



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

DEYSE CRISTINA OLIVEIRA DA SILVA

**DOSES DE POTÁSSIO NO CRESCIMENTO DE PLANTAS DE MANDIOCA
E QUALIDADE DE MANIVAS SEMENTES**

Boa Vista - RR

2014

DEYSE CRISTINA OLIVEIRA DA SILVA

**DOSES DE POTÁSSIO NO CRESCIMENTO DE PLANTAS DE MANDIOCA
E QUALIDADE DE MANIVAS SEMENTES**

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.

Orientador: Prof. Dr. José Maria Arcanjo Alves.

Co-orientadora: Profa. Dra. Sandra Cátia Pereira Uchôa.

Boa Vista - RR

2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
Universidade Federal de Roraima

S586d Silva, Deyse Cristina Oliveira da
Doses de potássio no crescimento de plantas de mandioca e
qualidade de manivas sementes / Deyse Cristina Oliveira da Silva. –
Boa Vista, 2014.
91. : il.

Orientador: Profo. Dr. José Maria Arcanjo Alves
Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em
Agronomia Universidade Federal de Roraima.

1 – Mandioca. 2 – Potássio. 3 – Roraima. I - Título. II – Alves,
José Maria Arcanjo.

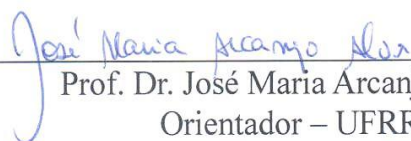
CDU – 633.682

DEYSE CRISTINA OLIVEIRA DA SILVA

Doses de potássio no crescimento de plantas e na qualidade de manivas sementes

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.

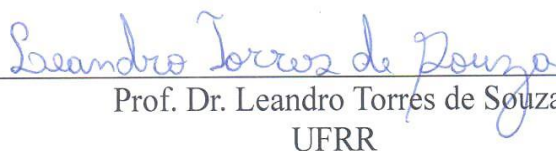
Aprovada: 21 de fevereiro de 2014.



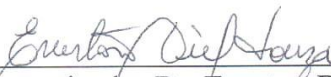
Prof. Dr. José Maria Arcanjo Alves
Orientador – UFRR



Prof. Dr. José de Anchieta Alves de Albuquerque
UFRR



Prof. Dr. Leandro Torres de Souza
UFRR



Pesquisador Dr. Everton Diel Souza
Embrapa Roraima

*Primeiramente a Deus, sem o qual eu não sou nada.
À minha amada família, composta por meus verdadeiros mestres.
Aos meus amigos, pelo companherismo.
Dedico este trabalho.*

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, agradeço a Deus pelas oportunidades que me foram dadas na vida, por está presente em todos os momentos, a Ele toda honra, toda glória e todo louvor. Que eu diminua para que Ele cresça.

Não posso deixar de agradecer aos meus pais, Aldenir Queiroz e Maria Auxiliadora, por acreditar e estar sempre me apoiando ao longo deste curso, e por me guiarem pelos caminhos do Senhor, que me fizeram ser a pessoa que sou hoje.

Aos meus irmãos de sangue, Deysiane e Deyvid, aos meus irmãos em Cristo e ao meu noivo Gregorio, agradeço pelo apoio em todas as situações.

Ao professor José Maria Arcanjo Alves, por tudo que me ensinou durante a graduação, e agora no mestrado, por toda dedicação ao orientar-me nesta etapa final, pela prestatividade e pela amizade resultante de todos estes anos.

A professora Sandra Cátia Pereira Uchôa, pelo apoio nesta última fase do mestrado.

Agradeço a todos os professores, amigos e colegas que fiz ao longo deste curso nesta universidade, que estiveram envolvidos nesta caminhada, em especial à Ataiza de Andrade, Samuel Silva e Luana dos Santos, grandes companheiros e amigos de todas as horas.

E por fim, pela estrutura, equipamentos e livros utilizados neste trabalho, gostaria de agradecer a Universidade Federal de Roraima, a EMBRAPA Roraima, a equipe de trabalho da mandioca e as técnicas de laboratório, em especial a Semyramis e Iolete, pelo suporte.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Muito obrigada!

BIOGRAFIA

DEYSE CRISTINA OLIVEIRA DA SILVA, filha de Aldenir Queiroz da Silva e Maria Auxiliadora Oliveira da Silva, nasceu em 21 de novembro de 1988, na cidade de Boa Vista, no Estado de Roraima.

Concluiu o ensino médio na Escola Estadual Gonçalves Dias, no ano de 2006, em Boa Vista, Roraima.

Em março de 2007 ingressou no curso de bacharelado em Agronomia da Universidade Federal de Roraima (UFRR), concluindo o curso em dezembro de 2011.

Durante a graduação foi bolsista do programa de iniciação científica da UFRR (PIC), desenvolvendo atividades dentro de projetos nas áreas de manejo de culturas e biotecnologia vegetal.

Estagiou, em 2011, na Biofábrica da Universidade Federal de Roraima, em Boa Vista-RR.

Em março de 2012 foi admitida no curso de Mestrado em Agronomia do Programa de Pós-graduação em Agronomia da UFRR (POSAGRO), dentro do qual foi bolsista da CAPES, concluindo em fevereiro de 2014.

“O maior troféu é no Livro da Vida, saber que o meu nome está escrito lá, e quando os portais da Glória se abrirem, ter a certeza que Deus irá me chamar” (O Maior Troféu - Damares)

SILVA, Deyse Cristina Oliveira da. **Doses de potássio no crescimento de plantas de mandioca e qualidade de manivas sementes.** 2014. 91 p. Dissertação de Mestrado em Agronomia -Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2014.

RESUMO

Objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito de doses de potássio no crescimento de plantas de mandioca e na qualidade de manivas sementes da cultivar Aciolina. Para tanto foram realizados três experimentos em condições de campo. Para o primeiro experimento empregou-se um delineamento em blocos casualizados, em esquema de parcela subdividida no tempo, com quatro repetições. Nas parcelas foram aleatorizadas cinco doses de potássio (0, 30, 60, 120 e 240 kg ha⁻¹ de K₂O) e nas subparcelas quatro épocas de avaliação (150, 210, 270 e 360 dias após o plantio - DAP). As variáveis avaliadas foram: área foliar, diâmetro do caule, altura da primeira ramificação, número de ramos da primeira ramificação, altura da planta, largura da folha, comprimento do pecíolo da folha, número de lóbulos da folha, comprimento e largura do lóbulo central da folha, relação entre comprimento do lóbulo central pela largura do lóbulo central e relação entre comprimento do pecíolo pelo comprimento do lóbulo central. No segundo experimento, empregou-se o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial (5x3), sendo cinco doses de potássio (0, 30, 60, 120 e 240 kg ha⁻¹ de K₂O) e três seções da planta para propagação assexuada, com quatro repetições. Fez-se a avaliação das seguintes variáveis: massa fresca das seções por planta, diâmetro das seções e número de manivas por planta. Com as manivas obtidas do segundo experimento, realizou-se o terceiro experimento, adotando-se o delineamento em blocos casualizados com três repetições e 15 tratamentos, constituídos por cinco doses de potássio (0, 30, 60, 120 e 240 kg ha⁻¹ de K₂O) e por três seções da parte aérea (Pé, 1^a Divisão e 2^a Divisão). As variáveis avaliadas foram: número de brotações por maniva, percentagem de brotações das manivas, altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas, largura da folha, comprimento do pecíolo, comprimento do lóbulo e largura do lóbulo central. As doses de potássio influenciam de forma linear e positiva o crescimento das plantas de mandioca da cultivar Aciolina. As seções da planta influenciam significativamente os componentes qualitativos de manivas, apresentando os melhores resultados na seção 1.

Palavras-chave: Épocas de avaliação. *Manihot esculenta*. Nutrição de plantas.

SILVA, Deyse Cristina Oliveira da. **Doses of potassium in cassava plant growth and cuttings seed quality.** 2014. 91 p. Master of Science Dissertation in Agronomy – Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2014.

ABSTRACT

The objective of the present study to evaluate the effect of doses of potassium on plant growth of cassava and quality and quality of the seed stalks grow Aciolina. Three experiments were conducted under field conditions. For the first experiment used a randomized block design in the subdivided plot design, with four replications. The plots were randomized, five doses of potassium (0, 30, 60, 120 and 240 kg ha⁻¹ K₂O) and subplots and four times of assessment (150, 210, 270 and 360 days after planting - DAP). The variables evaluated were: leaf area, stem diameter, height of the first branch, number of branches of the first branch, plant height, width of the sheet, length of the petiole of the leaf, number of lobes of the sheet, length and width of the central lobe of the sheet, relationship between the length of the central lobe width of the central lobe, and relationship between petiole length by the length of the central lobe. In the second experiment used randomized blocks, factorial (5x3) design, with five levels of potassium (0, 30, 60, 120 and 240 kg ha⁻¹ K₂O) and three plant sections for asexual propagation, with four replications, were evaluated: fresh mass of sections per plant, diameter of sections and number of cuttings per plant. With cuttings obtained from the second experiment, we performed the third experiment adopting the randomized block design with three replications and 15 treatments, consisting of five levels of potassium (0, 30, 60, 120 and 240 kg ha⁻¹ K₂O) and three sections of shoots (Foot, 1st Division and 2nd Division). The variables evaluated were: number of shoots for maniva, percentage of shoots of cuttings, plant height, stem diameter, number of leaves, leaf width, petiole length, length and width of the central lobe. The potassium influence of linear and positive way, the growth of cassava plants “cv. Aciolina”. The sections of the plant significantly influence the qualitative components of cuttings showed better results in section 1.

Keywords: *Manihot esculenta*. Plant nutrition. Seasons of evaluation.

LISTA DE FIGURAS

RELAÇÃO DE FIGURAS DO ARTIGO A

FIGURA 1	Área foliar (cm ²) por planta de mandioca (cv. Aciolina), em função das doses de K ₂ O, aos 90 dias após plantio, Boa Vista-RR.....	39
FIGURA 2	Diâmetro do caule (mm) da planta de mandioca (cv. Aciolina) em função das doses de K ₂ O, Boa Vista-RR.....	41
FIGURA 3	Altura da primeira ramificação (cm) da planta de mandioca (cv. Aciolina) em função das doses de K ₂ O (A), e em função das épocas de avaliação em dias após o plantio (DAP) (B), Boa Vista-RR.....	42
FIGURA 4	Altura da planta (cm) de mandioca (cv. Aciolina) em função das épocas de avaliação em dias após o plantio (DAP), dentro das doses de K ₂ O, Boa Vista-RR.....	43
FIGURA 5	Largura da folha (cm) da planta de mandioca (cv. Aciolina) em função das doses de K ₂ O (A), e em função das épocas de avaliação em dias após o plantio (DAP) (B), Boa Vista-RR.....	46
FIGURA 6	Comprimento do pecíolo (cm) da folha de mandioca (cv. Aciolina) em função das épocas de avaliação em dias após o plantio (DAP), dentro das doses de K ₂ O, Boa Vista-RR.....	47
FIGURA 7	Número de lóbulos por folha da planta de mandioca (cv. Aciolina) em função das doses de K ₂ O (A), e em função das épocas de avaliação em dias após o plantio (DAP) (B), Boa Vista-RR.....	48
FIGURA 8	Comprimento de lóbulo central (cm) da folha de mandioca (cv. Aciolina) em função das doses de K ₂ O (A), e em função das épocas de avaliação em dias após o plantio (DAP) (B), Boa Vista-RR.....	49
FIGURA 9	Largura do lóbulo central da folha (cm) de mandioca “cv. Aciolina” em função das doses de K ₂ O, e em função das épocas de avaliação em dias após o plantio (DAP) (B), Boa Vista-RR.....	50
FIGURA 10	Relação entre comprimento do lóbulo central pela largura do lóbulo central da folha de mandioca (cv. Aciolina) em função das doses de K ₂ O (A), e em função das épocas de avaliação em dias após o plantio (DAP) (B), Boa Vista-RR.....	51
FIGURA 11	Relação entre comprimento do pecíolo pelo comprimento do lóbulo central da folha de mandioca (cv. Aciolina) em função das épocas de avaliação, dias após o plantio (DAP), nos níveis de K ₂ O (0, 30, 60, 120 e 240 kg ha ⁻¹), Boa Vista-RR.....	52

