



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA RURAL**

JOSÉ ROBERTO PESSOA DIAS

**RESPOSTA DA CANA-DE-AÇÚCAR A ADUBAÇÃO POTÁSSICA NOS
TABULEIROS COSTEIROS DA PARAÍBA**

AREIA
2014

JOSÉ ROBERTO PESSOA DIAS

**RESPOSTA DA CANA-DE-AÇÚCAR A ADUBAÇÃO POTÁSSICA NOS
TABULEIROS COSTEIROS DA PARAÍBA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Departamento de Solos e
Engenharia Rural do Centro de Ciências
Agrárias da Universidade Federal da Paraíba
em cumprimento às exigências para aquisição
do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Adailson Pereira de Souza

AREIA,
2014

**RESPOSTA DA CANA-DE-AÇÚCAR A ADUBAÇÃO POTÁSSICA NOS
TABULEIROS COSTEIROS DA PARAÍBA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Departamento de Solos e
Engenharia Rural do Centro de Ciências
Agrárias da Universidade Federal da Paraíba
em cumprimento às exigências para aquisição
do título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: _____, _____ de _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Adailson Pereira de Souza

Prof. Dr. Severino Pereira de Sousa Júnior

Prof. Normando Mendes Ribeiro Filho

**Dedico este trabalho, a minha mãe, meu pai e meus irmãos
base de sustentação da minha vida.**

AGRADECIMENTOS

Após o término desse curso, olho para trás e vejo toda uma trajetória acadêmica (, percorrida, desde o ensino fundamental, onde passei por várias dificuldades para estudar, desde financeira, acessibilidade (transporte) e muitas vezes guerras psicológicas, ou pessoas que tentava desmotivar e aumentar as incertezas. Hoje vejo que nada e nenhum sofrimento foram em vão, podendo destacar tudo que passei a uma força que não vemos apenas sentimos, que nos move o Deus poderoso, que nos impulsionou a percorrer os caminhos que pela sua grande maioria foram espinhosos e cansativos.

Agradeço a minha família a base de meu tudo de educação, virtudes, amor, honestidade e dignidade. Dona Maria José Dias (mãe) exemplo de luta, perseverança, bondade, amor, paz, harmonia, união e segurança, um modelo de mãe e mulher, capaz de contagiar a todos com sua luz. A voz estridente presente nos momentos angustiantes e de desesperança. Ao senhor João Rodrigues Dias (pai), por sua companhia silenciosa nos momentos de estudo, esta, mesmo distante, pode se fazer presente, é possível sentir seu olhar curioso e de admiração nas horas de estudo e sempre disposto a entender algumas explicações, quase imperceptível aos olhos de alguns, mas, aos meus olhos companhia preciosa e fundamental na minha formação. Aos meus irmãos queridos, que sempre me protegeram independente de serem mais velhos ou mais nova, inicialmente agradeço a minha segunda mãe, irmã mais velha Vilma Pessoa, a durona aparentemente, mas com interior delicado e frágil, sempre presente, à qual tenho uma admiração enorme por ter praticamente me criado nas ausências física da minha mãe, ela ensinado os melhores caminhos. José Carlos Pessoa, meu parceiro desde criança, vive distante, mas, se faz presente todos os dias. Modelo de honestidade, de luta e de conquistas, seu suor se transforma em sorrisos e paz contagiantes para a família. Maria da Guia Pessoa, aparência frágil e delicada, mas, forte como uma rocha e decidida a conseguir seus objetivos e sonhos por mais difícil que seja sempre generosa e compreensiva. Maria Madalena Pessoa, simples e de aparência natural, pode ser chamado também de superação, a desbravadora, mente brilhante e decidida, capaz de se expressar com sua opinião sensatamente de forma firme e querente, considerada guerreira silenciosa, tamanho físico que não expressa seu tamanho verdadeiro que se transborda como um gigante de virtudes. Não poderia deixar de agradecer a meus sobrinhos, crianças que me enchem de alegria todos os momentos em que estamos juntos, sempre carinhosos cada um do seu jeito,

Elizabeth, Marcus, Vinicius, Iasmin e o ainda não conhecido mais já muito amado como os outros, Carlos Daniel, sua existência transmite o desejo de superação e conquistas. Ao meu cunhado Marcos Liberato, que se tornou amigo irmão sempre disposto a ajudar sem esperar nada em troca, coração bom de grandes virtudes. Aos demais membros da família que não foram citados, mas que foram importantíssimos nessa conquista. A minha noiva Tamires Lima que soube me esperar e respeitar sempre meus sonhos e desejo, corajosa, forte e que apesar de muito menina entende a necessidade de nunca desistir de um sonho nem desejo.

Devo agradecer aos meus professores dos Departamentos, devo destacar a generosa contribuição do Professor. Dr. Adailson Pereira de Souza na minha orientação nos trabalhos de pesquisas e na elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso, sempre ocupado, mas que arruma um jeitinho e tempo para nos orientar e conversar, não só sobre os trabalhos acadêmicos mas também profissional e pessoal, sempre comprometido com a melhora da instituição e acreditar que dias melhores virão, uma pessoa justa, forte e trabalhadora.

As Usinas (Monte Alegre, Japungu e São João) por sempre me apoiarem e colaborar com os trabalhos de pesquisa no nome dos gerentes João Valões, Dante Hugo e Rafael Roddobbati.

Por fim, é preciso lembrar os amigos que contribuíram de alguma maneira em minha formação: Mirelly, Miuka, Geovana, Renan, Alexandre, Luan, Adauto, Everton entre outros que não citei mas que estão presente em meus sentimentos de carinho e amizade.

A todos muito abrigada por fazerem parte da minha vida, cada um, está guardados e carregarei pra sempre em meu coração. E contribuíram sobremaneira para a conquista de título de desejo e sonho de minha vida obrigado a todos.

“Não há profissão que se possa comparar em importância à agricultura, porque dela depende a alimentação dos homens e dos animais domésticos; nela repousam a saúde e o desenvolvimento da espécie humana e a riqueza dos Estados”.

(Liebig).

DIAS, J. R. P. **Resposta da cana-de-açúcar a adubação potássica nos tabuleiros costeiros da Paraíba.** Areia – PB: CCA/UFPB, 2014. 35p. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias.

RESUMO - Os novos procedimentos de manejo da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), em especial a colheita sem despalha a fogo, tem levado os produtores a reverem suas práticas de adubação. No Estado da Paraíba essa cultura tem um papel de destaque na economia bem como grande importância em seu PIB, porém no estado essa cultura em sua maioria é produzida em solos litorâneos (solos de tabuleiros) com baixa fertilidade natural e de fácil lixiviação do elemento potássio (K). Esse trabalho teve como objetivo avaliar a resposta da cana-de-açúcar submetida a diferentes doses de K (Potássio) e formas de aplicação (cobertura e fundo de sulco). Os experimentos foram conduzidos nas fazendas das usinas: Japungu e Monte Alegre. A adubação nitrogenada e fosfática foi à mesma (20 kg ha^{-1}) em todas as áreas experimentais. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial $(2 \times 5) + 1$, em quatro repetições, sendo o primeiro fator correspondente as formas de aplicação do fertilizante (dose única no plantio; e dose parcelada aos 60 e 120 dias); o segundo fator as doses de K (0, 60, 120, 180 e 240 kg ha^{-1}); e uma testemunha (formulação usada pela usina). As parcelas foram constituídas de dez linhas de 10 m sendo área útil as 6 centrais e espaçamento entre linha de acordo com cada usina. Após a colheita e posterior pesagem, foram retiradas amostras de cada parcela para as análises industriais: Peso do Bolo Úmido (PBU); Sólidos Solúveis Totais (BRIX); Sacarose (POL); Pureza do Caldo (PZA); Fibra Industrial da Cana (FIB); Percentagem Bruta do Açúcar (PCC); e Açúcar Total Recuperável (ATR). Após a análise conjunta dos dados, observou-se que a Usina Monte Alegre com sistema de irrigação plena apresentou as melhores respostas para as variáveis industriais bem como a maior produtividade em todos os tratamentos com média produtividade de $120,12 \text{ t ha}^{-1}$ comparado a $60,1 \text{ t ha}^{-1}$ da Usina Japungu em sistema sequencial. Em relação ao manejo de adubação adotado (fundação e cobertura), não foi observado diferenças nas médias para as variáveis analisadas dentro das unidades produtivas.

Palavras-chave: fertilizantes, qualidades industriais, potássio

DIAS, J. R. P. **Response from sugarcane to potassium fertilization in coastal tablelands of Paraiba.** Areia – PB: CCA/UFPB, 2014. 35p. Monography (Graduation in Agronomy). Federal University of Paraiba - Agrarian Science Center.

ABSTRACT- New measures for management of sugarcane (*Saccharum spp.*), in particular the harvest without straw removal by burning, has led producers to review their fertilization practices. In the state of Paraiba, that culture plays an important role in the economy as well as great importance in its PIB, but in the state, that culture is produced mostly in coastal soils (soils of tableland) with low natural fertility and easy leaching of potassium element (K). This study aimed to evaluate the response of cane sugar submitted to different concentrations of K (Potassium) and application forms (cover and gutter). The experiments were conducted on the farms of the mill: Japungu and Monte Alegre. Nitrogen and phosphate fertilizer was the same (20 kg ha⁻¹) in all experimental areas. The experimental design was randomized blocks factorial (2 x 5) + 1, with four replications, the first factor corresponding forms of fertilizer application (single dose at planting, and split rates at 60 and 120 days); The second factor the doses of K (0, 60, 120, 180 and 240 kg ha⁻¹); and a control (formulation used by the mill). The plots consisted of ten lines of 10 m area being useful the 6 central and line spacing according to each mill. After harvesting and subsequent weighing, samples from each plot for industrial analyzes were withdrawn: Weight of Wet Cake (PBU); Total soluble solids (BRIX); Sucrose (POL); Purity of the juice cane sugar (PZA); Industrial Fiber Cana (FIB); Percentage Gross Sugar (PCC); and total recoverable sugar (ATR). After the joint analysis of data, it was observed that the Mill Monte Alegre with full irrigation system showed the best results for industrial variables as well as higher productivity in all treatments with average productivity of 120.12 t ha⁻¹ compared to 60.1 t ha⁻¹ to the mill Japungu under rainfed system. In relation to the adopted fertilization management (foundation and cover), no differences were seen in the average for the variables analyzed within production units.

