding of vegetatively reproduced crops. **Journal of the Australian Institute Agriculture Science**, Melbourne, v.47, n.2, p.82-83, 1981.

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

TAUPIER, L. O. G. e RODRIGUES, G. O. Cap. 21: A cana-de-açúcar. In: ICIDCA. **Manual dos derivados da cana-de-açúcar: diversificação, matérias-primas, derivados do bagaço, derivados do melaço, outros derivados, resíduos, energia.** Brasília: ABIPTI, 1999, p.21-27.

TEIXEIRA, C.D.A. **Adubação Nitrogenada e Potássica em cana-soca, em dois solos do Estado do Paraná.** 2005, 56 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de concentração em Produção vegetal) – Universidade de Federal do Paraná.

TERAUCHI, T.; NAKAGAWA, H.; MATSUOKA, M.; NAKANO, H. Comparison of the early growth between sugarcane and sweet sorghum. **Japanese Journal of Crop Science.** Japan, v.68, n.3, p.414-418, 1999.

TERAUCHI, T.; MATSUOKA, M. **Ideal characteristics for the early growth of sugarcane.** Japanese Journal of Crop Science. Japan, v.69, n.3, p.286-292, 2000.

UNIÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DE SÃO PAULO – UNICA. Disponível em: <<http://www.unica.com.br>>. Acesso em 15/11/2008.

WEBER, H.; AZEREDO, D.F. Adubação nitrogenada e potássica em diferentes ciclos de cana-soca e épocas durante a safra. In. **SEMINÁRIO BIENAL DE PESQUISA DA UFRRJ**, 8., 1997, Seropédica. **Resumos.** Seropédica, Imprensa Universitária, 1997. 28p.

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

ZAMBELLO JÚNIOR, E.; AZEREDO, D. F. Adubação na Região Centro-Sul. In: ORLANDO FLHO, J. (coord.). **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil.** Piracicaba: IAA/Planalsucar, Super, p. 287-313, 1983.