RELAÇÃO DE FIGURAS DO ARTIGO B

FIGURA 1	Arquitetura da planta de mandioca (cv. Aciolina) mostrando as seções de divisão da parte aérea.....	64
FIGURA 2	Massa fresca de maniva por planta, em gramas, para as diferentes seções (Pé, 1ª Divisão e 2ª Divisão) da planta de mandioca (cv. Aciolina) em função de doses de potássio, colhidas aos 12 meses na savana de Roraima.....	68
FIGURA 3	Diâmetro, em milímetros, de manivas provenientes das diferentes seções (Pé, 1ª Divisão e 2ª Divisão) da planta de mandioca (cv. Aciolina) em função de doses de potássio, colhidas aos 12 meses na savana de Roraima.....	69
FIGURA 4	Número de manivas por planta, provenientes das diferentes seções da planta (Pé, 1ª Divisão e 2ª Divisão) de mandioca (cv. Aciolina) cultivada com diferentes níveis de doses de potássio, colhida aos 12 meses na savana de Roraima.....	70
FIGURA 5	Porcentagem de manivas sem brotações em função de doses de potássio da cv. Aciolina aos 100 dias após o plantio.....	73
FIGURA 6	Número de brotações por maniva em função de doses de potássio da cv. Aciolina aos 100 dias após o plantio.....	75
FIGURA 7	Diâmetro do caule em função de doses de potássio da cv. Aciolina aos 100 dias após o plantio.....	79
FIGURA 8	Comprimento do lóbulo central em função de doses de potássio dentro das seções das plantas de mandioca da cv. Aciolina aos 60 dias após o plantio.....	83
FIGURA 9	Comprimento do pecíolo em função de doses de potássio dentro das seções das plantas de mandioca da cv. Aciolina aos 60 dias após o plantio.....	86

LISTA DE TABELAS

RELAÇÃO DE TABELAS DO ARTIGO A

TABELA 1	Características químicas e físicas do solo nas camadas de 0-20, 20-40 e 40-60 cm de profundidade, coletado antes da instalação do experimento, Boa Vista-RR.....	36
TABELA 2	Resumo da análise de variância da área foliar por planta (cm ²) de mandioca (cv. Aciolina), em função de doses de potássio, aos 90 dias após plantio na savana de Roraima.....	38
TABELA 3	Resumo da análise de variância do diâmetro do caule (mm), altura da primeira ramificação (cm), número de ramos da primeira ramificação (NR1 ^a) e altura da planta (cm) de mandioca (cv. Aciolina), em função de doses de K ₂ O e épocas de avaliação, em dias após o plantio (DAP), Boa Vista-RR.....	40
TABELA 4	Resumo da análise de variância da largura da folha (cm), comprimento do pecíolo da folha (cm), número de lóbulos da folha, comprimento e largura do lóbulo central da folha (cm) de mandioca (cv. Aciolina) em função de doses de K ₂ O e épocas de avaliação, em dias após o plantio (DAP), Boa Vista-RR.....	45
TABELA 5	Resumo da análise de variância da relação entre comprimento do lóbulo central pela largura do lóbulo central (CL/LL) e relação entre comprimento do pecíolo pelo comprimento do lóbulo central (CP/CL) da folha de mandioca (cv. Aciolina), em função de doses de K ₂ O e épocas de avaliação, em dias após o plantio (DAP), Boa Vista-RR.....	50

RELAÇÃO DE TABELAS DO ARTIGO B

TABELA 1	Características químicas e físicas do solo nas camadas de 0-20, 20-40 e 40-60 cm de profundidade, coletado antes da instalação do experimento, Boa Vista-RR.....	63
TABELA 2	Resumo da análise de variância da massa fresca (g) das seções por planta, diâmetro (mm) das seções e número de manivas de 20 cm, provenientes das diferentes seções da planta (Pé, 1 ^a Divisão e 2 ^a Divisão) de mandioca (cv. Aciolina) em função de doses de potássio, colhidas aos 12 meses na savana de Roraima.....	67
TABELA 3	Resumo da análise de variância para percentagem de manivas sem brotações (%MSB) de plantas de mandioca da cv. Aciolina aos 100 dias após a brotação, provenientes das três seções de plantas submetidas a cinco doses de potássio.....	72

TABELA 4	Resumo da análise de variância para o número de brotações por maniva de plantas de mandioca da cv. Aciolina aos 100 dias após a brotação, provenientes das três seções de plantas submetidas a cinco doses de potássio.....	74
TABELA 5	Resumo da análise de variância para a altura da planta (cm) de mandioca da cv. Aciolina aos 20 e 100 dias após o plantio, provenientes das três seções de plantas submetidas a cinco doses de potássio.....	76
TABELA 6	Resumo da análise de variância para o número de folhas de plantas de mandioca cv. Aciolina aos 20 e 100 dias após o plantio, provenientes das três seções de plantas submetidas a cinco doses de potássio.....	77
TABELA 7	Resumo da análise de variância para o diâmetro do caule (mm) de plantas de mandioca da cv. Aciolina aos 60 e 100 dias após o plantio (DAP), provenientes das três seções de plantas submetidas a cinco doses de potássio.....	78
TABELA 8	Resumo da análise de variância para altura da primeira ramificação (cm) de plantas de mandioca “cv. Aciolina” aos 100 dias após o plantio, provenientes das três seções de plantas submetidas a cinco doses de potássio.....	80
TABELA 9	Resumo da análise de variância para massa fresca da parte aérea (g planta ⁻¹) de mandioca da cv. Aciolina aos 100 dias após o plantio, provenientes das três seções de plantas submetidas a cinco doses de potássio.....	81
TABELA 10	Resumo da análise de variância para o comprimento do lóbulo central (cm) de plantas de mandioca da cv. Aciolina aos 60 e 100 dias após o plantio (DAP), provenientes das três seções de plantas submetidas a cinco doses de potássio.....	82
TABELA 11	Resumo da análise de variância para a largura do lóbulo central (cm) de mandioca da cv. Aciolina aos 20 e 100 dias após o plantio, provenientes das três seções de plantas submetidas a cinco doses de potássio.....	84
TABELA 12	Resumo da análise de variância para o comprimento do pecíolo (cm) de plantas de mandioca da cv. Aciolina aos 60 e 100 dias após o plantio (DAP), provenientes das três seções de plantas submetidas a cinco doses de potássio.....	85
TABELA 13	Resumo da análise de variância para a relação entre comprimento do pecíolo e comprimento do lóbulo central de folhas de plantas de mandioca da cv. Aciolina aos 60 e 100 dias após o plantio, provenientes das três seções de plantas submetidas a cinco doses de potássio.....	87

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	OBJETIVO.....	17
2.1	Objetivo geral.....	17
2.2	Objetivo específico.....	17
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
3.1	A cultura da mandioca.....	18
3.2	Crescimento e desenvolvimento.....	21
3.3	Adubação	22
3.4	Respostas das plantas ao potássio.....	23
	REFERÊNCIAS.....	24
4	ARTIGO A: CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E CURVA DE CRESCIMENTO DE PLANTAS DE MANDIOCA SUBMETIDAS A DIFERENTES DOSES DE POTÁSSIO.....	30
4.1	RESUMO.....	30
4.2	ABSTRACT.....	31
4.3	INTRODUÇÃO.....	32
4.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	35
4.4.1	Caracterização da área experimental.....	35
4.4.2	Caracterização da cultivar de mandioca.....	36
4.4.3	Condução do experimento em campo.....	36
4.4.4	Delineamento experimental e variáveis analisadas.....	37
4.4.5	Análise estatística.....	38
4.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4.6	CONCLUSÕES.....	53
	REFERÊNCIAS.....	53

5	ARTIGO 2 : PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MANIVAS PROVENIENTES DE DIFERENTES SEÇÕES DA PLANTA DE MANDIOCA SUBMETIDA A DOSES DE POTÁSSIO.....	59
5.1	RESUMO.....	59
5.2	ABSTRACT.....	60
5.3	INTRODUÇÃO.....	61
5.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	63
5.4.1	Experimento I: Produção de manivas para propagação.....	63
5.4.2	Experimento II: Qualidade das manivas propagadas.....	65
5.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	67
5.5.1	Produção de manivas para propagação.....	67
5.5.2	Qualidade das manivas propagadas.....	71
5.6	CONCLUSÕES.....	87
	CONCLUSÕES GERAIS.....	88
	REFERÊNCIAS.....	88

1. INTRODUÇÃO

A mandioca é um arbusto de 1 a 4 m de altura, que produz raízes tuberosas de armazenamento, que podem ser colhidas entre 6 e 30 meses após o plantio (MAP). Ela produz bons rendimentos sob condições variadas de clima e fertilidade do solo, tolerando regime pluviométrico inferior a 600 mm e até mais de 2000 mm, dependendo do local de plantio. Devido à natureza perene das plantas de mandioca, os experimentos podem alternar entre o período de crescimento vegetativo e o período de armazenamento de carboidratos nas raízes (ALVES, 2002).

De modo geral, a planta desenvolve grande parte das suas hastes e folhas, durante os primeiros seis meses e também atinge nessa idade o tamanho máximo do dossel. A formação de raízes de armazenamento é iniciada entre dois e três MAP, quando algumas raízes fibrosas tornam-se raízes tuberosas, mas a maior parte dos carboidratos são deslocados das folhas para as raízes entre seis e dez meses. A produção final de raízes é determinada pela fonte de alimentação (quantidade de carboidratos disponíveis na biomassa acima do solo) e demanda de imersão (quantidade de carboidratos que pode ser armazenado nas raízes de tuberosas). A primeira está relacionada com o índice de área foliar e a taxa assimilatória líquida, enquanto a segunda está relacionado com o número de raízes tuberosas e massa média (ALVES, 2002; EL-SHARKAWY, 2004).

Segundo Nguyen et al. (2002), as plantas de mandioca absorvem muitos nutrientes do solo, por um longo período, sendo apontadas como uma das mais degradantes quando comparadas com outras culturas de ciclo mais curto, como milho e sorgo, especialmente no período logo após o plantio. Apesar da mandioca não ter grandes exigências quanto à fertilidade de solos é importante observar e suprir as necessidades da planta, através do uso de macro e micronutrientes em quantidades ajustadas, para melhor atender as exigências nutricionais da cultura, elevando sua produtividade, diminuindo os fatores de degradação do solo e obtendo uma melhor relação de custo e benefício.

O potássio é um dos principais nutrientes da grande maioria das culturas, por ter um papel importantíssimo na fisiologia das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2013). A principal função do potássio no organismo vegetal é a ativação de mais de 50 enzimas, sendo que sua deficiência ocasiona mudanças químicas nas plantas, como por exemplo, acúmulo de carboidratos e compostos nitrogenados solúveis, queda nas concentrações de amido, etc. Níveis adequados de potássio controlam o potencial osmótico das células, o desenvolvimento celular e os

movimentos de abrir e fechar os estômatos, pois estes estão relacionados a um turgor celular adequado, no qual o K é indispensável (MASCHNER, 2011).

Geralmente os solos cultivados têm concentrações de baixa à média de potássio, além de apresentar baixa eficiência em restaurar o potássio no solo e, sendo este o elemento retirado em maior quantidade pela cultura, faz-se necessário o acompanhamento das características nutricionais do solo, durante todo o ciclo da mandioca. Apesar da resposta à falta de adubação potássica ser reduzida nos primeiros anos de plantio em uma determinada área, a deficiência se mostra mais claramente após vários cultivos. Assim, o esgotamento do solo é atingido rapidamente depois de dois a quatro plantios sucessivos na mesma área (EMBRAPA, 2006).