Keywords: fertilizers, industrial qualities, potassium

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análises do solo	13
Tabela 2 - Doses utilizadas nos tratamentos	14

LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

Figura 1 - Precipitação pluviométrica	12
Figura 2 – Resposta da produtividade.....	16
Figura 3 – Resposta dos sólidos solúveis BRIX.....	18
Figura 4 – Resposta da sacarose POL	19
Figura 5 – Resposta da açúcares totais recuperáveis ATR.....	20
Figura 6 – Resposta da FIBRA.....	21
Figura 7 – Resposta da pureza do caldo PZA	22
Figuras 8 – Resposta do Peso do bolo úmido PBU e porcentagem bruta de açúcar PCC23	
Figura 9 – Mapa de localização dos experimentos	29
Figura 11 – Croqui do experimento.....	30
Figura 12 – Abertura dos sulcos.....	31
Figura 13 – Marcação dos experimentos.....	31
Figura 14 – distribuição das sementes	31
Figura 15 – Seccionamento dos colmos	
Figura 16 – Recipientes utilizados para levar os tratamentos para o campo	
Figura 17 – Distribuição dos tratamentos nas linhas	31
Figura 18 – Piquetes de identificação	32
Figura 19 – Adubação em fundo de sulco	32
Figura 20 – Distribuição dos tratamentos aos 120 dias.....	32
Figura 21 – Clorose na cana aos 60 dias.....	32
Figura 22 – Corte manual da cana.....	32
Figura 23 – Pesagem da cana	32

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	2
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. A cana-de-açúcar e sua importância	4
2.2. Cenário e importância da cana-de-açúcar para o Brasil, Nordeste e na Paraíba	4
2.3. A adubação	6
2.4. O potássio e sua importância para as culturas	6
2.5. O potássio no solo	9
2.6. Fatores que afetam a disponibilidade do K	10
3. METODOLOGIA	11
3.1. Localização e caracterização das áreas experimentais	11
3.2. Delineamento experimental e análise estatística utilizados	12
3.3. Calagem, preparo do solo e plantio	13
3.4. Adubações dos tratamentos	14
3.5. Variáveis analisadas	15
3.6. Colheita dos experimentos	15
4. RESULTADOS E DISCURSÕES	16
4.1. Avaliação da produtividade.	16
4.2 - Variáveis agroindustriais	18
5. CONCLUSÃO	24
6. REFERÊNCIAS	25
ANEXOS	29

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma cultura de natureza perene da família poaceae, hábito de crescimento ereto e levemente decumbente na sua fase inicial, pertence à classe monocotiledônea, é uma das culturas mais importantes do mundo tropical, gerando centenas de empregos diretos e indiretos, sendo a principal matéria prima da fabricação do açúcar, álcool (etanol), aguardente e rapadura, além de ser utilizada como forrageira in natura e como fonte energia.

A cana-de-açúcar foi introduzida no Brasil em 1533, estabelecendo-se de forma definitiva nas regiões Nordeste e Centro-Sul. O país é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo sendo a região Sudeste a maior produtora, posteriormente a região Centro Oeste, seguida pela região Nordeste (CONAB, 2014). No Nordeste brasileiro, a cana-de-açúcar abrange área de aproximadamente um milhão de hectares, que são distribuídas no litoral, zona da mata e parte do agreste, sendo Alagoas, Pernambuco e Paraíba os principais estados produtores (RIDESA, 2010). Na Paraíba a cultura da cana-de-açúcar assume papel de destaque na sua economia, dentro do setor primário, é a cultura que mais gera renda e influencia o PIB do estado. Apesar de expressiva participação no cenário econômico do estado a cultura tem apresentado nos últimos anos sinais claros de redução da sua produtividade, em razão principalmente do esgotamento dos solos das regiões produtoras. Hoje a cultura da cana-de-açúcar concentra-se nas áreas dos tabuleiros costeiros e litoral. Os maiores produtores do estado são os municípios de Pedra de Fogo, Mamanguape, Rio Tinto, Santa Rita e Sapé. Tendo em vista que a cana-de-açúcar é uma cultura de alta produção vegetal e portanto, necessita de grande demanda por nutrientes, mediante isso, surge a necessidade de melhor ajuste das recomendações de adubação para essa cultura no estado.

A adubação tem a função de suprir as necessidades das plantas diretamente através da modificação de propriedades, tais como pH e estruturas, sendo uma prática de baixo custo unitário na produção de alimentos e fibra, segundo estudos realizados por Troeh e Thompson (2007). A adubação é formada por elementos importantes para o desenvolvimento das plantas, dentre eles o potássio (K), que é o nutriente exportado em maior quantidade pela cultura da cana-de-açúcar (YAMADA; ROBERTS, 2005). O K atua no metabolismo da cana-de-açúcar ativando várias enzimas, assumindo papel fundamental na síntese e translocação de proteínas.

Assim, considerando a importância socioeconômica da cultura da cana-de-açúcar para o estado da Paraíba, necessita-se de pesquisas para ajustar, melhorar e quantificar a adubação, principalmente do K, pela sua importância na cultura, com isso melhorar a produtividade e qualidade nas áreas produtoras de cana no estado.

Esse trabalho teve como objetivo avaliar a resposta da cana-de-açúcar a submetida a diferentes doses de K (Potássio) e formas de aplicação (cobertura e fundo de sulco).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cana-de-açúcar e sua importância.

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma cultura de natureza perene da família poaceae, com hábito de crescimento ereto e levemente decumbente na sua fase inicial, pertence à classe monocotiledônea tendo como principais características dessa família a inflorescência em forma de espiga, o crescimento do caule em colmos, as folhas não apresentam pecíolo com bainha aberta e lanceolada com nervuras paralelinérveas e raízes fasciculadas. É cultivada numa ampla faixa de latitude, desde 35° N a 30° S e em altitudes que variam desde o nível do mar até 1.000 metros (RODRIGUES, 1995). As principais espécies surgiram na Oceania (Nova Guiné) e na Ásia (Índia e China).

A cana-de-açúcar é uma das culturas mais importante do mundo tropical, gerando centenas de empregos diretos e indiretos, sendo a principal matéria-prima da fabricação do açúcar, álcool (etanol), aguardente, rapadura, além de ser utilizada como forrageira *in natura* e fonte de energia. O principal componente da cana é a sacarose, pois dela obtém-se dois produtos de maior exploração: Álcool e açúcar, além de açúcares não redutores utilizados para formar o melaço e também a fibra, que pode ser utilizada como fonte de energia para a própria usina. O rendimento médio mundial da cultura é de 53 t/ha de colmos com teores de sacarose de 10 a 18% e 11 a 16% de fibra (DIOLA, 2012).

2.2. Cenário e importância da cana-de-açúcar a nível de Brasil, Nordeste e Paraíba

A cana-de-açúcar foi introduzida no Brasil em 1533, se estabelecendo de forma definitiva nas regiões Nordeste e Centro-Sul. O país é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, seguido por Índia e China. Na safra 2013/2014 foi moído, aproximadamente, 739.267.042 milhões de toneladas com previsão para a safra 2014/2015 de 749.046.124 toneladas, sendo a Região Sudeste a maior produtora, com mais de 63%, posteriormente a Região Centro-Oeste com 17,8, seguida pela Região Nordeste com 12% da área total plantada, essas três regiões possui produtividade média é de 79,2, 73,6 e 49,9 tha⁻¹, respectivamente (IBGE, 2014).

No Nordeste brasileiro, a cana-de-açúcar abrange mais de um milhão de hectares, as quais estão distribuídas no litoral, zona da mata e parte do agreste, responde por 12% da safra nacional, sendo a cultura de maior importância socioeconômica. São 77 agroindústrias de produção de açúcar, álcool e eletricidade. Os maiores produtores são: Alagoas, Pernambuco e Paraíba, com 24, 24 e oito unidades, respectivamente (RIDESA, 2010).

Na Paraíba a cultura da cana-de-açúcar assume papel de destaque na sua economia. Atualmente o setor canavieiro possui uma área plantada de 151.188 ha⁻¹, com previsão da safra 2014/2015 estimada em 6.756.290 t. e com produtividade média prevista de 56.40 t ha⁻¹, sendo a cultura mais plantada no estado seguida pelo milho e feijão, com área plantada de 83.548 ha⁻¹ e 59.777 ha⁻¹ respectivamente (IBGE, 2014). A cana-de-açúcar é cultivada em mais de 30 municípios abrangendo os tabuleiros costeiros desde a divisa com Pernambuco até o Rio Grande do Norte, além do vale do Paraíba e Brejo Paraibano.

Atualmente, o estado da Paraíba conta com oito usinas produtoras de açúcar, energia e etanol, mais de 1.850 produtores de cana independentes. O setor oferece mais de 50.000 empregos diretos e indiretos, demonstrando sua grande importância econômica e social, não só na geração de emprego e renda, mas também no recolhimento de tributo (ASPLAN, 2014). Dentro do setor primário quem mais gera renda e influencia o Produto Interno Bruto (PIB) do estado. Apesar de expressiva participação no cenário econômico do estado e na região Nordeste (terceiro maior produtor), a cultura tem apresentado, nos últimos anos, sinais claros de redução da sua produtividade, em razão principalmente do esgotamento dos solos das regiões produtoras. Hoje a cultura da cana-de-açúcar concentra-se nas áreas dos tabuleiros costeiros e litoral, nas quais predominam solos de textura arenosa, ácidos e de baixa fertilidade natural (OLIVEIRA *et al.*, 2002; SOUZA *et al.*, 2007; RODRIGUES *et al.*, 2010).

Os municípios que se destacam como maiores produtores no estado da Paraíba são: Pedra de Fogo, Mamanguape, Rio Tinto, Santa Rita e Sapé como os principais produtores. Tendo em vista que a cana-de-açúcar é uma cultura de alta produção vegetal, que apresenta grande demanda por nutrientes, por isso necessita de melhor ajuste das recomendações de adubação para essa cultura no estado.

2.3. A adubação

Adubação tem a função de suprir as necessidades das plantas diretamente através da modificação de propriedades, tais como pH e estruturas, sendo uma prática muito importante de reduzir o custo unitário da produção de alimento e fibra, segundo estudos feitos por Troeh e Thompson (2007).