Mesmo com toda a diversidade de mandioca existente, a propagação vegetativa por meio da estaquia apresenta baixa taxa de multiplicação, sendo este um dos obstáculos à propagação da mandioca em larga escala (SOUZA et al., 2009), porém é o método comum de propagação já que suas sementes são normalmente dormentes, e germinam muito lentamente (NASSAR; ORTIZ, 2007). Esta estratégia de propagação é ideal do ponto de vista da bio-engenharia, pois é importante para a melhoria de culturas já que a segregação de genes ao longo dos diversos cruzamentos é limitada (TAYLOR et al., 2004). Outra vantagem deste método de propagação, de acordo com Castro e Silveira (2003), é a produção de mudas com uniformidade genética dos indivíduos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito de doses de potássio no crescimento de plantas de mandioca e na qualidade de manivas sementes da cultivar Aciolina.

2.2 Objetivos específicos

2.2.1 Determinar as curvas de crescimento de plantas de mandioca “cv. Aciolina” submetidas a diferentes doses de potássio;

2.2.2 Avaliar a produção e qualidade de manivas provenientes de diferentes seções da planta de mandioca “cv. Aciolina” submetida a doses de potássio.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A Cultura da Mandioca

O gênero *Manihot* apresenta cerca de 200 espécies, das quais a espécie *Manihot esculenta*, originária do continente americano, provavelmente no Brasil Central, é a única de interesse agrônomo. A espécie, pertencente à família Euphorbiaceae, é uma planta perene, heliófila, herbácea quando jovem, lenhosa e arbustiva na maturidade, crescendo entre um e quatro metros de altura e é caracterizada por sua ramificação simpodial. A haste principal é normalmente dividida entre dois e quatro ramos, seguida por floração. É cultivada em todo o mundo, principalmente em áreas pobres, onde o seu cultivo constitui uma das principais atividades agrícolas, tendo alta importância social, como fonte de carboidratos para mais de 500 milhões de pessoas, especialmente nos países em desenvolvimento (ALVES, 2002).

A propagação por sementes não é usada, normalmente, na cultura da mandioca. Geneticamente, os genótipos de mandioca são extremamente heterogêneos, e a propagação sexual por sementes resulta em ampla e imprevisível diversidade de fenótipos, que é de interesse dos produtores, mas apresenta dificuldades na propagação (CEBALLOS et al., 2004). Por conseguinte, a propagação da mandioca é realizada, normalmente, por meio de estacas vegetativas, a fim de se preservar as características favoráveis. Povos ameríndios da América do Sul, com frequência, cultivam mudas nativas em seus jardins, na esperança de selecionar clones superiores, que são propagados vegetativamente (ELIAS et al., 2000; ELIAS et al., 2001).

Mudas oriundas de sementes da mandioca são inicialmente menores do que as plantas desenvolvidas a partir de estacas e requerem cuidados especiais para estabelecer e desenvolver. Nesse sentido, essas estacas que são usadas na propagação da mandioca são conhecidas como manivas, apresentam, pelo menos 20 cm de comprimento, e tem de quatro a cinco nós com gemas viáveis. Estas devem ser transportadas com cuidado para evitar danos, e podem ser tratadas com agroquímicos para evitar o estabelecimento de doenças ou pragas nas plantas novas. Além disso, as estacas devem ser amadurecidas de forma que não sequem, muito rapidamente, quando plantadas (LEIHNER, 2002).

A raiz tuberosa da mandioca é rica em carboidratos de fácil digestão, sendo uma importante cultura alimentar na maior parte do mundo, especialmente nos países da África, desempenhando um papel importantíssimo em termos de segurança alimentar, geração de emprego e renda para famílias de agricultores destas regiões, pois é matéria-prima industrial

para a produção de álcool, produtos farmacêuticos, produtos de confeitaria e utilizada na alimentação animal (NNODU et al., 2006). Sua importância é reforçada por dois fatores: a biologia única da cultura e os inúmeros usos de seus produtos a base de amido (NWEKE et al., 2002; EL-SHARKAWY, 2004; FERMON et al., 2010). O amido, uma valiosa e barata fonte de calorias, é produzido em alta quantidade nas raízes tuberosas (SOM, 2007). O teor de amido em plantas de mandioca varia de 65 a 91 % da sua massa total de raízes secas, dependendo da cultivar (SANCHEZ et al., 2009; FERMON et al., 2009). A procura mundial por amido de mandioca está aumentando rapidamente, graças as suas inúmeras propriedades alimentares, sendo que seus principais substitutos são as fontes convencionais de amido, tais como trigo, milho, arroz e batata (BLENNOW, 2003; RAEMAKERS et al., 2005).

Na África, as folhas e brotos tenros das plantas de mandioca também são consumidos como legumes (EKE-OKORO; DIXON, 2000). E o etanol, feito de mandioca, está sendo usado como biocombustível na maior parte do mundo desenvolvido, pois causa pouco impacto quanto à poluição do ar, reduzindo o aquecimento global e suas catastróficas consequências (CHUN-RONG et al., 2010)

As raízes tuberosas de mandioca são tradicionalmente processadas em inúmeras etapas que incluem ralação, desidratação, fermentação e fritura, o que reduzem sua toxicidade, melhoram a palatabilidade e convertem as raízes frescas perecíveis em produtos estáveis, como farinha, tapioca, etc. (SOHORE; NIMLIN, 2012).

A toxicidade da mandioca é devido a compostos tóxicos chamados glicosídeos cianogênicos, em maior quantidade a linamarina e em menor quantidade a lotaustralina, que é quimicamente semelhante à glicose, mas com cianeto ligado a ele. A alta ingestão de cianeto, a partir do consumo de mandioca insuficientemente processada, pode causar toxicidade aguda, como vômitos, dores de estômago, tontura, dor de cabeça, etc. Os efeitos adversos observados em seres humanos a partir do consumo de mandioca de longo prazo incluem doenças como a "Konzo", distúrbio de deficiência de iodo (bócio) e neuropatia tropical (OKAFOR, 2004).

Os efeitos tóxicos do cianeto são relatados há mais de 200 anos. Este composto impede a respiração das células, agindo em enzimas (citocromo oxidase e catalase) que apresentam em sua composição o ferro, interferindo no consumo de oxigênio (PONCE, 2004). A dose letal de cianeto no organismo, ao ser ingerido varia de 0,5 a 3,5 mg kg⁻¹ de cianeto por massa corpórea e, ao ser inalado, a dose letal está na faixa de 10 µg L⁻¹ de ar (FURTADO et al., 2007).

Este limite, segundo Ponte (2008), deu origem à classificação da mandioca com base

em sua toxidez, que depende do teor de HCN, classificando-as em não-tóxicas (teores de HCN menores que 50 mg kg⁻¹ de raízes frescas); pouco tóxicas (teores de HCN de 50 a 80 mg kg⁻¹ de raízes frescas); tóxicas (teores de HCN de 80 a 100 mg kg⁻¹ de raízes frescas); muito tóxicas (teores de HCN maiores que 100 mg kg⁻¹ de raízes frescas). Nesse sentido, o conhecimento popular de longos anos, faz distinção entre dois grupos de variedades: as variedades amargas, que são altamente tóxicas para homens e animais, devido as concentração elevadas de glucosídeos cianogênicos e as variedades doces, que mesmo com pouco processamento, seu consumo é seguro. Além dessa denominação, as mandiocas doces também são conhecidas como variedades mansas ou de mesa, e as mandiocas amargas chamadas de bravas (PEREZ, 2004).

A tradicionalidade da cultura da mandioca em Roraima, faz com que ela seja cultivada em cerca de 6.200 ha, principalmente por pequenos produtores, envolvendo o monocultivo e o cultivo consorciado com feijão-caupi (ALVES et al., 2009). Boa parte da produção é conduzida ao processamento, na fabricação de farinha com a mandioca brava, produto amplamente consumido em Roraima, predominantemente a farinha amarela e grossa, sendo que a outra parte da produção é conduzida ao consumo de mesa e extração da goma fresca (OLIVEIRA et al., 2011).

Segundo Lopes (2006), ao longo do ano a mandioca apresenta instabilidade em relação à qualidade das raízes tuberosas, que quando estão no período de crescimento vegetativo mais intenso, apresentam redução no teor de amido e matéria seca, causando diminuição do rendimento industrial e da qualidade culinária das raízes. A variação de clima, assim como a irregularidade das chuvas, os períodos curtos de calor durante a estação fria, que são mais frequentes nos meses seguintes ao plantio, conduzem à queda de produtividade de raízes e ao alongamento do ciclo da cultura. Estes fatores determinam o período de colheita das raízes, o que é de extrema importância. Mas um fator que estabelece a época mais apropriada de colheita é a precocidade da variedade utilizada, que é a aptidão de se obter colheitas precoces com rendimentos satisfatórios quando comparados a outras variedades que só tem colheitas mais tardias (LORENZI, 2003).

Assim sendo, mesmo que a produção de raízes reduza sob condições de falta de água, a cultura pode recuperar-se por meio da rápida formação de novas folhas, superando a taxa fotossintéticas de plantas que não apresentaram qualquer estresse hídrico, de forma a contrabalancear as perdas de produção, mas isso, só é possível quando a água torna-se novamente disponível (EL-SHARKAWY, 2007).

3.2 Crescimento e desenvolvimento

A independência dos processos de crescimento e desenvolvimento vegetal já é bastante conhecida, assim como o fato de poderem ocorrer concomitantemente ou não (STRECK et al., 2003). O crescimento vegetal é definido como a mudança que não se pode reverter, que incluem mudanças nas dimensões físicas de órgãos da planta como massa, volume, comprimento e área. Já o desenvolvimento vegetal diz respeito a diferenciação celular, a morfogênese, o aparecimento e a senescência de órgãos. Desta forma, uma planta que está na fase de crescimento, pode não estar se desenvolvendo e vice-versa. Pois o crescimento e o desenvolvimento das plantas envolvem fatores genéticos e ambientais, sendo a nutrição mineral um importante fator ambiental (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Alves (2006) relatou as fases do ciclo de desenvolvimento de plantas de mandioca em dias após o plantio (DAP) das manivas. Dos cinco aos 15 DAP há o desenvolvimento das primeiras raízes adventícias e brotos da estaca, começando a germinação propriamente dita. A partir dos 15 até os 90 DAP, ocorre o desenvolvimento das folhas e a formação do sistema radicular, quando as raízes adventícias começam a ser substituídas por raízes fibrosas, que podem ou não transformar-se em raízes de armazenamento. Dos 90 até os 180 DAP as taxas de crescimento de folhas e hastes intensificam, e o porte e as ramificações da planta são definidas. Dos 180 aos 300 DAP há uma forte translocação de hidratos de carbono para raízes de armazenamento com posterior divisão dos fotoassimilados entre parte aérea e raiz. Dos 300 aos 360 DAP, a planta finaliza o crescimento vegetativo, ocorrendo a partir daí, apenas a translocação do amido para as raízes. No fim do ciclo, aos 12 meses, a planta encerra seu ciclo, podendo ser seguido por uma nova fase de crescimento vegetativo.

Os aspectos relacionados ao ambiente, temperatura e fotoperíodo influenciam o crescimento e o desenvolvimento da cultura da mandioca. A temperatura vai influenciar na brotação das manivas, bem como a formação, o tamanho e a vida útil das folhas na planta, com o favorecimento do crescimento em temperaturas médias, variando de 25° C a 29° C, suportando temperaturas de 16° C a 38° C (ALVES, 2006). Estudos sobre o fotoperíodo relatam que a mandioca é uma planta de dias curtos, alcançando máximas produções de raízes com fotoperíodos entre 10 e 12 horas com o aumento significativo no desenvolvimento das raízes de armazenamento e a redução do crescimento da parte aérea. Com dias longos há um maior favorecimento do crescimento da parte aérea, diminuindo o crescimento de raízes de armazenamento (TERNES, 2002; ALVES, 2006).

3.3 Adubação

Em muitos lugares do mundo, a mandioca é cultivada em larga escala, ano após ano sobre a mesma área. Sob esta condição, a fertilidade do solo e os rendimentos de produção decrescem gradativamente (NGUYEN et al., 2001). O declínio da fertilidade do solo é especialmente grave nas regiões tropicais, onde os solos perdem nutrientes e matéria orgânica, devido à lixiviação e erosão do solo pela intensa pluviosidade, por isso, faz-se necessário a reposição constante dos nutrientes destes solos (AYOOLA; MAKINDE, 2007). Nutrientes estes, que serão bem aproveitados pela cultura da mandioca, pois ela extrai muitos nutrientes do solo com as raízes colhidas (TERNES, 2002) e, em função disto, a presença tanto de macro quanto de micronutrientes, em quantidades adequadas no solo favorece a produtividade da cultura.

As raízes tuberosas, quando colhidas, contêm uma quantidade particular de nutrientes, com taxas proporcionais de NPK de 5:01:10, em comparação com a relação típica de outras culturas, que é de 07:01:07 (VANLAUWE et al., 2008). De acordo com Susan John et al. (2010), uma colheita de mandioca que produz 30 t ha⁻¹ de raízes tuberosas frescas, remove do solo entre 180 a 200 kg de N, 15 a 22 kg de P₂O₅ e 140 a 160 kg de K₂O. Isto indica claramente a necessidade de restaurar e manter o teor de nutrientes do solo durante o cultivo, através do uso de práticas de gestão destes nutrientes.

Estudos sobre a avaliação do estado nutricional de plantas de mandioca em diferentes épocas e submetidas à cobertura morta e adubação, foi constataram que ocorre o acúmulo de nutrientes na seguinte ordem decrescente: K>N>Ca>Mg>P>S>Cu>Fe>Mn>Zn>B (PARRY et al., 2005).

Alves et al. (2012), trabalhando com doses de adubação mineral de NPK (10-28-20) na variedade de mandioca Paulozinho, registraram resposta linear em relação aos indicadores de produtividade de raízes e ramas, sendo que o tratamento com as maiores produtividades de raízes e ramas foram obtidas a dose de 600 kg ha⁻¹, e a dose mais moderada de 200 kg ha⁻¹ obteve produtividade de 34,85 t ha⁻¹ de raízes.

O nitrogênio, fósforo e potássio presentes no solo, servem de base para as recomendações nutricionais de adubação da mandioca, cujos teores são determinados através de análises de solo realizados em laboratório. Além disso, conforme verificado por Pizetta (2001), em pesquisas sobre as exigências nutricionais da mandioca, os resultados e respostas à adubação são bastante variados, devido às diferentes cultivares e aos diversos locais de plantio.

Acerca da aplicação de calcário, trabalhos têm indicados a tolerância da cultura à solos ácidos, pois não há aumentos significativos na produção da mandioca pela aplicação de calcário (FIALHO; VIEIRA, 2011). A faixa ideal de pH encontra-se entre 5,0 e 6,0 (LORENZI et al., 2002).

Em Roraima, experimentos realizados no cerrado utilizaram 900 kg ha⁻¹ de calcário (SCHWENGBER et al., 2002). Takahashi e Gonçalo (2005) sugerem que a dose de aplicação não ultrapasse 1,0 t ha⁻¹ de calcário. Já Oliveira et al. (2012) utilizaram, exatamente, 1.000 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico, a lanço, 30 dias antes do plantio.

3.4 Respostas das plantas ao potássio

Dentre os nutrientes, o potássio é extraído em maior quantidade pela mandioca (OTSUBO; LORENZI, 2004) e sua disponibilidade para as plantas afeta a produtividade da cultura e a qualidade das ramas utilizadas no plantio, baixando a produtividade da lavoura oriunda de ramas obtidas de plantas deficientes em potássio (TAKAHASHI; BICUDO, 2005). As plantas de mandioca estão bem adaptadas a baixos níveis de P disponível (por conta de sua associação micorrízica), mas necessitam de elevados níveis de K₂O, especialmente quando desenvolvem-se em áreas continuamente cultivadas com a cultura (HOWELER et al., 2000; AYOOLA; MAKINDE, 2007).

Para Mattos e Bezerra (2003), as plantas de mandioca têm baixa resposta a adubação potássica, mas recomendam sua adubação preventiva para evitar diminuição na disponibilidade, o que pode causar danos aos próximos ciclos de plantio. Como o potássio é facilmente lixiviado em solos arenosos, em comparação a solos com maiores teores de argila, doses maiores de K nesses solos devem ser parceladas a fim de promover maior ganho de produtividade da cultura da mandioca, que apresenta ciclo longo e crescimento lento (WERLE et al., 2008).

De acordo com Meurer (2006), o K⁺ é o cátion mais abundante nos tecidos vegetais, no entanto, não faz parte de nenhuma estrutura ou molécula orgânica, sendo encontrado como cátion livre ou adsorvido. A necessidade das plantas de mandioca por potássio está fortemente associada a sua função de manter a turgescência e o potencial osmótico de células, que, no caso das células guarda, regula a abertura de estômatos. Ele influencia na extensão, espessura e estabilidade das paredes celulares (SCHROEDER et al., 2001).

O potássio, também, desempenha papel importante na ativação de diversas enzimas, na síntese de proteínas e na fotossíntese (TARIQ et al., 2011). Altas concentrações internas desse

nutriente podem dar segurança contra eventos súbitos e extremos de natureza ambiental, como frio, geada, chuvas de final de ciclo, tensões elevadas de sal e ondas de calor (KANT; KAFKAFI, 2004; IQBAL et al., 2011). Por outro lado, o potássio promove a assimilação de CO₂, a síntese de amido e a translocação de carboidratos das folhas para os tubérculos de raízes tuberosas de culturas onde os carboidratos são o material de armazenamento principal (MENGEL; KIRKBY, 2001), em consequência a este fato, ocorre o aumento da produtividade e a melhoria da qualidade de tubérculos (MEHDI et al., 2007).

De acordo com Howeler (1996), plantas deficientes em potássio podem apresentar uma série de sintomas, tais como: plantas mais curtas, muito ramificadas, com hábito de crescimento prostrado; entrenós superiores muito curtos e prematuramente lignificados, resultando em um ziguezague da haste superior; em algumas variedades, as folhas superiores são pequenas e cloróticas, enquanto em outras, algumas folhas inferiores são amarelas com manchas pretas e necrose no bordo; durante os períodos de seca, as extremidades das folhas podem enrolar para cima, enquanto em épocas de chuva, pode haver grave perecimento devido à deficiência induzida de K por antracnose (*Colletotrichum* sp.); em muitos casos, as plantas não apresentam sintomas representativos, elas são simplesmente mais curtas e têm folhas menores do que as plantas com suprimento normal de potássio.

A absorção do potássio pelo organismo vegetal, em quantidade e em proporcionalidade, depende das características internas da planta, da variedade e o nível de concorrência que há entre as plantas, determinando a eficiência das espécies em absorver os nutrientes do solo. Os fatores externos como temperatura e umidade do solo podem interferir na concentração de nutrientes nas folhas substancialmente, pois esses fatores ambientais atuam na disponibilidade e na absorção dos minerais pelas raízes, refletindo na parte aérea. Além de todos esses fatores, e não menos importante, o estágio de desenvolvimento da planta age diretamente sobre o acúmulo e a distribuição dos nutrientes minerais (GRANGEIRO, 2005).

REFERÊNCIAS

ALVES, A. A. C. Cassava botany and physiology. In: HILLOCKS, R. J., THRESH, J. M., BELLOTTI, A. C. (ed.). **Cassava: Biology, Production and Utilization**. New York – Wallingford: CABI Publish. 2002. p. 67-89.

ALVES, A. A. C. Fisiologia da mandioca. In: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical. **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA, 2006. Cap.7, p.138-169.

ALVES, J. M. A.; ARAÚJO, N. P. de; UCHÔA, S. C. P.; ALBUQUERQUE, J. de A. A. de; SILVA, A. J. da; RODRIGUES, G. S.; SILVA, D. C. O. da. Avaliação agroeconômica da produção de cultivares de feijão-caupi em consórcio com cultivares de mandioca em Roraima. **Revista Agro@mbiente On-line**, v.3, p.15-30, 2009.

ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. S.; FERREIRA, E. R. Doses de NPK na adubação de mandioca (*Manihot esculenta*) variedade Paulozinho em Mojú – Pará. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 8, p. 65-70, 2012.

AYOOLA, M. O. T.; MAKINDE, E. A. Fertilizer treatments effects on performance of cassava under two planting patterns in a cassava-based cropping system in south west Nigeria. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences** v. 1, n. 3, p.13-20, 2007.

BLENNOW, A. Towards predictable functionalization of starch. *Starch/Starke.*, v. 50, p. 58-64, 2003.

CASTRO, L. A. S. de; SILVEIRA, C. A. P. Propagação vegetativa do pessegueiro por alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 368-370. 2003.

CEBALLOS, H.; IGLESIAS, C. A.; PEREZ, J. C.; DIXON, G. O. Cassava breeding: opportunities and challenges. **Plant Molecular Biology**, p. 1–14, 2004.

CHUN-RONG, J.; JUN, Z.; YOU-LONG, Z.; TIE-SONG, L. Energy analysis of cassava - based fuel ethanol in China. *Environmental Science and Information Application Technology (ESIAT)*, **International Conference**, 2010.

EKE-OKORO, O. N.; DIXON, A. G. O. Influence of genotype x environment on the productivity of improved cassava genotypes in humid ecozones of Nigeria. **Nigeria Agriculture Journal**. v. 31, p. 125-133, 2000.

ELIAS, M.; RIVAL, L.; MCKEY, D. Perception and management of cassava (*Manihot esculenta* Cratz) diversity among Makushi Amerindians of Guyana (South America). **Journal of Ethnobiology**. v. 20, p. 239-265, 2000.

ELIAS, M.; PENET, L.; VINDRY, P.; MCKEY, D.; PANAUD, O.; ROBERT, T. Unmanaged sexual reproduction and the dynamics of genetic diversity of a vegetatively propagated crop plant, cassava (*Manihot esculenta* Crantz), in a traditional farming system. **Molecular Ecology**. v. 10, p. 1895-1907, 2001.

EL-SHARKAWY, M. A; BROUK, A. Physiological characteristics of cassava tolerance to prolonged drought in the tropics: implications for breeding cultivars adapted to seasonally dry and semiarid environments. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v. 19, n. 4, p. 257-286, 2007.

EL-SHARKAWY, M. A. Cassava biology and physiology. **Plant Molecular Biology**, v. 56, p. 481–501, 2004.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

FERMONT, A. M.; BABIRYE, A.; OBIERO, H. M.; ABELE, S.; GILLER, K. E. False beliefs on the socio-economic drivers of cassava cropping. **Agronomy Sustainable Development**, v. 30, p. 433–444, 2010.

FERMONT, A. M.; VAN ASTEN, P. J. A.; TITTONELL, P.; VAN WIJK, M. T.; GILLER, K. E. Closing the cassava yield gap: an analysis from small holder farms in East Africa. **Field Crops Research**, v. 112, p. 24-36, 2009.

FIALHO, J. F.; VIEIRA, E. A. Manejo do solo no cultivo de mandioca. In: FIALHO, J. F.; VIEIRA, E. A. (Eds.). **Mandioca no Cerrado: orientações técnicas**. Planaltina: EMBRAPA Cerrados. Cap. 3. 2011. 204 p.

FURTADO, J. L. B.; BEZERRA, C. W. B.; MARQUES, E. P. e MARQUES, A. L. B. Cianeto em tiquiras: riscos e metodologia analítica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 27, n. 4, p. 694-700, 2007.

GRANGEIRO, L. C.; MENDES, A. M. S.; NEGREIROS, M. Z.; SOUZA, J. O.; AZEVÊDO, P. E. Acúmulo e exportação de nutrientes pela cultivar de melancia Mickylee. **Revista da Caatinga**, v. 18, n. 2, p. 73-81, 2005.

HOWELER, R. H. **A benchmark study on cassava production, processing and marketing in Vietnam**. (eds.) Proceedings of a workshop held in Hanoi, Vietnam, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1996, 29-31 p.

HOWELER, R. H., C. G. OATES AND A. C. ALLEN. An assessment of the impact of cassava production and processing on environment and biodiversity. In: **The Proceedings of the twelfth symposium of the ISTRC on the potential of root crops for food and industrial resources**. 2000, p. 53-54.

IQBAL, M.; NIAMATULLAH, M.; YOUSAF, I.; MUNIR, M.; KHAN, M. Z. Effect of nitrogen and potassium on growth, economical yield and yield components of tomato. **Sarhad Journal of Agriculture**, v. 4, n. 27, p. 545-548, 2011.