Os adubos podem ser orgânicos ou minerais, os adubos orgânicos são advindos de matéria orgânica que se decompõe com rapidez em solos tropicais, subtropicais e clima úmido, fornecendo lentamente nutrientes, entretanto são pobres nos elementos como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) em sua maioria. A adição de matéria orgânica que incorporada ao solo irá melhorar as qualidades físicas, químicas e biológicas do mesmo. Enquanto os adubos minerais são produtos de natureza inorgânica, naturais ou sintéticos, fornecedores de nutrientes vegetais prontamente disponíveis (MALAVOLTA et al., 2002).

Os adubos minerais são formadas por elementos importantes para o desenvolvimento das plantas, os macronutrientes e micronutrientes. Os micronutrientes são elementos exigidos em menor quantidade, gramas por ha⁻¹, porém essenciais para os vegetais completarem seu ciclo de vida os quais são: Boro (B), Cloro (Cl), Cobalto (Co), Cobre (Cu), o Ferro (Fe), Manganês (Mn), Molibdênio (Mo), Níquel (Ni), Selênio (Se) e o Zinco (Zn); algumas plantas também não sobrevivem sem o Sódio (Na).

Já os macronutrientes são elementos exigidos em maior quantidade quilogramas por ha⁻¹, indispensáveis para o completo desenvolvimento das plantas, é formado por Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e o Enxofre (S) (MALAVOLTA; GOMES; ALCADE, 2002).

2.4. O potássio e sua importância para as culturas

Entre os vários nutrientes que as plantas precisam para a produção nas mais diversas culturas no Brasil, o potássio ocupa lugar de destaque, face à deficiência deste nutriente na maioria dos solos do país e pela alta produtividade que vêm sendo obtida com grande número de culturas, o que representa aumento das taxas de remoção deste macronutriente pelas culturas.

O K é o nutriente exportado em maior quantidade, principalmente pela cana-de-açúcar (YAMADA; ROBERTS, 2005), quando aplicado em solos arenosos pode ser lixiviado com relativa facilidade, situação facilmente encontrada nos tabuleiros costeiros do estado.

O K atua no metabolismo da cana-de-açúcar ativando várias enzimas, bem como assume papel fundamental na síntese e translocação de proteínas. Além disso, exerce importante função na abertura e no fechamento dos estômatos e ainda está relacionado com a assimilação de gás carbônico e a fotofosforilação.

As múltiplas funções do K em muitos processos metabólicos se manifestam na melhoria de diferentes atributos de qualidade dos produtos: a) aumento no conteúdo de proteínas e amido; b) aumento no conteúdo de sólidos solúveis e de vitamina C; c) aumento na cor; d) aumento no tamanho e na espessura da casca; e) redução de desordens fisiológicas e incidência de pragas e doenças; e f) aumento na qualidade de armazenamento e da vida útil do produto (MARTIN-PRÉVEL, 1989; MASCHNER, 1995).

O papel relevante do K na qualidade está relacionado com seu efeito promotor na síntese de fotossintatos e no transporte para órgãos de reserva, acúmulo ou estocagem e no aumento da conversão destes compostos em amido, proteínas, vitamina C e óleos (MENGEL; KIRKBY, 1987). O suprimento inadequado de K afeta negativamente em muito os processos metabólicos, a exemplo da taxa de fotossíntese, de translocação e o sistema enzimático (MARSCHNER, 1995; MENGEL, 1997). Ao mesmo tempo, a taxa de respiração no escuro é aumentada, resultando em comprometimento da produção e da qualidade. O K pode ter efeito indireto na qualidade por meio da interação positiva com outros nutrientes, especialmente N e outras práticas culturais (USHERWOOD, 1985; MENGEL; KIRKBY, 1987).

A aquisição de energia pelas plantas, translocação e estocagem de assimilados, bem como a manutenção das relações hídricas nos tecidos são beneficiadas pelo K. Em razão de não ser incorporado como componente de moléculas, ao contrário de N e P, que constituem proteínas, ácidos nucleicos, fosfolipídeos, etc. O K existe predominantemente na forma livre, podendo assim se movimentar facilmente tanto a nível celular quanto no sistema vascular da planta. Esta alta mobilidade explica a sua principal característica funcional, ou seja, o K é o principal cátion envolvido na neutralização das cargas e a mais importante substância inorgânica osmótica ativa (CLARKSON; HANSON, 1980).

As plantas necessitam de K para produzir moléculas de energia Adenosina Trifosfato (ATP), geradas durante a fotossíntese e os processos transpiratórios. O K contribui por meio

da manutenção do balanço das cargas elétricas no cloroplasto para a formação de ATP e melhoria da transferência de energia radiante para energia química primária na forma de ATP (fotofosforilação) e NADPH (redução de Fe^{3+} cianida no cloroplasto). Essa transferência de energia é fundamental para todos os processos de síntese no metabolismo vegetal, resultando na produção de carboidratos, proteínas e lipídeos, que garantem a qualidade dos produtos. O *status* energético elevado em plantas com adequado suprimento de K pode também promover síntese de metabólitos secundários, como vitamina C (MEURER, 2006).

O papel do K na fotossíntese está relacionado com a síntese de ATP necessária para a reação fotossintética, atividade e eficiência de enzimas envolvidas (RuBPCarboxilase), absorção de CO_2 nas folhas, mediante regulação estomática, e balanço de cargas elétricas necessárias para fotofosforilação nos cloroplastos (MENGEL, 1997).

O K está envolvido na ativação de mais de 60 enzimas, incluindo sintases, oxidoredutases, desidrogenases, transferases e quinases, as quais são necessárias para processos essenciais como a utilização de energia, síntese de amido, metabolismo de N e respiração (MARSCHNER, 1995). O K é o mais eficiente cátion estimulador da atividade enzimática e a nutrição potássica resulta em maior concentração de amido na planta, melhorando assim a qualidade do produto. O acúmulo de amido confere também maior *status* energético e tem importância nas condições de estresse. Em condições de deficiência de K ocorrem alterações no metabolismo de carboidratos, com consequências negativas, no decréscimo do conteúdo de amido e de carboidratos solúveis (MENGEL; KIRKBY, 1987). O acúmulo de açúcares redutores e o decréscimo do conteúdo de amido em algumas culturas são as principais causas de distúrbios fisiológicos indesejados manifestados pelo escurecimento interno da polpa de frutos que ocorre sob condições inadequadas de K (MARTIN-PRÉVEL, 1989).

Outro importante papel do K é o de atuar como íon acompanhante no transporte de nitrato no xilema. Após a redução de nitrato na parte aérea, o balanço de cargas precisa ser mantido mediante o incremento líquido nas quantidades de ânions orgânicos ácidos, de modo que parte desses ânions orgânicos (principalmente malato) podem ser retranslocados tendo o K como íon acompanhante a partir do floema para as raízes (MARSCHNER, 1995).

A cana é uma cultura considerada como acumuladora de potássio. Ela exporta grandes quantidades e, portanto, a resposta a adubação é sempre alta, tanto na cana-planta como na cana-soca (ROSSETTO et al., 2004). Baixas produtividades da cana-de-açúcar muitas vezes

estão associadas à utilização de solos de baixa fertilidade e ao suprimento inadequado de nutrientes durante o ciclo da cultura.

Nos solos pobres em K, a cana-de-açúcar responde de forma muito expressiva à adubação potássica. A adubação e a nutrição mineral interferem na quase totalidade dos atributos de qualidade da cana e, portanto, as recomendações de adubação e de corretivos para essa cultura devem objetivar não apenas o incremento da produção, mas também a sua qualidade (VITTI et al., 2010).

Em trabalho conduzido no município de Piracicaba, SP, Otto et al., (2010) avaliaram e constataram, em estudo com doses e forma de aplicação de K, que as doses de K não só aumentaram o crescimento em altura e o perfilhamento das plantas como também conseguiram obter uma produtividade máxima esperada de cerca de 160 t ha⁻¹.

2.5. O potássio no solo

O potássio está presente no solo em quatro formas: a) K estrutural, como componente da estrutura cristalina de minerais primários, tais como micas e feldspatos potássicos; b) K fixado, que é o temporariamente aprisionado entre camadas de argilas laminares expansivas, como illita e montmorilonita; c) K trocável, que está adsorvido eletrostaticamente nos colóides do solo, podendo ser substituído e extraído por soluções de sais neutros, como o acetato de amônio e d) K em solução, que é a fração de K dissolvida na solução do solo, sob condições normais de umidade e livre das forças de adsorção (POTAFOS, 1990).

As formas de K ligada à fase sólida do solo estão em equilíbrio com os teores deste nutriente na solução. Quando esse nutriente é retirado da solução pela absorção por uma raiz, por exemplo, o equilíbrio é rompido e uma fração dele ligada à fase sólida é liberada para manter o equilíbrio. Todas as formas de K estão em equilíbrio e podem ser liberadas para a solução do solo, entretanto, a velocidade com que cada forma é liberada varia em função do tipo de reação envolvida (YAMADA; ROBERTS, 2005).

Em solos tropicais e temperados o K trocável tem sido considerado um bom índice para prever a capacidade de suprimento dos solos em curto prazo (HALVIN; WESTFALL, 1985). Porém, essa forma de K responsável pela disponibilidade imediata para as plantas, não é capaz de manter a produtividade a médio ou em longo prazo, havendo rápida queda na produção logo após o primeiro cultivo (DEFILIPO, 1974).

O K dissolvido alcança as raízes das plantas geralmente por, a) difusão, que é o movimento espontâneo do elemento causado pela agitação térmica a favor do gradiente de concentração, isto é, de uma região de maior concentração (solução do solo) para uma de menor concentração (a superfície da raiz), b) fluxo de massa que consiste no movimento do elemento em uma fase aquosa móvel de uma região mais úmida até a mais seca, sendo absorvida pelas raízes das plantas e c) intercepção radicular, onde a raiz ao se desenvolver encontra o elemento na solução do solo de onde será absorvido (MALAVOLTA; et al., 1997). O K dissolvido é muito importante para o crescimento das plantas porque é prontamente e completamente disponível, mas a quantidade de K dissolvido presente é muito pequena para atender as necessidades das plantas (TROEH; THOMPSON, 2007).

O K trocável, por sua vez é repostado pelas reservas do solo, constituídos pelas formas não trocáveis e estruturais. A adição de K ao solo (pela adubação, por exemplo) aumenta a concentração em solução, dependendo dessa concentração e do tipo de mineral presente no solo desloca os íons Ca e Mg que estão entre as camadas as quais, ao junta-se fixarão o K no seu interior (MIELNICZUCK, 1984).

2.6. Fatores que afetam a disponibilidade do potássio

Em termos de recomendação de adubação para as culturas, o conhecimento de quanto cada forma do nutriente contribui para a nutrição das plantas é essencial, pois permite recomendar quantidades adequadas em função da disponibilidade do nutriente no solo.

Vários são os fatores que afetam a disponibilidade de K para as culturas, podendo-se citar as características mineralógicas do solo, tais como a natureza e a quantidade de minerais primários ricos em K, o tipo e a quantidade de minerais secundários (TISDALE et al., 1985). Dependendo do teor e das características químicas da matéria orgânica, esta pode influenciar diretamente a disponibilidade de K para as plantas, por meio de sua contribuição na Capacidade de Troca Catiônica (CTC) (ALEXANDER, 1980).

De acordo Raij (1969), a forma trocável do K é encontrada principalmente em solos que tem caulinita e, ou, gibbsita como minerais predominantes. O Potencial Hidrogeniônico (pH) também influencia os processos de fixação e de liberação de K, pois seu aumento favorece diretamente a liberação de K e indiretamente determina o cátion que predominará

entre a camada dos argilominerais 2:1, como a illita e vermiculita, proporcionando aumento da capacidade do solo em adsorver K em formas trocáveis (PRATT, 1951).

No laboratório o método padrão para a determinação de K trocável é por meio do acetato de amônio 1 mol L^{-1} , a pH 7. O K não trocável é obtido pela diferença entre o extraído por HNO_3 1 mol L^{-1} e o trocável, o K estrutural pode ser obtido pela diferença entre o potássio total (ataque ácido total) e não-trocável segundo Simonis (2002). O potássio em solução, dados os baixos valores encontrados, é englobado com o K trocável.

3. METODOLOGIA

3.1. Localização e caracterização das áreas experimentais

Este trabalho de ensaio de adubação foi conduzido em duas fazendas de Usinas de cana-de-açúcar, no litoral Paraibano. A fazenda Taberaba que faz parte da Usina Japungu (UJ) e a fazenda Monte Alegre II da Usina Monte Alegre (UMA).

O primeiro experimento foi conduzido de dezembro de 2012 a fevereiro de 2014, na fazenda Taberaba, localizada no município de Mamanguape – PB, situado na Microrregião de Mamanguape e na Mesorregião da Mata Paraibana, nas coordenadas geográficas latitude $06^{\circ}53'05''$ S e longitude $035^{\circ}02'04''$ W, com altitude média de 74 m, distante de João Pessoa 55 km, cujo acesso é feito pela BR-101. O solo da área pertencem a classe dos Argissolos Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 2006), São solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural imediatamente abaixo do A ou E, com argila de atividade baixa ou alta. Apresentam muita variação em relação à CTC e a fertilidade natural, podendo ser ácidos.

O segundo experimento foi conduzido de Janeiro de 2013 a Janeiro de 2014, na fazenda Monte Alegre II, localizada no município de Mamanguape – PB, situado na Microrregião de Mamanguape e na Mesorregião da Mata Paraibana. Localização geográfica, altitude S $06^{\circ}54'27''$ e longitude W $035^{\circ}06'41''$, distante da capital 51 km, cujo acesso é feito pela BR-101. O solo é também do tipo Argissolos Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 2006).

De acordo com Köppen (1918), a classificação climática é do tipo As, quente e úmido com chuvas de outono/inverno que ocorrem desde o litoral até a grande porção do agreste. Essa classificação climática é a mesma para todos os experimentos, tendo em vista que os mesmos estão situados na Zona da Mata Norte paraibana. A média de chuva no período de condução dos experimentos foram de 1.575,45 milímetros segundo dados da AESA(2014), (FIGURA 1). O período chuvoso iniciam-se em abril e prolonga-se até setembro. O período de estiagem foi de 5 a 6 meses, a temperatura média anual foi de 22° C e 26° C e a umidade relativa do ar média é 80 %.



Fonte. AESA 2014

Figura 1. Médias mensais de precipitação pluviométrica no período de Novembro de 2012 a Fevereiro 2014 nos municípios de Cruz do Espírito Santo e Mamanguape – PB, na época de condução do experimento.

3.2. Delineamento experimental e análise estatística utilizados

Os experimentos foram montados seguindo um delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial $(2 \times 5) + 1$, com quatro repetições, sendo duas formas de aplicação do fertilizante (dose única no plantio; e duas aplicações – metade aos 60 dias e o restante aos 120 dias), cinco doses de K na forma de KCl (0; 50; 100; 150 e 200 kg ha⁻¹) e uma testemunha absoluta (dose recomendada pelos técnicos da fazenda) totalizando 44 unidades experimentais.

O espaçamento utilizado na Usina Japungu (UJ) foi em fileiras duplas 0,90 x 1,50 m (120 m² por parcela), com área útil de 72,00 m² sendo a mesma composta por seis linhas

centrais, totalizando uma área experimental de 5.280 m², na Usina Monte Alegre (UMA), o espaçamento duplos de 0,90 x 1,60 m (125 m² por parcela), com área útil de 75 m², sendo a mesma composta por 6 linhas centrais, totalizando uma área experimental de 5.500 m².

As áreas dos experimentos foram demarcadas no interior de talhões comerciais, as quais ficavam delimitadas por um espaço livre de dois metros, da cana comercial formando bordaduras, sendo utilizado esse espaçamento em todas as áreas experimentais, as parcelas e blocos foram divididos entre se por dois metros livre, os mesmos foram identificados por piquetes contendo as identificações das dosagens feito em todos os experimentos para facilitar o manejo e a identificação das unidades.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o *software* SAEG versão 9.1 (SAEG, 2007), procedendo-se o desdobramento das interações e do efeito quantitativo (dose), segundo sua significância pelo teste F.

3.3. Calagem, preparo do solo e plantio

Antes da instalação dos ensaios, foram coletadas amostras de solo com trado holandês nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm para caracterização química (EMBRAPA, 2010). As análises dos solos (TABELA, 1), foram realizadas no Laboratório de Química e Fertilidade do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da UFPB. Após as análises foi incorporado ao solo calcário dolomítico com PRNT > de 80% nas áreas dos experimentos, visando elevar a saturação por base para 60%.

O preparo do solo foi realizado mecanicamente, inicialmente com grade aradora de 16 discos, posteriormente abriu-se os sulcos com um sulcador de 4 linhas na profundidade de 0,30 m, os tratores utilizados foram Valtra BH185i, 200 cv. Após a abertura dos sulcos foram distribuídos os colmos da cana da variedade RB92579, colocando-os nos sulcos no sistema de “corrente” dupla “pé com ponta” afim de obter 15 gemas viáveis por metro linear, em seguida foi feita a secção dos colmos com facão deixando por pedaço três gemas, aplicou-se mecanicamente 250 ml ha⁻¹ de regente do grupo químico fipronil (pirazol) nos colmos para controle do cupim. Estes foram cobertas mecanicamente com uma camada de 0,2 m de solo.

Tabela 1 – Laudos das análises dos solos das Usina Japungu (U.J.) e Usina Monte Alegre (U.M.A) nas profundidade de 0 a 20, antes da implantação dos experimentos.

Usinas	pH	P	S-SO ₄ ⁻²	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	CTC	M.O.	
													H ₂ O(1:2,5)
U.J.	0-20	6,07	7,04	***	10,43	0,02	1,57	0,05	0,6	0,32	0,96	2,53	4,78
	20-40	6,35	6,74		13,85	0,03	1,29	0,00	0,76	0,45	1,28	2,58	6,23
U.M.A.	0-20	5,2	9,30	***	40	4,80	2,68	0,48	0,92	0,29	1,33	4,49	1,67
	20-40	5,2	4,80		42	4,90	2,94	0,62	0,76	0,21	1,10	4,66	1,38

3.4. Adubações dos tratamentos

Utilizou-se adubação mineral nitrogenada e fosfatada em todas as áreas experimentais, segundo recomendação adotada no estado de Pernambuco, sendo aplicados todos em fundo do sulco. A pesagem dos adubos foi realizada no laboratório do CCA, com a utilização de balanças modelos (B-TEC-500 e L-PCR-40) e colocada em sacos de Polipropileno (PVC) em quantidade por linha. O nitrogênio foi aplicado na forma de Ureia (CH₄N₂O) na dose de 20 kg ha⁻¹, o fósforo utilizado na forma de Superfosfato Simples (Ca (H₂PO₄)₂ + CaSO₄.2H₂O) com dose de 20 kg ha⁻¹ de Fósforo (P₂O₅), enquanto que o potássio foi aplicado na forma de Cloreto de Potássio (K₂O), cujas doses foram: 0, 60, 120, 180 e 240 kg ha⁻¹ de K. Quando o K foi aplicado em dose única (fundo do sulco), no mesmo instante aplicou-se as dosagens de N e P ambas as fazendas, sendo aplicado manualmente, antes da disposição das mudas. Nos tratamentos com fracionamento das doses de K, aplicou-se N e P no fundo do sulco, sendo a primeira dose de K aos 60 (sessenta), e a segunda aos 120 (cento e vinte) dias, sem incorporação. A testemunha, constituída pela dosagem adotada por cada fazenda, foi aplicada conforme metodologia de cada usina. A Tabela 2 apresenta as doses utilizadas nos tratamentos.

Tabela 2. Doses utilizadas nos tratamento e forma de aplicação

Ident.	Dose kg ha ⁻¹	Composto t ha ⁻¹	Forma de aplicação
1 T	11-24-18 700 U. Monte Alegre	40	Fundação
1 T	MAP + 15-00-26 250 + 500 U. Japungu	-	Fundação + cobertura
2 C	0	-	
3 C	60	-	Cobertura
4 C	120	-	
5 C	180	-	
6 C	240	-	
7 F	0	-	
8 F	60	-	Fundação
9 F	120	-	
10 F	180	-	
11 F	240	-	

3.5. Variáveis analisadas

Foram avaliadas a produtividade e qualidade agroindustrial da cana-de-açúcar. A produtividade foi calculada após a pesagem de todos os colmos da área útil de cada parcela. As Análises agroindustriais foram: Peso do Bolo Úmido (PBU); Sólidos Solúveis (BRIX); Sacarose (POL); Pureza do Caldo (PZA); Fibra Industrial da Cana (FIB); Porcentagem Bruta do Açúcar (PCC) e Açúcar Total Recuperável (ATR), realizadas no laboratório de cada usina.