KANT, S.; U. KAFKAFI. **Potassium and abiotic stresses in plants**. 2004. p. 233-245.

LEIHNER, D. Agronomy and Cropping Systems. In: HILLOCKS, R. J.; THRESH, J. M.; BELLOTTI, A. C. (Eds.). **Cassava: Biology, Production and Utilization**. CAB International. 2002. p. 91-113.

LOPES, A. C. **Efeito da irrigação e de épocas de colheita sobre a cultura da mandioca**. 2006. 67p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2006.

LORENZI, J. O.; OTSUBO, A. A.; MONTEIRO, D. A.; VALLE, T. L. Aspectos fitotécnicos da mandioca em Mato Grosso do Sul. In: OTSUBO, A. A.; MERCANTE, F. M.; MARTINS, C. de S. (Eds.). **Aspectos do cultivo da mandioca em Mato Grosso do Sul**. Dourados: EMBRAPA Agropecuária Oeste. 2002. 221 p.

LORENZI, J. O. Mandioca. Campinas: CATI, 2003. 110 p. (Boletim técnico, n. 245).

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. Academic Press, 3° ed, New York. 2011. p. 672.

MATTOS, P. L. P.; BEZERRA, V. S. **Cultivo da mandioca para o Estado do Amapá**, 2003. EMBRAPA Mandioca e Fruticultura. Sistemas de produção 2. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_amapa/adbacao.htm>. Acesso em: 12 dez 2013.

MEHDI, S. M.; SARFRAZ, M.; HAFEEZ, M. Response of rice advance line PB-95 to potassium application in saline-sodic soil. Pak. **Journal Biology Science**, v. 10, p. 2935-2939, 2007.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 5 ed. Kluwer Academic Publishers, the Netherlands, 2001. 849 p.

MEURER, E. J. Potássio. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 281-298, 2006.

NASSAR, N. M. A.; ORTIZ, R. A Review on Cassava improvement: challenges and impacts. **Journal of Agriculture Science**, v. 145, p. 163–171, 2007.

NGUYEN, H.; SCHOENAU, J. J.; VAN REES, K.; NGUYENAND, D.; QIAN, P. Long-term nitrogen, phosphorus and potassium fertilization of cassava influences soil chemical properties in North Vietnam. **Canadian Journal Soil Science**, v. 1, n. 81, p. 481-488, 2001.

NGUYEN, T. T. H.; WANAPAT, M.; WACHIRAPAKORN, C.; PAKDEE, P.(eds.) Effects of initial cutting and subsequent cutting on yield and chemical compositions of cassava hay and its supplementation on lactating dairy cows. In: **Proc. Agriculture Conference, Narasuan University**, Pitsanuloke, Thailand, 2002, p. 26-30.

NNODU, E. C.; EZUKILE, T. O.; ASUMUGHA, G. N. Cassava. In: IDEM, U. U. A.; SHOWEMIMO, F. A. (eds.). **Tuber and Fibre Crops of Nigeria: Principles of Production and Utilization**, xxii, v. 239. 2006. p. 22-44.

NWEKE, F. I.; SPENCER, D. D. C; LYNAM, J. K. The cassava transformation, Michigan State University Press, East Lansing, 2002.

OKAFOR, P. N. Assessment of cyanide overload in cassava consuming populations of Nigeria and the cyanide content of some cassava based foods. **African Journal of Biotechnology**, v. 7, n. 3, p. 358-361, 2004.

OLIVEIRA, N. T.; ALVES, J. M. A.; UCHÔA, S. C. P.; RODRIGUES, S. R.; MELVILLE, C. C.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; Caracterização e identificação de clones de mandioca produzidos em Roraima para o consumo *in natura*. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 5, n. 3, p. 188-193, 2011.

OLIVEIRA, N. T.; UCHÔA, S. C. P.; ALVES, J. M. A.; SEDIYAMA, T.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; SOUZA, E. D.; MELVILLE, C. C. Ácido cianídrico em tecidos de mandioca em função da idade da planta e da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira Brasília**, Brasília, v. 47, n. 10, p. 1436-1442, 2012.

OTSUBO, A. A.; LORENZI, J. O. **Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil**. Sistemas de Produção 6. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. p. 116, 2004.

PARRY, M. M.; CARVALHO, J. G.; KATO, M. S. A.; VIELHAVER, K. Estado nutricional da mandioca cultivada em diferentes épocas sob cobertura morta e duas adubações. **Revista Ciências Agrárias**, v. 43, p. 91-114, 2005.

PEREZ, P. Bancos de germoplasma garantem futuro da cultura. Associação Brasileira dos Produtores de mandioca. 2004. Disponível em: <<http://www.abam.com.br/>> – Acessado a 25 mar. 2014.

PIZETTA, N. V. Adubação de cobertura na cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cv Branca de Santa Catarina, com diferentes formas de aplicações. **Revista Ecosystema**, v.26, n.2, p.123-124, 2001.

PONCE, M. J. S. G. **Determinação cinética de cianeto livre pelo monitoramento espectrofotométrico da reação de o-dinitrobenzeno com p-nitrobenzaldeído**. Tese (Doutor em Ciências), Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). 109 p, 2004.

PONTE, C. M. A. **Épocas de colheita de variedades de mandioca**. 2008. 109p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Vitória da Conquista, 2008.

RAEMAKERS, K.; SCHREUDER, M.; SUURS, L.; FURRER-VERHORST, H.; VINCKEN, J. P.; DE VETTEN N.; JACOBSEN, E.; VISSER, R. G. F.; Improved cassava starch by antisense inhibition of granule-bound starch synthase I. **Molecular Breeding**. v. 16, p. 163–172, 2005.

SANCHEZ, T.; SALCEDO, E.; DUFOUR, D.; MORANTE, N.; DEBOUCK, D.; MORENO IX. Screening of starch quality traits in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Starch/ Starke*, V. 61, p. 12-19, 2009.

SCHWENGBER, D. R.; MOURÃO, J. R. M.; MOURA NETO, M. A. Adubação P-K de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em cerrado de Roraima. In: Encontro de pesquisa e iniciação científica, Boa Vista: UFRR, **Anais...** p. 29-30, 2002.

SCHROEDER, J. I.; ALLEN, G. J.; HUGOUVIEUX, V.; KWAK, J. M.; WANER, D. Guard cell signal transduction. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 52, p. 627 - 658, 2001.

SOHORE, D. A.; NIMLIN, G. J. Changes in Biochemical Properties of Fresh Attiéké During its Storage, **Food and Public Health**, v. 4, n. 2, p. 99-103, 2012.

SOM, D. **Hand book of Horticulture, Indian Council of Agricultural Research**, New Delhi, p. 501-504. 2007.

SOUZA, A. da S.; SOUZA, F. V. D.; SANTOS-SEREJO, J. A. dos; JUNGHANS, T. G.; PAZ, O. P. da; MONTARROYOS, A. V. V.; SANTOS, V. da S.; MORAIS, L. S. **Preservação de germoplasma vegetal, com ênfase na conservação *in vitro* de variedades de mandioca**. Cruz das Almas, BA: Embrapa mandioca e Fruticultura Tropical. 2009, (Circular Técnica nº 90).

STRECK, N.A. WEISS, A.; XUE, Q.; BAENZIGER, P. S. Improving predictions of developmental stages in winter wheat: a modified wang and Engel model. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.115, n.2-3, p.139-150, 2003.

SUSAN JOHN, K. G.; SUJA, M. N.; SHEELA, C. S.; RAVINDRA, N. Potassium: The Key Nutrient for Cassava Production, Tuber Quality and Soil Productivity - An Overview. **Journal of Root Crops**, v. 36, p. 132-144, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TAKAHASHI, M.; BICUDO, S. J. Efeito da fertilização com nitrogênio, fósforo e potássio na produção e na qualidade nutricional do material de propagação da mandioca. CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 11, 2005, Campo Grande. **Anais...** Sociedade Brasileira de Mandioca, 1. CD-Rom, 2005.

TAKAHASHI, M.; GONÇALO, S. **A cultura da mandioca**. Paranavaí, Olímpica. 2005. 116 p.

TARIQ, M.; SAEED, A.; NASIR, M.; MIAN, I.A.; AFZAL, M. Effect of potassium rates and sources on the growth performance and on chloride accumulation of maize in two different textured soils of Haripur, Hazara division. **Sarhad Journal Agriculture**, v. 3, n. 27, p. 415-422, 2011.

TAYLOR, N. J.; CHAVARRIAGA, P.; RAEMAKERS, K.; SIRITUNGA, D.; ZHANG, P. Development and application of transgenic technologies in cassava. **Plant Molecular Biology**, v. 56, p. 671-678, 2004.

TERNES, M. Fisiologia da planta. In: CEREDA, M. P. (Coord.). **Agricultura: tuberosas amiláceas latino americanas**. S. l.: Fundação Cargill, v. 2. p. 448-504, 2002.

VANLAUWE, B.; PYPERS, P.; SANGINGA, N. 2008. The Potential of Integrated Soil Fertility Management to Improve the Productivity of Cassava-based Systems. In: Cassava: Meeting of the Challenges of the New Millennium: Proceedings of the First Scientific Meeting of the Global Cassava Partnership, 2008. Ghent, Belgium. Institute of Plant Biotechnology for Developing Countries (IPBO), Ghent University, Ghent, Belgium.

WERLE, R.; GARCIA, R. A.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2297-2305, 2008.

4. ARTIGO A: CURVA DE CRESCIMENTO DE PLANTAS DE MANDIOCA SUBMETIDAS A DIFERENTES DOSES DE POTÁSSIO

4.1 RESUMO

Objetivou-se com o presente trabalho estabelecer curvas de crescimento de plantas de mandioca da cultivar Aciolina submetidas a cinco doses de potássio, cultivadas em ambiente de savana de Roraima. A cultivar Aciolina pertence à Coleção de Germoplasma de Mandioca do Departamento de Fitotecnia do CCA/UFRR. O experimento foi instalado obedecendo ao delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições em parcelas subdivididas, sendo alocadas as cinco doses de potássio (0, 30, 60, 120 e 240 kg ha⁻¹ de K₂O) na parcela e as épocas de avaliação (150, 210, 270 e 360 dias após o plantio - DAP) na subparcela. Em cada uma das épocas de avaliação foram escolhidas cinco plantas ao acaso, dentro das parcelas experimentais, para avaliação das variáveis: diâmetro do caule, altura da primeira ramificação, número de ramos da primeira ramificação, altura da planta, largura da folha, comprimento do pecíolo da folha, número de lóbulos da folha, comprimento e largura do lóbulo central da folha, relação entre comprimento do lóbulo central pela largura do lóbulo central e relação entre comprimento do pecíolo pelo comprimento do lóbulo central. Para a variável área foliar por planta, adotou-se o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Fez-se a mensuração da área foliar em sete plantas aos 90 DAP. A área foliar da planta de mandioca da cultivar Aciolina, em função de doses de potássio, é melhor expressa pela função quadrática positiva. O diâmetro do caule, altura da planta e altura da primeira ramificação apresentam comportamento linear crescente em função das doses de potássio. O número de ramos da primeira ramificação, a largura da folha, o número de lóbulos e a relação entre comprimento do lóbulo central pela largura do lóbulo central, não são afetados pelas doses de potássio. Com o avanço da idade das plantas de mandioca, a altura da planta e a altura da primeira ramificação são as únicas variáveis que apresentam crescimento linear positivo.

Palavras-chave: Épocas de avaliação. *Manihot esculenta*. Morfologia. Nutrição de plantas.

ARTICLE A: CURVE OF CASSAVA PLANT GROWTH UNDER DIFFERENT DOSES OF POTASSIUM

4.2 ABSTRACT

The objective of the present work was to establish growth curves of plants cassava cultivar Aciolina submitted to five doses of potassium, grown in Roraima savanna environment. Cultivar Aciolina belongs to Cassava Germplasm Collection of the Department of Plant Science CCA / UFRR. The experiment was completely, obeying randomized in a split plot block, with four replications, allocated to the five levels of potassium (0, 30, 60, 120 and 240 kg ha⁻¹ K₂O) in the plot and the evaluation data (150, 210, 270 and 360 days after planting - DAP) in subplot. In each of the evaluation periods five plants were chosen at random within the experimental plots to evaluate the variables: stem diameter, height of the first branch, number of branches of the first branch, plant height, leaf width, length petiole of the leaf, number leaf lobes, length and width of the central lobe, relationship between the width of the central lobe and petiole length and relationship between petiole length by the length of the central lobe. For variable leaf area per plant, adopted the randomized block design with four replications. Made to measure the leaf area in seven plants at 90 DAP. The plant leaf area of cassava cultivar Aciolina, in function of potassium doses, is best expressed by the positive quadratic function. The stem diameter, plant height and height of first branch have increased linearly in function of the potassium. The number of branches of the first branch, the sheet width, the number of lobes and the relationship between the length of the central lobe width of the central lobe are not affected by the potassium. With the advancing age of the cassava plants, plant height and height of first branch are the only variables that have positive linear growth.

Keywords: *Manihot esculenta*. Morphology. Plant nutrition. Seasons of evaluation.

4.3 INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma cultura de grande importância nos trópicos, por ser um alimento básico prontamente disponível, por sua facilidade de cultivo e a capacidade de se transformar, podendo ser armazenado como alimento para vários anos (NASSAR et al., 2009). É considerada uma cultura completa, pois suas raízes são uma valiosa fonte de carboidratos, especialmente em países onde a desnutrição é amplamente difundida, já que produz maior quantidade de energia em relação ao milho, taioba, arroz, sorgo e batata. Suas folhas são riquíssimas em proteínas, vitamina A e C, dentre outros nutrientes (CEBALLOS et al., 2004; ROJAS et al., 2007).

Em 2000, 16,8 milhões de hectares de terra foram plantados com mandioca, das quais 64% foram cultivadas pela África Subsaariana (FAO, 2010). A produção do Brasil de raízes de mandioca em 2013 foi de 21.199.305 t, tendo um decréscimo de 3.114.578 t em relação a produção de 2012 (IBGE, 2013).

No estado de Roraima, a cultura tem se mostrado promissora, principalmente para pequenos e médios produtores, onde é cultivada em 5.800 ha, com produção de 77.190 toneladas e rendimento médio de 13,309 t (IBGE, 2013). É destinada, em grande parte, ao fabrico da farinha, com predominância da farinha d'água, de textura grossa, e outra parte da produção é destinada ao consumo de mesa (mandioca mansa) e a extração artesanal da goma fresca (fécula) para tapioca.

Apesar de sua importância, a mandioca tem sido relativamente pouco estudada. Nesse sentido, é necessário aumentar as pesquisas sobre esta cultura, para que se possa melhor compreender as alterações fisiológicas, bioquímicas e produtivas ao longo do seu crescimento e desenvolvimento (ALBUQUERQUE et al., 2012).

A grande variação morfológica é um importante meio para o reconhecimento de acessos de mandioca, determinação das cultivares com certos atributos similares e identificação de materiais repetidos que receberam nomes diferentes em distintos lugares, em bancos de germoplasma (CAMPOS et al., 2010). Estes bancos que mantêm uma grande diversidade genética no Brasil ou fora dele, tem a função de diminuir a degradação de genótipos, usados em programas de melhoramento (GOMES et al., 2007). Por esta grande variabilidade genética, cada espécie têm inúmeras cultivares, porém, se essas muitas cultivares não forem apropriadamente identificadas e caracterizadas, de nada serve a manutenção da variabilidade genotípica em bancos de germoplasma (FUKUDA et al., 2005).

Segundo Ramos (2007), a caracterização morfológica pode ser usada por muitos

pesquisadores e agricultores como guia do potencial de cada um dos genótipos e ajudar na escolha do melhor material a ser usado. Dentre as características, as que mais auxiliam na diferenciação dos genótipos de mandioca são: cor do pecíolo, cor do córtex, altura do caule, produtividade de raiz, número de folhas desenvolvidas, intumescência das cicatrizes foliares e hábito de ramificação.

A altura da planta varia muito e é totalmente dependente do hábito de ramificação. Ao longo do caule são encontrados os vestígios deixados pelos pecíolos das folhas. O tamanho dos vestígios foliares, bem como a distância entre eles são aspectos que dependem da variedade, permitindo a classificação dos genótipos (CARVALHO; FUKUDA, 2006).

As folhas da mandioca são consideradas decíduas e permanecem na planta de um a três meses, dependendo da cultivar, clima e condições fitossanitárias. São formadas por pecíolo e limbo, com formato de palma, variando em comprimento, coloração, número e formato de lóbulos. Normalmente uma folha apresenta de cinco a sete lóbulos, mas há folhas que podem ter até 11 lóbulos, sendo que estes podem ser muito ou pouco estreitos e longos, além da diversidade em forma, largura, bordos, cor e comprimento (LORENZI; DIAS, 2002).

A variação no comprimento do pecíolo, assim como a sua diversidade de inclinação em relação ao caule, também são considerados na caracterização das variedades da mandioca, sendo de grande interesse taxonômico. As diferenças entre pecíolo, ficam mais evidentes com as diversas tonalidades que estes se apresentam, variando desde o verde-amarelado, verde-escuro, vermelho até o roxo (SALES FILHO, 1991).

As características vegetativas e reprodutivas podem ser influenciadas por fatores nutricionais. Dentro deste contexto o potássio é um dos nutrientes mais importantes para o crescimento das plantas de mandioca, por intensificar o desenvolvimento da parte aérea, teor de carboidratos e proteínas da planta e utilização da água, entre outros fatores que beneficiam significativamente a cultura, estando relacionado ao transporte de carboidratos na planta (GIERTH; MÄSER, 2007).

Dentre os nutrientes, o potássio é extraído em maior quantidade pela mandioca (OTSUBO; LORENZI, 2004) e sua disponibilidade para as plantas afeta a produtividade da cultura e a qualidade das ramas utilizadas no plantio, baixando a produtividade da lavoura oriunda de ramas obtidas de plantas deficientes em potássio (TAKAHASHI; BICUDO, 2005). As plantas de mandioca estão bem adaptadas a baixos níveis de P disponível (por conta de sua associação micorrízica), mas necessitam de elevados níveis de K_2O , especialmente quando desenvolvem-se em áreas continuamente cultivadas com a cultura (HOWELER et al., 2000; AYOOLA; MAKINDE, 2007).

Para Mattos e Bezerra (2003), as plantas de mandioca têm baixa resposta a adubação potássica, mas recomendam sua adubação preventiva para evitar diminuição na disponibilidade, o que pode causar danos aos próximos ciclos de plantio. Como o potássio é facilmente lixiviado em solos arenosos, em comparação a solos com maiores teores de argila, doses maiores de deste nutriente devem ser parceladas, a fim de promover maior ganho de produtividade da cultura da mandioca, que apresenta ciclo longo e crescimento lento (WERLE et al., 2008).

A necessidade das plantas de mandioca por potássio está fortemente associada a sua função na manutenção da turgescência e do potencial osmótico de células, que, no caso das células guarda, regulam a abertura de estomática, além disso, na extensão, espessura e estabilidade das paredes celulares (SCHROEDER et al., 2001).

O potássio, também, desempenha papel importante na ativação de diversas enzimas, na síntese de proteínas e no processo fotossintético (TARIQ et al., 2011), promovendo a assimilação de CO₂, além do que, altas Concentrações internas desse nutriente podem dar segurança contra eventos súbitos e extremos de natureza ambiental, como frio, geada, chuvas de final de ciclo, tensões elevadas de sal e ondas de calor (KANT; KAFKAFI, 2004; IQBAL et al., 2011). Por outro lado, o potássio promove a assimilação de CO₂, a síntese de amido e a translocação de carboidratos das folhas para os tubérculos e raízes tuberosas de culturas onde os carboidratos são o material de armazenamento principal (MENGEL; KIRKBY, 2001), em consequência a este fato, ocorre o aumento da produtividade e a melhoria da qualidade de tubérculos (MEHDI et al., 2007).

De acordo com Howeler (1996), plantas deficientes em potássio podem apresentar uma série de sintomas, tais como: plantas mais curtas, muito ramificadas, com hábito de crescimento prostrado, entrenós superiores muito curtos e prematuramente lignificados, resultando em um ziguezague da haste superior; em algumas variedades, as folhas superiores são pequenas e cloróticas, enquanto em outras, algumas folhas inferiores são amarelas com manchas pretas e necrose no bordo; durante os períodos de seca, as extremidades das folhas podem enrolar para cima, enquanto em épocas de chuva, pode haver grave pericídio devido à deficiência induzida de K por antracnose (*Colletotrichum* sp.); em muitos casos, as plantas não apresentam sintomas representativos, elas são simplesmente mais curtas e têm folhas menores do que as plantas com suprimento normal de potássio.

Segundo Silva et al. (1997) o organismo vegetal absorve mais potássio durante sua fase de crescimento vegetativo, desta forma, Vieira et al. (2012) encontraram diferenças significativas nas variáveis, altura de planta, massa fresca, massa seca e quantidade de

cápsulas em plantio de linhaça, quando aplicaram diferentes doses de K_2O durante o crescimento da planta.

Nos diferentes meios naturais, a deficiência de potássio ocorre com muita frequência, ficando na terceira posição entre todos os nutrientes. Na maioria das plantas que apresentam apenas um cotilédono, a deficiência começa afetando as células apicais e as células das bordas das folhas, logo após, ocorre necrose ao longo das margens para a base da folha (MARENCO; LOPES, 2005).

Plantas deficientes em potássio têm o crescimento reduzido, principalmente naquelas que não apresentam muitas reservas na semente ou nas plântulas (BARRETO; BEZERRA NETO, 2000). O potássio é rapidamente translocado para órgãos mais novos das plantas, demonstrando sua alta mobilidade, pois muitas vezes, encontra-se na forma solúvel, assim, quando o suprimento de potássio é baixo, ocorre à redistribuição das folhas mais velhas para as mais novas e para as regiões em crescimento. Por isto, visualmente, a deficiência de K é observada primeiro nas folhas mais velhas (MALAVOLTA, 2006).

Uma boa forma de se acompanhar o crescimento de uma planta é através da avaliação constante do tamanho, da massa e do número de suas unidades estruturais morfológicas, ao longo do tempo, e com esses dados incrementar o estudo do comportamento vegetal em diferentes condições de cultivo (BENINCASA, 2003).

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar as características morfológicas e estabelecer as curvas de crescimento das plantas de mandioca da cultivar Aciolina submetidas a cinco doses de potássio, cultivadas em ambiente da savana de Roraima.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

4.4.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na área experimental do Centro de Ciências Agrárias/Universidade Federal de Roraima – CCA/UFRR, no *Campus* Cauamé, no município de Boa Vista, Estado de Roraima – Brasil (Latitude de 2° 52' 20,7" N, Longitude 60° 42' 44,2" W e Altitude de 90 m), com irrigação complementar por aspersão. A precipitação média anual é de 1.678 mm, umidade relativa do ar de 70% e a temperatura diária entre 20 a 38 °C, sendo a média anual de 27,4 °C. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, com duas estações climáticas bem definidas, uma chuvosa (abril-setembro) e outra seca (outubro-março) (ARAÚJO et al., 2001).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Amarelo distrocoeso típico (PAdx), de textura Franco-Argilo-Arenosa e relevo suave ondulado. Estes solos são profundos, bem drenados, com sinais de erosão laminar, ausência de pedregosidade e rochividade, cuja vegetação dominante é do tipo savana parque (BENEDETTI et al., 2011). A área do experimento foi incorporada ao sistema produtivo há um ano, sendo este o segundo ano agrícola da cultura. A caracterização química e física da área estudada está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1- Características químicas e físicas do solo nas camadas de 0-20, 20-40 e 40-60 cm de profundidade, coletado antes da instalação do experimento, Boa Vista-RR

Camadas	pH H ₂ O	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	SB	CTC f	T	V	M	MO
		mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³						%		g kg ⁻¹
0-20	5,43	2,15	11,5	1,09	0,25	0,19	2,5	1,38	1,57	3,88	35,2	15,5	7,3
20-40	4,68	0,60	3,0	0,48	0,10	0,39	2,9	0,59	0,98	3,49	16,9	39,8	5,3
40-60	4,98	0,40	3,0	0,44	0,10	0,29	2,6	0,55	0,84	3,15	17,5	34,5	5,3
Camada	Areia grossa		Areia fina		Silte		Argila		Classe textural				
	g kg ⁻¹												
0-20	405		290		40		265		Franco- Argilo- Arenosa				
20-40	360		290		40		310		Franco- Argilo- Arenosa				
40-60	370		260		30		340		Franco- Argilo- Arenosa				

P e K - extrator Mehlich-1; Ca, Mg e Al - extrator KCl 1 mol L⁻¹; H + Al - Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol L⁻¹; Matéria orgânica do solo (MO) - Walkley-Black.