3.6. Colheita dos experimentos

A cana-de-açúcar do experimento da Usina Japungu (UJ) foi colhida aos 13 meses e da Usina Monte Alegre (UMA) aos 12 meses. As colheitas foram realizadas manualmente com o uso de facões em todos os experimentos sem o uso da queima, foi retirada parte da

palha para facilitar a pesagem dos colmos. A pesagem dos colmos foi realizada com balança analógica (dinamômetro de técnica industrial OSWALDO FILIZOLA LTDA com capacidade para 1000 kg) presa à garra da carregadeira por cabos de aço. De cada parcela foram retiradas de forma aleatória cinco canas que imediatamente foram encaminhadas para o laboratório da própria Usina para a realização das análises agroindustriais: PBU, BRUX, POL, PZA, FIB, PCC e ATR.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação da produtividade.

A Usina Monte Alegre (UMA) apresentou a maior produtividade ($120,12 \text{ t ha}^{-1}$), comparado a Usina Japungu (UJ) ($60,1 \text{ t ha}^{-1}$). Não foi observado diferenças significativas nas doses de potássio no teste de média nem em relação ao manejo de adubação adotado (cobertura ou em fundação), para as variáveis de produtividade, dentro de cada unidade de produção de cana (FIGURA, 2). As diferenças de produtividade entre as unidades pode ser explicado pelo teor de K que se apresentava em nível médio na UMA e muito baixo na UJ em análises realizadas antes da implantação do experimento, tendo em vista que a adubação foi a mesma para ambas, pode ter influenciado no resultado final da produtividade.

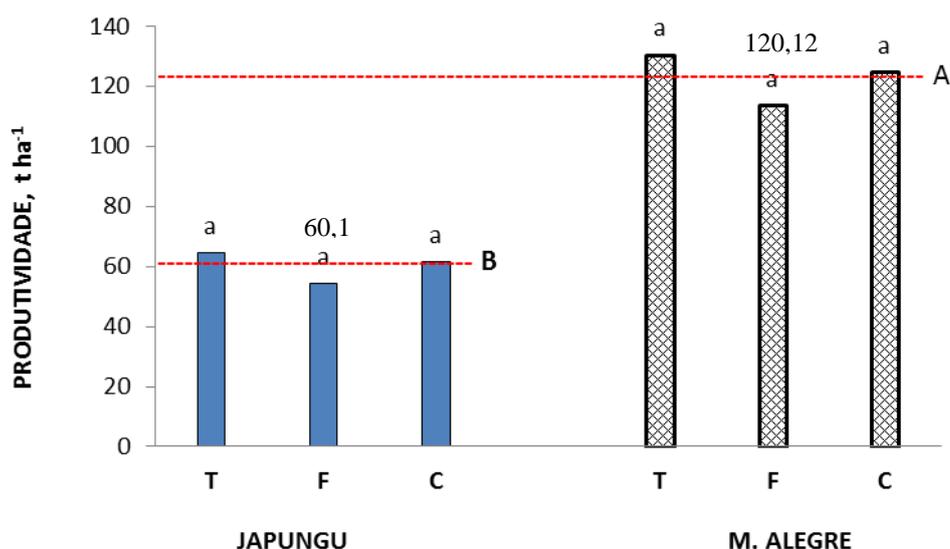


FIGURA 2 - Respostas da produtividade da cana de açúcar submetida a adubação potássica (Testemunha (T); Fundação (F); Cobertura (C)), médias com mesma letra minúscula, dentro da unidade produtora e maiúscula entre unidades produtoras, não diferem entre si (Tukey a 5%).

Na UMA devido o sistema de irrigação utilizado ser pleno os tratamentos podem ter sido favorecidos, diferente da UJ que a irrigação foi complementar na área, tendo em vista que a maior parte do K no solo é transportada até à superfície da raiz via difusão, processo altamente dependente de água no solo (OLIVEIRA et al., 2004). Outra forma de absorção do K é por fluxo de massa, esse fenômeno depende diretamente da água para que os elementos sejam translocados e sejam absorvidas pelas raízes, esse manejo pode ter influenciado nos resultados obtidos.

Dessa forma, pode se dizer que a presença de água no solo proporciona condições hídricas ideais nas proximidades das raízes, melhorando o surgimento e crescimento de perfilhos da cultura da cana-de-açúcar (BERDING et al., 2005).

Na UMA as dosagens parceladas não apresentaram resultados significativos provavelmente por adição de vinhaça na área experimental por engano no período pós análises do solo e pré-plantio na área do experimento, com isso mudando as características químicas o que pode ter influenciado nos resultados, tendo em vista que a vinhaça é rica em K. Segundo Otto et al. (2010) a planta ao absorver K em excesso pode se intoxicar pelo elemento. As diferenças encontradas nesses trabalhos, em relação à existência ou não de toxidez de K para doses elevadas do nutriente, estão relacionadas às condições específicas de cada experimento, com relação ao manejo, podendo ter alterado a resposta da cana-de-açúcar à fertilização potássica.

A adubação potássica aplicada no plantio de uma única vez no sulco, pode ter favorecido a lixiviação do K, uma vez que no início do ciclo o sistema radicular é pouco desenvolvido e a quantidade de chuvas no período do experimento foi de 1.575,45 mm além da irrigação plena. O K apresenta uma maior lixiviação em solos arenosos, com baixa capacidade de troca catiônica (CTC). Estudos feitos por Werle et al., (2008) observaram que a lixiviação foi mais intensa no solo mais arenoso, decrescendo com o tempo, enquanto no solo argiloso as perdas foram mais constantes. Nesse sentido, deve-se considerar que podem ocorrer perdas significativas de K por lixiviação em áreas cultivadas com cana-de-açúcar. Em um Latossolo de textura média cultivado com cana-de-açúcar no ciclo de cana-planta, as perdas de K por lixiviação provenientes do solo e do fertilizante, foram de 80 kg ha⁻¹ de K₂O (GHIBERTO et al., 2009a), com aplicação de 120 kg ha⁻¹ de K₂O no sulco de plantio. Resultado diferente do obtido pela revisão de Rossetto et al. (2004) sobre ensaios de adubação com potássio realizados no estado de São Paulo, e concluíram que para esse macronutriente, a

resposta da cana foi de natureza linear em sete das dez avaliações realizadas, tanto em cana-planta como em soqueiras. Resposta significativa de acordo com Otto et al., (2010) que observaram acréscimo de produtividade de 18 t ha⁻¹ entre a dose que proporcionou a maior produtividade e o tratamento controle.

4.2. Variáveis agroindustriais

Os sólidos solúveis totais (BRIX) não sofreu influência das doses crescentes de K aplicadas, nem nas formas de aplicação, demonstrando que não houve diferença significativa dentro de cada unidade produtora, entretanto apresentou diferença entre as usinas demonstrando que a UMA apresentou um valor maior 22,34% e a UJ 21,30%, portanto menor (FIGURA, 3). De acordo com estudos realizados por Otto et al., (2010), não foi verificada influência das doses e modos de aplicação de K para o atributo BRIX. Alguns trabalhos realizados indicam ausência de efeito da adubação potássica na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar visto por Maeda, (2009) e Uchôa et al., (2009).

Trabalhando com variedades de cana-de-açúcar submetidas a diferentes lâminas de irrigação e níveis de adubação também não verificaram respostas significativas para esta variável (ASSIS et al., 2004). Em trabalhos desenvolvido por Alves Junior, (2009) com doses de potássio e variedades demonstrou que o valor do BRIX estão associado as características genética da variedade.

Contudo, de maneira contrária, outros estudos corroboraram o efeito positivo da aplicação de potássio na qualidade tecnológica em soqueiras constatado por Lana et al., (2004) e Silva, (2010).

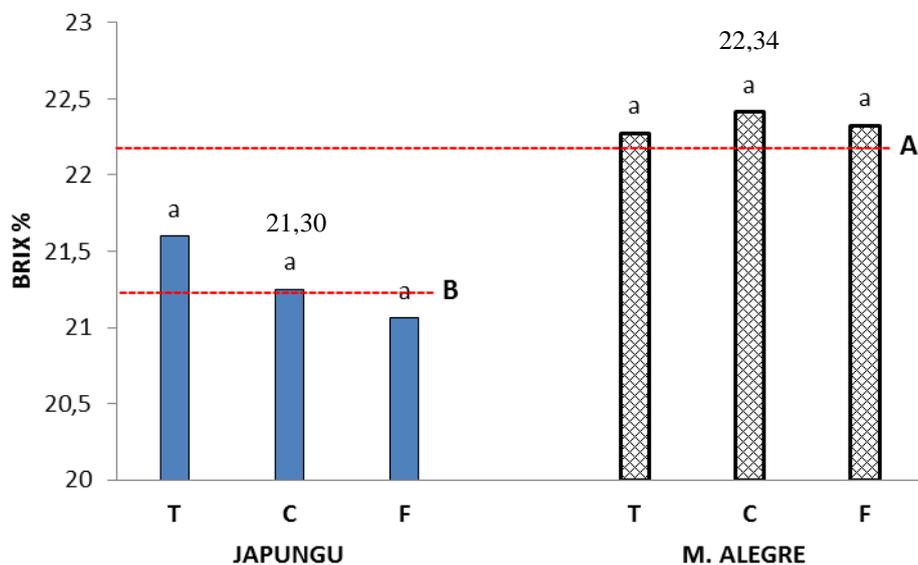


FIGURA 3 - Respostas dos sólidos solúveis (BRIX) da cana de açúcar, submetida à adubação potássica (Testemunha (T); Fundação (F); Cobertura (C)) médias com mesma letra minúscula, dentro da unidade produtora e maiúscula entre unidades produtoras, não diferem entre si (Tukey a 5%).

Não observou-se diferença significativa para a sacarose (POL) da cana-de-açúcar submetida a adubação potássica em diferentes dosagens e formas de aplicação, dentro de cada unidade produtiva, comparando os valores entre as Usinas onde a Usina Monte Alegre (UMA) obteve maior valor 84,04% superior a 81,11% da Usina Japungu (UJ) (FIGURA, 4).