4.4.2 Caracterização da cultivar de mandioca

A cultivar de mandioca utilizada foi a Aciolina, por ser a mais plantada no Estado de Roraima e por apresentar o melhor conjunto de características desejáveis, tanto para o consumo *in natura* quanto para a indústria, justificando o seu intenso cultivo e comercialização (OLIVEIRA et al., 2011). Esta cultivar pertence à Coleção de Germoplasma de Mandioca do Departamento de Fitotecnia do CCA/UFRR (ALVES et al., 2009).

4.4.3 Condução do experimento em campo

Na área experimental, realizou-se a correção do solo com 400 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT 100%) visando elevar a saturação por bases a aproximadamente 55%). O calcário foi aplicado a lanço, sem incorporação. A dessecação das plantas daninhas foi realizada aos 30 dias após a correção do solo, empregou-se o produto comercial Roundup

original (princípio ativo glyphosate) na dosagem de $2,5 \text{ L ha}^{-1}$, 10 dias antes do plantio.

O plantio foi realizado em outubro de 2012, em fileiras simples, obedecendo ao espaçamento de $0,8 \times 0,8 \text{ m}$, totalizando 15.625 plantas por hectare. Foram utilizadas manivas pré-enraizadas (estacas), medindo 20 cm, colocadas na posição horizontal em covas abertas manualmente, por meio de enxada, numa profundidade de 10 cm, aproximadamente, sendo adubadas com calcário dolomítico (400 kg ha^{-1} – PRNT 100%), 80 kg ha^{-1} de P_2O_5 (fonte - superfosfato simples), $1/4$ da recomendação de N, 50 kg ha^{-1} de N (fonte - uréia), e $1/3$ da recomendação de K_2O (fonte - cloreto de potássio). Para o potássio a recomendação variou conforme as doses estabelecidas para cada tratamento. O restante da recomendação de K_2O foi aplicado parcelado em duas coberturas, aos 30 e 60 DAP, e o N em três coberturas, aos 30, 60 e 270 DAP. A recomendação de calcário, N, P e micronutrientes foram realizadas com base na análise do solo e de acordo com Oliveira (2012).

Durante a condução do experimento foram realizados capinas manuais sempre que necessário, com uso de enxadas para o controle das plantas daninhas, levando-se em consideração o período crítico de competição à interferência entre 30 e 75 dias após a emergência – DAE (ALBUQUERQUE et al., 2008). As pragas que ocorreram no desenvolvimento da cultura foram identificadas e controladas, fazendo-se uso do produto químico Vertimec conforme recomendação dos fabricantes.

4.4.4 Delineamento experimental e variáveis analisadas

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com quatro repetições em parcelas subdivididas, sendo alocadas as cinco doses de potássio (0, 30, 60, 120 e 240 kg ha^{-1} de K_2O) nas parcelas e as quatro épocas de avaliação (150, 210, 270 e 360 DAP) nas subparcelas. Para a variável área foliar adotou-se o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, sendo coletadas em sete plantas por parcela, aos 90 DAP e mensuradas por meio do equipamento CI 202 Portable Laser – Leaf Area Mester – Bio-Science.

A parcela experimental foi constituída por nove fileiras simples de mandioca com 8,0 metros de comprimento e 6,4 metros de largura, contendo 11 plantas (perfazendo um total de 99 plantas por parcela).

Em cada uma das épocas de avaliação foram escolhidas cinco plantas ao acaso, dentro das parcelas experimentais, para a coleta de dados das variáveis do experimento.

As variáveis analisadas nas quatro épocas foram: diâmetro do caule (diâmetro do caule nos primeiros 10 cm do nível do solo, em mm), altura da primeira ramificação (do nível do

solo até a primeira divisão, em cm), número de ramos da primeira ramificação (NR1^a), altura da planta (do nível do solo até o nível do dossel da planta, em cm); largura da folha (largura da quinta folha, do ápice para baixo, do ramo mais desenvolvido, entre as extremidades dos dois lóbulos externos da folha, em cm); comprimento do pecíolo da folha (comprimento do pecíolo da base da inserção com o caule até o bordo foliar basal, em cm); número de lóbulos da folha (número de lóbulos da quinta folha, do ápice para baixo, do ramo mais desenvolvido); comprimento e largura do lóbulo central da folha (comprimento e largura do lóbulo da quinta folha, do ápice para baixo, do ramo mais desenvolvido, em cm); relação entre comprimento do lóbulo central pela largura do lóbulo central (CL/LL) e relação entre comprimento do pecíolo pelo comprimento do lóbulo central (CP/CL).

4.4.5 Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão, a 5% de probabilidade, empregando o programa SISVAR (FERREIRA, 2003). Selecionou-se o melhor modelo para expressar o efeito das doses de potássio sobre as variáveis avaliadas. O modelo, para cada variável, foi selecionado ao se considerar a significância dos coeficientes dos parâmetros e o maior valor do R² (ALVAREZ; ALVAREZ, 2006). O teste t foi utilizado para testar os coeficientes da regressão, a 5% de probabilidade.

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o resumo da análise de variância apresentada na Tabela 2, pode-se verificar que as doses de potássio influenciaram significativamente, a 0,1% de probabilidade pelo teste F, a variável área foliar por planta.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância da área foliar por planta (cm²) de mandioca (cv. Aciolina), em função de doses de potássio, aos 90 dias após plantio na savana de Roraima

F.V.	G.L.	Quadrado médio
		Área foliar
Bloco	3	40.871,4
Doses de K ₂ O	4	262.784,6 ^{***}
Erro	12	3.610,2
Total	19	
C.V. (%)		4,97

^{ns}, ***- Não significativo, significativo a 0,1% de probabilidade pelo teste F.

Como pode ser observado na Figura 1, a área foliar por planta de mandioca “cv. Aciolina” em função de doses de potássio foi melhor modelada por uma função quadrática positiva. Sendo que a maior área foliar observada ($1.528,28 \text{ cm}^2$) foi encontrada no nível de $163,33 \text{ kg ha}^{-1}$ de K_2O , com incremento de $680,28 \text{ cm}^2$ de área foliar em relação ao tratamento sem aplicação de potássio.

Conforme relatado por Severino et al. (2004), a capacidade que as plantas tem de fazer fotossíntese está diretamente relacionada com sua área foliar, dependendo tanto da cobertura do solo quanto da habilidade de competição entre os vegetais de uma mesma área de plantio.

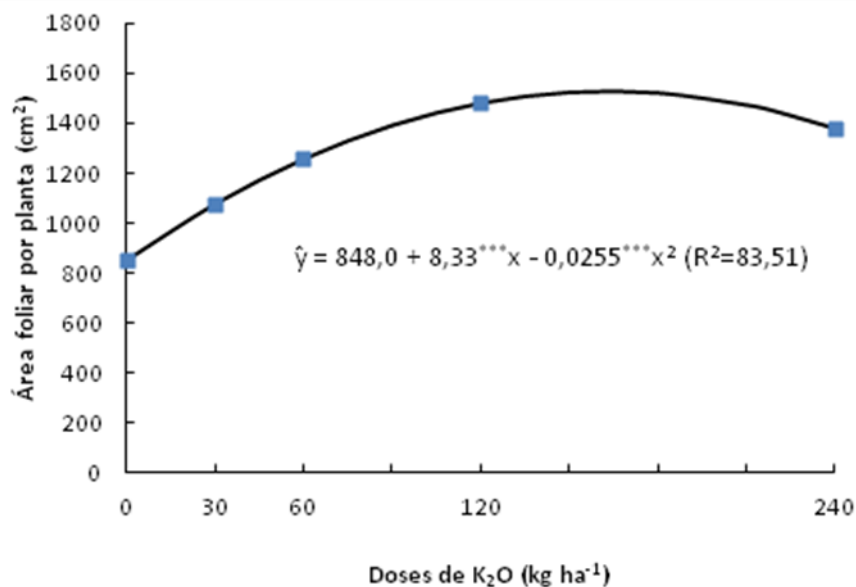


Figura 1- Área foliar (cm^2) por planta de mandioca (cv. Aciolina), em função das doses de K_2O , aos 90 dias após plantio, Boa Vista-RR.

Nas doses 30 , 60 e 120 kg ha^{-1} de K_2O , os valores de área foliar ($1.074,95$; 1.256 e $1.480,40 \text{ cm}^2$, respectivamente) apresentaram uma relação crescente com esses níveis de potássio, sendo que na dose 240 kg ha^{-1} de K_2O houve redução de $149,88 \text{ cm}^2$ de área foliar em relação ao valor máximo registrado (Figura 1).

Prado et al. (2004), trabalhando com a cultura do maracujá, sob diferentes níveis de adubação potássica, observaram que a aplicação de potássio interferiu de forma quadrática o desenvolvimento da cultura, visto que houve decréscimo de área foliar quando o potássio foi aplicado na dose de 300 mg dm^{-3} . Este elemento está envolvido com diversas atividades enzimáticas, principalmente com as funções que envolvem a síntese das moléculas de

clorofila (TAIZ; ZEIGER, 2013).

A forma de aplicação do potássio vai depender do seu teor disponível no solo, da textura, da espécie vegetal e da quantidade a ser aplicada. Em alguns casos, como no presente trabalho onde utilizou-se altas doses de K_2O e para os solos arenosos, que tem baixa capacidade de troca de cátions (CTC), a adubação potássica necessita ser dividida em duas aplicações. A aplicação de doses superiores a 80 a 100 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O pode interferir na germinação e, como consequência no crescimento inicial da planta (VILELA et al., 2004), o que não foi verificado pelos resultados do presente trabalho.

De acordo com o resumo da análise de variância apresentada na Tabela 3, observa-se efeito significativo a 5% de probabilidade pelo teste F para o efeito simples de doses de potássio para a variável diâmetro do caule, e a 1% para os efeitos simples de doses de potássio e épocas de avaliação para variável altura da primeira ramificação. Os efeitos simples de doses de potássio e épocas de avaliação, bem como, a interação entre os fatores em estudo foram significativos a 0,1% para a variável altura da planta. Apenas a variável número de ramos da primeira ramificação não foi influenciada significativamente pelos fatores em estudo, com média de 2,31 ramificações por planta. Schons et al. (2007), estudando a estrutura física de plantas de mandioca, perceberam que durante a fase de desenvolvimento de variedades que possuem caule simpodial, existe a formação constante de ramificações de primeira e segunda ordem.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância do diâmetro do caule (mm), altura da primeira ramificação (cm), número de ramos da primeira ramificação (NR1^a) e altura da planta (cm) de mandioca (cv. Aciolina), em função de doses de K_2O e épocas de avaliação, em dias após o plantio (DAP), Boa Vista-RR

F.V.	G.L.	Quadrado médio			
		Diâmetro do Caule (mm)	Altura da 1 ^a Ramificação (cm)	NR1 ^a	Altura da Planta (cm)
Bloco	3	21,22 ^{ns}	809,85 ^{ns}	0,127 ^{ns}	511,81 ^{ns}
Doses de K_2O (DK ₂ O)	4	85,91 [*]	2570,37 ^{**}	0,3212 ^{ns}	22487,92 ^{***}
Erro 1	12	16,88	283,55	0,241	1703,31
Épocas de Avaliação (DAP)	3	13,32 ^{ns}	348,09 ^{**}	0,247 ^{ns}	68212,81 ^{***}
DK ₂ O x DAP	12	10,55 ^{ns}	114,42 ^{ns}	0,186 ^{ns}	561,41 ^{***}
Erro 2	365	6,36	84,45	0,253	198,66
Total	399				
C.V. 1 (%)		14,70	18,01	19,57	21,92
C.V. 2 (%)		9,02	9,83	20,05	7,49
Média Geral		-	-	2,51	-

^{ns}, *, **, ***- Não significativo, significativo a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade pelo teste F.