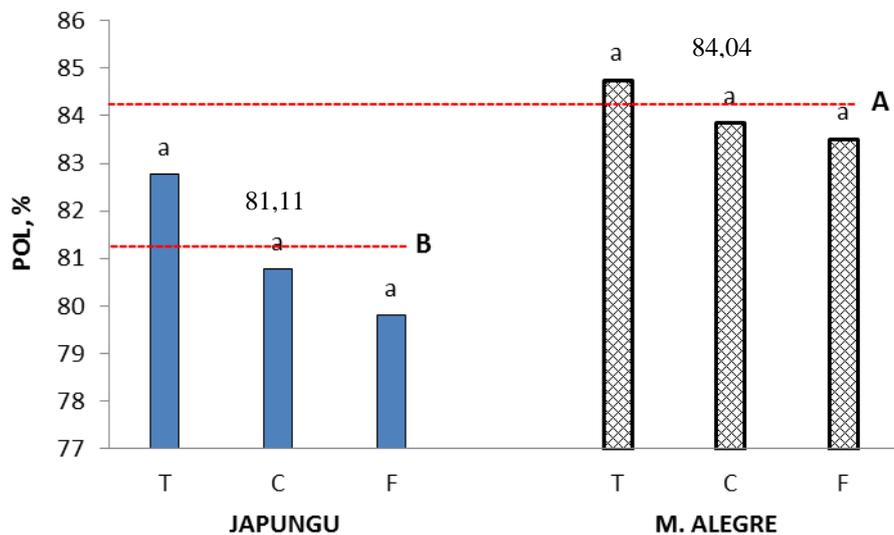


FIGURA 4 - Respostas sacarose (POL) da cana de açúcar, submetida a adubação potássica (Testemunha (T); Fundação (F); Cobertura (C)), médias com mesma letra minúscula, dentro da unidade produtora e maiúscula entre unidades produtoras, não diferem entre si (Tukey a 5%).

Resultado também obtido por Otto et al., (2010), para POL, onde não foi verificada influência das doses e modos de aplicação de K. Orlando Filho et al. (1980), demonstraram que mesmo utilizando elevadas doses de potássio (600 kg ha^{-1} de K_2O) em quatro solos, não foi observada alteração na porcentagem da POL da cana-de-açúcar. Em outro trabalho realizado por Orlando Filho et al., (1990), observaram decréscimo linear da POL na cana em função das adubações potássicas, provavelmente devido à absorção de “luxo” de K pela cana-de-açúcar em seus trabalhos.

Orlando Filho et al., (1993b) avaliaram doses e formas de aplicação de potássio na qualidade tecnológica da cana-planta e de quatro socas subsequentes, verificaram que houve efeito apenas na qualidade tecnológica da terceira soca que foi colhida aos nove meses de idade. Entretanto outros trabalhos apontam que o aumento das dosagens de K, demonstra efeito positivo nas qualidades tecnológicas da cana.

O Açúcar total recuperável (ATR) não sofreu influência das doses crescentes de K aplicadas, nem nas formas de aplicação, demonstrando que não houve diferença estatística dentro das unidades produtoras, entretanto, em ambas as usinas a testemunha teve uma maior resposta $162,65 \text{ k g/t}$ e $155,26 \text{ k g/t}$ comparado com a aplicação de fundo de sulco $159,52 \text{ k g/t}$ e $149,77 \text{ k g/t}$ e cobertura $160,56 \text{ k g/t}$ e $151,44 \text{ k g/t}$ entretanto comparando as Usinas a UMA obteve uma média de $160,98 \text{ k g/t}$ e UJ obteve $152,16 \text{ k g/t}$, respectivamente (FIGURA, 5). Trabalhos na literatura evidenciam a ausência de efeito na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar em função da adubação potássica (UCHÔA et al., 2009). Segundo trabalhos desenvolvidos por Feltrin et al., (2010) não observaram diferenças significativas entre os tratamentos para a variáveis tecnológica ATR.

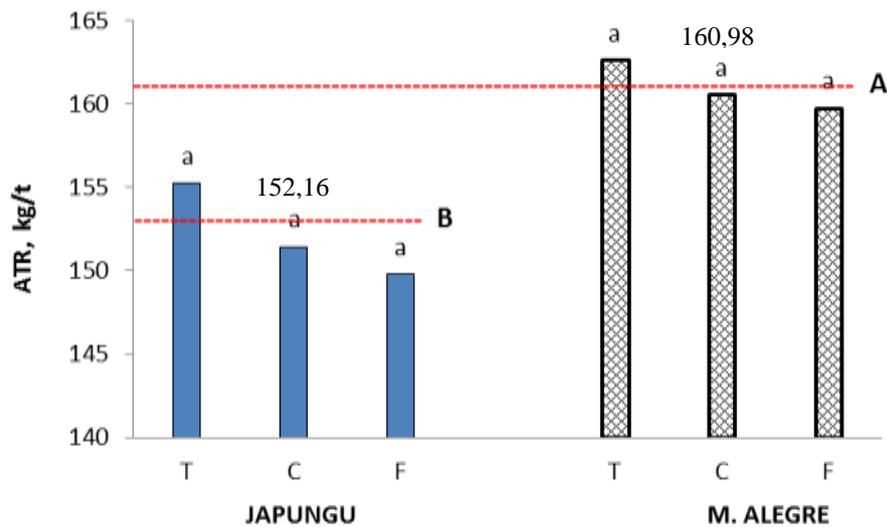


FIGURA 5 -Respostas do açúcar total recuperável (ATR) da cana de açúcar, submetida a adubação potássica (Testemunha (T); Fundação (F); Cobertura (C)), médias com mesma letra minúscula, dentro da unidade produtora e maiúscula entre unidades produtoras, não diferem entre si (Tukey a 5%).

Resultado obtido por Otto et al., (2010) para ATR não verificou-se influência das doses e formas de aplicação de K. Assis et al., (2004), trabalhando com variedades de cana-de-açúcar submetidas a diferentes lâminas de irrigação e níveis de adubação também não verificaram respostas significativas para a variável ATR. De acordo com Lana et al., (2004) não observaram efeito do potássio na qualidade da matéria-prima da cana-de-açúcar.

Contudo, de maneira contrária, outros estudos corroboraram o efeito positivo da aplicação de potássio na qualidade tecnológica em soqueiras constatado por Lana et al., (2004) e Silva, (2010).

A variável Fibra não sofreu efeito significativo nas doses crescentes de K nem na forma de aplicação em ambas as usinas, embora demonstre uma leve resposta a aplicação do K em cobertura 13,61% e 13,74%, entretanto a UMA apresentou os maiores valores em médias 13,68% comparado com a UJ 13,66% respectivamente (FIGURA,6).

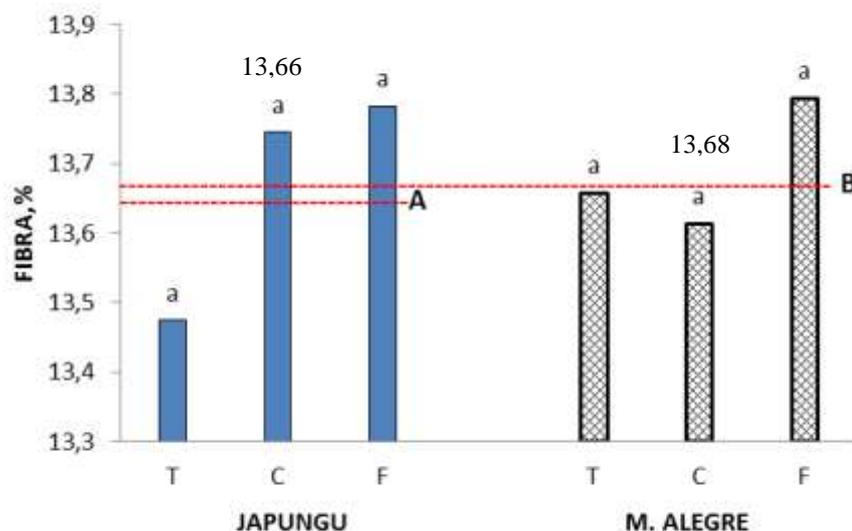


FIGURA 6 - Respostas da fibra da cana de açúcar, submetida a adubação potássica (Testemunha (T); Fundação (F); Cobertura (C)), médias com mesma letra minúscula, dentro da unidade produtora e maiúscula entre unidades produtoras, não diferem entre si (Tukey a 5%).

Resultado também obtido por Otto et al., (2010), para fibra que não foi verificada influência das doses e modos de aplicação de K. Segundo trabalhos desenvolvidos por Feltrin et al., (2010) não observaram diferenças significativas entre os tratamentos para as diferentes variáveis tecnológicas Fibra e ATR. Segundo Sordi et al., (2003) os teores de fibra (média de 13,08%) são consistentes com as características da variedade. Os demais parâmetros estão de acordo com a fase do ciclo e com as características varietais.

Entretanto, alguns trabalhos encontrados na literatura, estudando o efeito do potássio na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, indicam influência no teor de Fibra (ORLANDO FILHO et al., 1993).

O excesso de potássio no solo e ou sua falta, pode diminuir a qualidade da matéria-prima, influenciando as porcentagens do teor de sacarose e a fibra industrial da cana.

Não obteve-se resultado significativo para as variáveis de pureza do caldo (PZA), nas dosagens crescentes de K nem na forma de aplicação das doses nas usinas, entretanto a UJ apresentou maior média 91,55% de PZA enquanto a UMA obteve uma média de 89,68 % (FIGURA, 7).

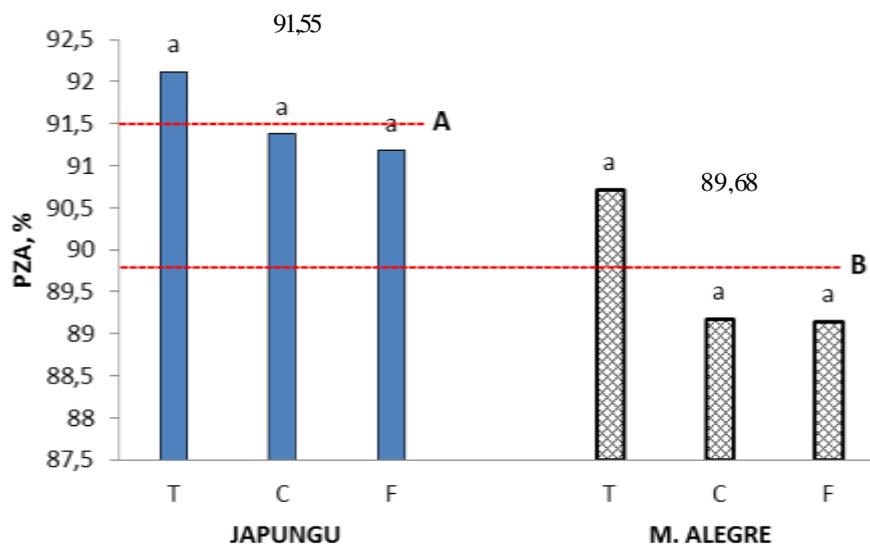


FIGURA 7 - Respostas da pureza do caldo-PZA da cana de açúcar, submetida a adubação potássica (Testemunha (T); Fundação (F); Cobertura (C)), médias com mesma letra minúscula, dentro da unidade produtora e maiúscula entre unidades produtoras, não diferem entre si (Tukey a 5%).

Em trabalhos conduzidos por Almeida (2013), não houve efeito da adubação potássica na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. Os sólidos solúveis totais, fibra, POL do caldo, pureza, POL da cana e ATR. Estudos desenvolvidos por Pancelli (2011), usando doses de potássio na cana não afetou a qualidade tecnológica no caldo da cana-de-açúcar, como pureza, POL, fibra e BRIX.

Segundo Garcías et al., (2000) verificaram que no México a aplicação de potássio até 80 kg ha⁻¹ na cana-de-açúcar (em duas variedades) aumentaram o teor de BRIX e pureza. Somente foi observado efeito das doses de K aplicadas unicamente no sulco de plantio para a pureza.

O peso do bolo úmido (PBU) e porcentagem bruta de açúcar (PCC) não apresentaram resposta significativa as dosagens de K e a forma de aplicação entre as unidades, se observamos os valores obtidos entre as usinas com relação ao PBU, a UMA apresentou o menor valor de média 136,2 g/kg e a UJ 144,95 g/kg, com relação ao PCC, ambas as usinas demonstrou uma maior resposta da testemunha 16,60% e 16,41% e entre as unidades produtoras, demonstrou um maior valor de média da UMA com 16,45% e a UJ 16,05% respectivamente (FIGURA 8).

Visto que essa resposta as variáveis agroindustriais podem estar de acordo com a fase do ciclo da cana e com as características varietais (SORDI et al., 2003). Entretanto Moura

(2005), Após análise de variância realizada com os dados obtidos comprovou-se que todas as variáveis estudadas responderam significativamente ao efeito regime de irrigação e doses de adubação de cobertura, com exceção do PCC que não respondeu. Esses resultados discordam do trabalho realizado por Lana et al. (2004) que observaram efeito positivo do parcelamento do potássio para cana-planta.

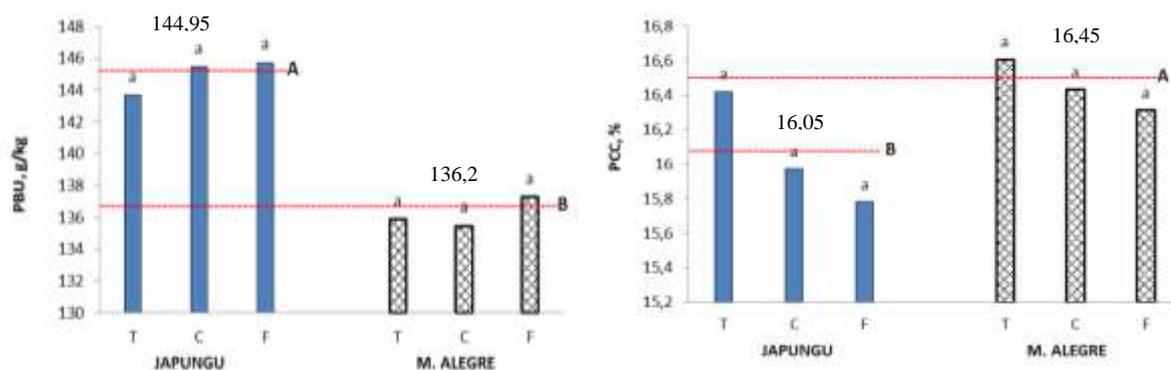


FIGURA 8 - Respostas do Peso do bolo úmido (PBU) e porcentagem bruta de açúcar (PCC) sólidos solúveis- da cana de açúcar, submetida a adubação potássica (Testemunha (T); Fundação (F); Cobertura (C)), médias com mesma letra minúscula, dentro da unidade produtora e maiúscula entre unidades produtoras, não diferem entre si (Tukey a 5%).

Contudo, de maneira contrária, outros estudos corroboraram o efeito positivo da aplicação de potássio na qualidade tecnológica em soqueiras constatado por Lana et al., (2004) e Silva, (2010). De acordo com Orlando Filho et al., (1993b) avaliaram doses e formas de aplicação de potássio na qualidade tecnológica da cana-planta e de quatro socas subsequentes da variedade SP70-1143 e verificaram que houve efeito apenas na qualidade tecnológica da terceira soca que foi colhida aos nove meses de idade.

5. CONCLUSÃO

A Usina Monte Alegre (UMA) apresentou a maior produtividade ($120,12 \text{ t ha}^{-1}$), comparado a Usina Japungu (UJ) ($60,1 \text{ t ha}^{-1}$).

Em relação as doses de K e ao manejo de adubação adotado (cobertura ou em fundação), não foi observado diferenças estatísticas para as variáveis analisadas, dentro de cada unidade de produção de cana.

As variáveis de qualidade agroindústrias PBU, BRIX, POL, PZA, FIB, PCC e ATR, não apresentaram respostas significativas á dosagens de K nas diferentes formas de aplicação do adubo nem a dosagem adotada pela Usina dentro das unidades produtivas.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO DE PLANTADORES DE CANA DA PARAÍBA. **Técnicas agrícolas sustentáveis para o cultivo da cana-de-açúcar**. João Pessoa: ASPLAN, 2014. 50 p.

AUMEIDA, J. H. **Nutrição potássica em soqueira de cana-de-açúcar colhida sem queima**. Jaboticabal-SP, 2013 v, 79 p.

BERDING, N., HURNEY, A., SALTER, P.B., BONNETT, G.D., 2005. **Agronomic impact of sucker development in sugarcane under different environmental conditions**. Field Crops Res. 92, 203–217.

BONNETT, G.D., SALTER, B., BERDING, N., HURNEY, A.P., 2005. **Environmental stimuli promoting sucker initiation in sugarcane**. Field Crops Res. 92, 219–230.

CAIONE, G.; SILVA, A. F.; REIS, L. L.; DALCHIAVON, F. C.; TEIXEIRA, M. T. R.; SANTOS, P. A. 2011. **Doses de potássio em cobertura na primeira soca da Cultura da Cana-de-açúcar cultivada no Norte Mato-grossense**. Alta Floresta – MT Biosci. J., Uberlândia, v. 27, n. 4, p. 572-580, July/Aug. 2011.

CASAGRANDE, J.C.; ZAMBELLO JUNIOR, E.; ORLANDO FILHO, J. **Fracionamento da adubação nitrogenada e potássica em cana-planta no Estado de São Paulo**. Saccharum, 28:43-48, 1983.

CATALÁLOGO DE NACIONAL: de variedades "RB" de cana de açúcar. Catalogo Ridesa: Ridesa, 2010.

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

CORTEZ, LUÍS AUGUSTO BARBOSA. **Bioetanol de cana de açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade**. São Paulo: Blucher, 2010.

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

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

IBGE, 2014 - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria. Acesso em: 23 de novembro de 2014.

JÚNIOR, A., OLIVEIRA, H. **Resposta de seis variedades de cana-de-açúcar a doses de potássio no cerrado de Roraima,** Boa Viata, 2009. 59.:il.

KÖPPEN, W. KLASSIFIKATION DER KLIMATE NACH TEMPERATUR, NIEDERSCHLAG UND JAHRESLAUF. **Petermanns Geographische Mitteilungen, Gotha,** v. 64, 1918.

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

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

MALAVOLTA, Eurípedes; GOMES, F. Pimentel; ALCADE, J. C. **Adubos e adubações: Adubações minerais e Orgânicos Interpretação da análise do solo Prática da adubação.** São Paulo: Nobel, 2002. 200 p.

MALAVOLTA, EURÍPEDES; VITTI, G. CESAR; OLIVEIRA S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas** Princípios e aplicações. Piracicaba: Potafos, 1997.

MOURA, M, V, P, S,.; FARIAS, C, H, A,.; AZEVEDO C, A V. **Doses de adubação nitrogenada e potássica em cobertura na cultura da cana-de-açúcar, primeira soca, com e sem irrigação.** Ciênc. agrotec., Lavras, v. 29, n. 4, p. 753-760, jul./ago., 2005.

OLIVEIRA, A, J, H. **Resposta de seis variedades de cana-de-açúcar a doses de potássio no cerrado de Roraima-Boa Vista,** 2009. 59 f.:il.

OLIVEIRA, E. F.; CARVALHO, R. A.; LACERDA, J. T.; CHOAIKY, S. A. & BARREIRO NETO, M. **Abacaxi: sistema de cultivo para o tabuleiro paraibano.** João pessoa, Emepa, 2002. 38p.

OLIVEIRA, R.H.; ROSOLEM C.A., TRIGUEIRO, R. M., 2004. **Importância do fluxo de massa e difusão no suprimento de potássio ao algodoeiro como variável de água e potássio no solo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo 28, 439-445.

ORLANDO FILHO, J.; BOARETTO, A.E.; GLÓRIA, A.M., 1993b. **Adubação potássica em cana- de-açúcar: I - Efeitos na produtividade agrícola, qualidade da matéria-prima e longevidade.** STAB - Açúcar, álcool e subprodutos, 12, 23-26.

ORLANDO FILHO, J.; BOARETTO, A.E; GLÓRIA, N.A. **Adubação potássica em cana-de-açúcar: I – Efeitos na produtividade agrícola, qualidade da matéria-prima e longevidade.** STAB Açúcar, Álcool Subpr., 12:22-26, 1993.

ORLANDO FILHO, J.; SILVA, L.C.F.; LAVORENTI, N.A. **Adubação PK em cana-de-açúcar cultivada em dois espaçamentos de plantio.** STAB Açúcar, Álcool Subpr., 8:15-20, 1990.

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

OTTO, R.; VITTI, G.C.; LUZ, P. H. C. **Manejo da Adubação Potássica na Cultura da cana-de-açúcar.** 2010. Piracicaba Revista Brasileira de Ciência do Solo, 34:1137-1145, 2010.

PANCELLI, M, A. **Nutrição potássica e produção da soqueira de cana-de-açúcar no sistema de cana crua** Jaboticabal-SP, 2011 iv, 32 f. ; 28 cm.

POTAFOS. **Potássio: necessidade e uso na agricultura moderna.** Piracicaba, POTAFOS, 1990. 45p.

PRIMAVESI, ANA. **Manejo Ecológico do Solo: A agricultura em regiões tropicais.** São Paulo: Nobel, 2002. 549 p.

RIDESA. **Catálogo nacional de variedades “RB” de cana-de-acúcar.** Curitiba, PR, 2010. 136 P.

RODRIGUES, A. A.; MENDONÇA, R. M. N.; SILVA, A. P.; SILVA, S. M.; PEREIRA, W. E. **Desenvolvimento vegetativo de abacaxizeiros ‘pérola’ e ‘smooth cayenne’ no estado da Paraíba.** R.bras. Frutic., 32:126-134, 2010.

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

SAEG. **Sistema para análises estatísticas.** Versão 9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 2007.

SANTOS, FERNANDO; BORÉM, ALUÍZIO; CALDAS, CELSO. **Cana de açúcar Bioenergia, açúcar e Etanol: Tecnologia e perspectivas.** 2.ed. Viçosa, Mg: UFV, 2011. 637p.

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

SOUZA, C. B.; SILVA, B. B.; AZEVEDO, P. V. **Crescimento e rendimento do abacaxizeiro nas condições climáticas dos tabuleiros costeiros do estado da Paraíba.** R. bras. Eng. Agric. amb, 11:134-141, 2007.

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

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

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

TROEH, FREDERICK R.; THOMPSON, LOUIS M. **Solos e Fertilidade do solo.** 6. ed. Oxford Inglaterra: Andrei, 2007. 718 p.

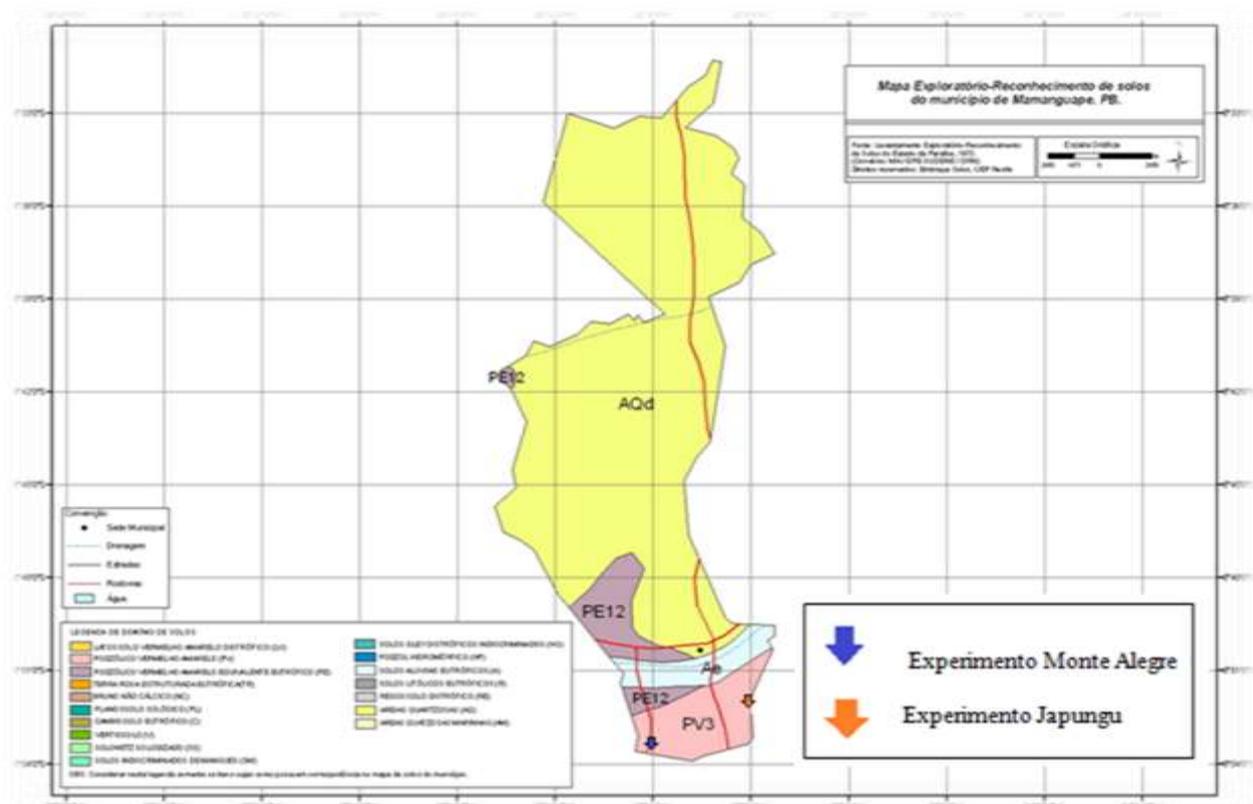
UCHÔA, S. C. P. et al. **Resposta de seis variedades de cana-de-açúcar a doses de potássio em ecossistema de Cerrado em Roraima.** Ciências Agrônômicas, Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 505-513, 2009.

UCHÔA, S.C.P., ALVES JÚNIOR, H.O., ALVEZ, J.M.A., MELO, V.F., FERREIRA, G.B., 2009. **Resposta de seis variedades de cana-de-açúcar a dose de potássio em ecossistema de cerrado em Roraima.** Revista Ciência Agrônômica 40, 505-513.

WIDENFIELD, R.P., 1995. **Effects of irrigation and N fertilizer application on sugarcane yield and quality.** Field Crops Res. 43, 101–108.

YAMADA, TSUIOSHI; ROBERTS, TERRY L. **Potássio na agricultura brasileira.** Piracicaba: Potafos, 2005. 841 p.

ANEXOS



Fonte: Levantamento Exploratório- Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba, 1972.

Figura 9 - Mapa do município de Mamanguape, localização dos experimentos na Fazenda Monte Alegre II da Usina Monte Alegre e Fazenda Taberaba da Usina Japungu.

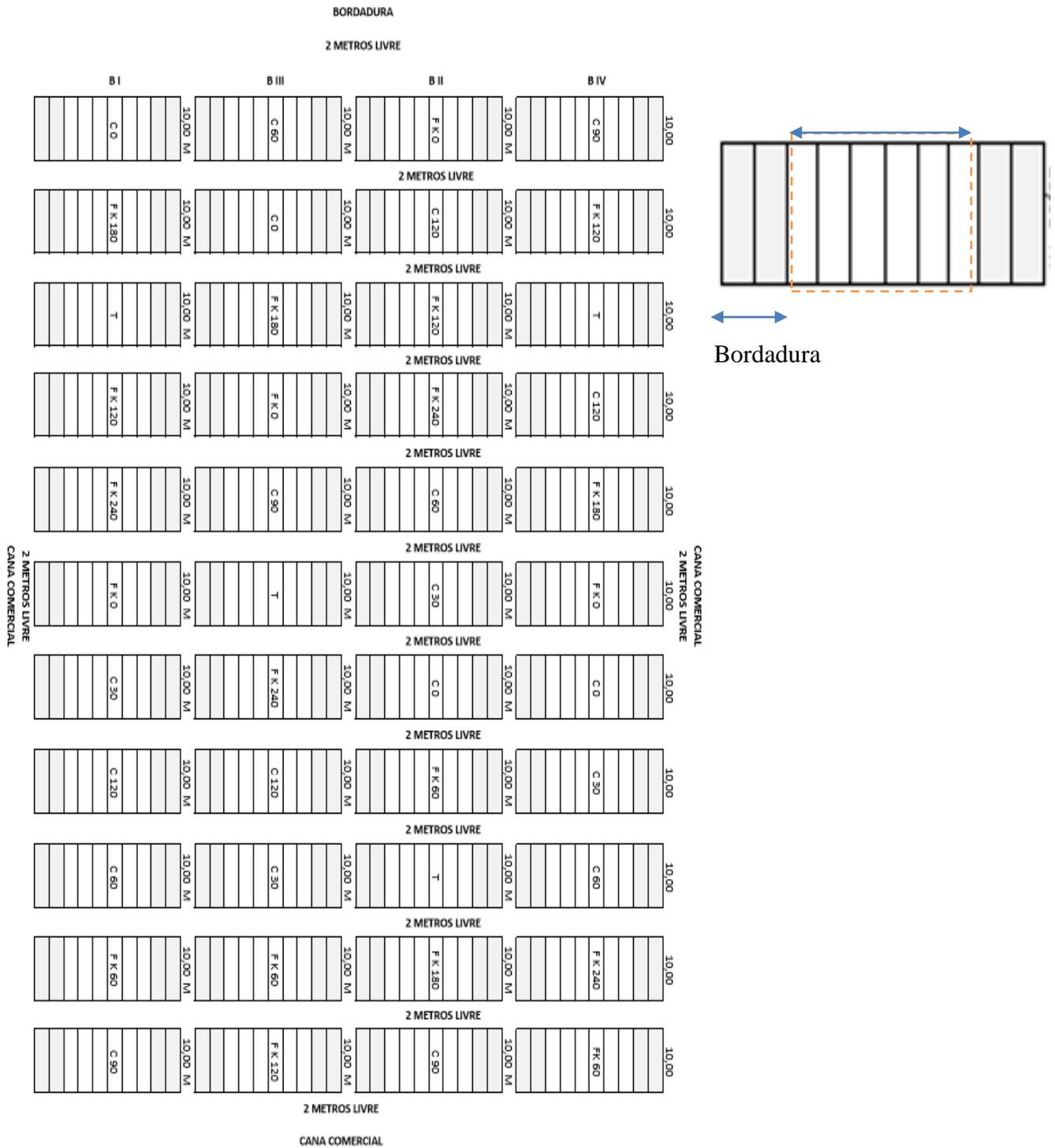


Figura 10 - Modelo de croqui utilizado nas área experimentais e detalhe de uma parcela.



Figura 11 -Abertura dos sulcos com sulcador de quatro linhas.



Figura 12 -Marcação dos blocos e parcelas.



Figura 13 - Distribuição da cana em plantio semi mecanizado.



Figura 14 - Seccionamento de colmos



Figura 15. Recipientes utilizados para levar os tratamentos até o campo.



Figura 16. Distribuição dos tratamentos nas linhas.



Figura 17. Piquetes de identificação dos tratamentos.



Figura 18. Distribuição dos tratamentos em fundo dos sulcos



Figura 19 - Distribuição dos tratamentos nas linhas aos 120 dias.



Figura 20 - Clorose apresentado após plantio na UJ



Figura 21 – Corte manual da cana.



Figura 22 -Pesagem dos colmos com balança.