O diâmetro de caule teve aumento linear em função das doses de potássio, independentemente da época de avaliação. Os incrementos em diâmetro por kg de K_2O aplicado foi de 0,00927 mm. A dose máxima estudada encontra-se subestimada para a planta atingir seu potencial genético. Dentro do espaço experimental estudado, o maior diâmetro de caule foi de 29,36 mm na dose 240 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O , com incremento de 2,27 mm em relação ao tratamento sem aplicação de K (Figura 2).

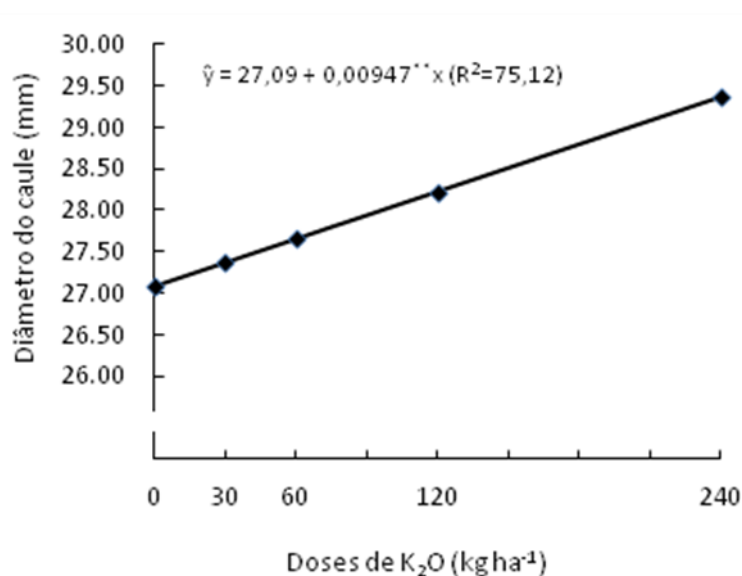


Figura 2- Diâmetro do caule (mm) da planta de mandioca (cv. Aciolina) em função das doses de K_2O , Boa Vista-RR.

Rós-Golla et al. (2010), estudando a emergência e desenvolvimento inicial de plantas de mandioca obtidas de manivas com diferentes diâmetros observaram que a utilização de manivas com diâmetros entre 1,8 e 3,0 cm proporcionou estandes mais homogêneos e plantas mais vigorosas.

Em experimentos realizados por Silva et al. (2011), fica claro a importância do diâmetro das manivas para a escolha do material de propagação. Quando manivas foram selecionadas para a propagação vegetativa, verificou-se que mesmo com essa seleção, houve uma alta variabilidade no material de propagação, isso ocorreu pelo fato da modificação no diâmetro no sentido base/ápice, o que acarretou na alteração da quantidade de reservas presentes nas manivas.

A variável altura da primeira ramificação apresentou um crescimento linear crescente em função das doses de K_2O (Figura 3A), sendo observada altura máxima da primeira

ramificação de 100,8 cm na dose de 240 kg ha⁻¹ de K₂O, e a menor altura de ramificação (88,8 cm) foi verificada na ausência de potássio. A obtenção de maiores alturas da primeira ramificação podem ser atribuídas a maior taxa de crescimento vegetativo do caule proporcionada pelas doses de K₂O.

Rós et al. (2011) observaram que cultivares de mandioca mais ramificadas apresentaram um menor rendimento, em espaçamentos mais adensados, pois necessitavam de mais espaço para que suas ramas se desenvolvessem, dessa forma, não puderam expressar sua força máxima de produção pelos fotoassimilados absorvidos, além de influenciar na mecanização da cultura.

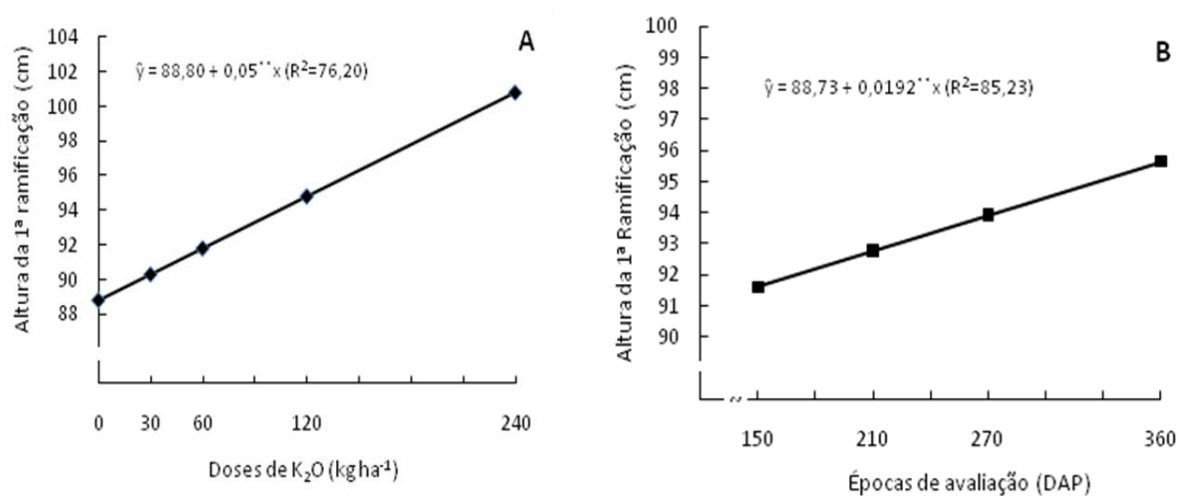


Figura 3 – Altura da primeira ramificação (cm) da planta de mandioca (cv. Aciolina) em função das doses de K₂O (A), e em função das épocas de avaliação em dias após o plantio (DAP) (B), Boa Vista-RR.

Na Figura 3B, verifica-se que houve efeito linear crescente da altura da primeira ramificação em função das épocas de avaliação, com incrementos de 0,0192 cm kg⁻¹ de K₂O e alcançando altura de 95,52 cm aos 360 DAP. Esse modelo pressupõe que nas condições do estudo a planta não definiu a fase vegetativa e a fase de acúmulo de reservas, as mesmas se deram simultaneamente. Além disso, o comprimento das ramificações influencia diretamente no número de folhas da planta (GRAY, 2000).

A ausência de limite entre fase vegetativa e de acúmulo na cv. Aciolina tem relação com o ambiente e a fertilidade do solo. A Figura 3A demonstra que o aumento na disponibilidade do K favoreceu o crescimento vegetativo linear crescente para a primeira ramificação.

Para Ritchel et al. (2004), o tipo de ramificação de uma planta de mandioca, seja lateral ou reprodutiva, é importante para a determinação da sua altura, sendo variável com as

cultivares. Em algumas, a haste se divide até certa altura em duas, três ou mais ramificações. A fertilidade do solo, indiretamente afeta esta característica, já que em solos de baixa fertilidade, as plantas mais ramificadas diminuem o tamanho dos ramos (CARVALHO; FUKUDA, 2006).

No desdobramento da interação entre os fatores estudados, verifica-se que houve efeito linear crescente das épocas de avaliação na altura da planta dentro de cada nível de adubação com K₂O (Figura 4).

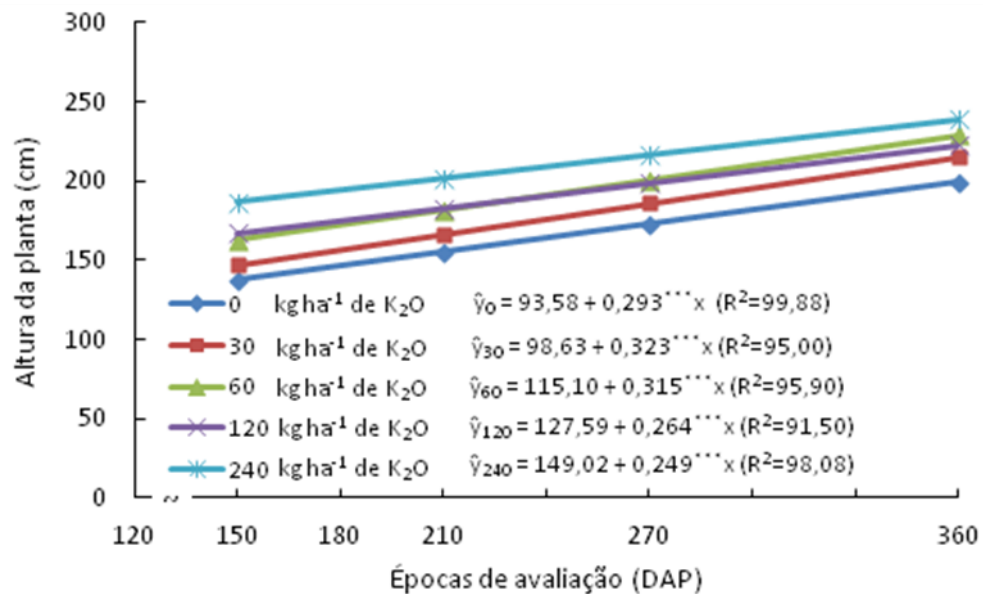


Figura 4- Altura da planta (cm) de mandioca (cv. Aciolina) em função das épocas de avaliação em dias após o plantio (DAP), dentro das doses de K₂O, Boa Vista-RR.

O crescimento em altura da cv. Aciolina se deu em todos os níveis de adubação com potássio, indicando que o baixo teor de K não foi restritivo ao crescimento da planta em altura, corroborando com relatos da literatura sobre a tolerância da planta a baixos níveis de fertilidade (EL-SHARKAWY, 2012). No entanto, a ausência da adubação com potássio determinou plantas de menor porte. Aos 150 DAP as plantas que não receberam adubação potássica se diferenciavam das que receberam o maior nível de K₂O em 48,84 cm. Isso demonstra que a tolerância da planta a baixa fertilidade deprime a expressão fenotípica que por sua vez afeta a capacidade produtiva da cultura. Pois já é conhecido que o potássio é importante na fase de crescimento de qualquer vegetal, pois participa de inúmeros processos celulares (COSTA et al., 2001; MARENCO; LOPES, 2005). Logo, é esperado que a altura das plantas que receberam doses adequadas de potássio seja linearmente superior às plantas que

não receberam este nutriente.

Em experimentos realizados por Albuquerque et al. (2009), ao caracterizar 10 cultivares de mandioca de mesa aos 390 dias após o plantio em Roraima, constataram que as alturas das plantas variaram de 133 a 262 cm. Já Otsubo et al. (2007), trabalharam com sete cultivares de mandioca no município de Dourados - MS, e puderam observar que as plantas com as maiores alturas, também foram as que tiveram a maior produção de parte aérea, mostrando que existe uma relação direta entre essas duas características. O que pode ser confirmado por Chaib et al. (2008), os quais observaram que a altura está relacionada com a disponibilidade da planta de produzir manivas sementes, além da possibilidade de que a parte aérea seja utilizada na alimentação animal, como forragem.

Não há nenhum indício que afirme qual a melhor altura para plantas de mandioca, porém, sabe-se que plantas mais altas favorecem a realização de alguns tratamentos culturais e colheita. Por outro lado, plantas maiores são mais suscetíveis ao acamamento, dificultando o processo de colheita, pois a altura está relacionada à produção de parte aérea e raiz (GOMES et al., 2007).

De acordo com o resumo da análise de variância (Tabela 4), observa-se efeito significativo ($p \geq 0,01$) para épocas de avaliação para todas as variáveis em estudo. O efeito médio de doses de K_2O foi significativo a 5% para as variáveis largura da folha e largura do lóbulo, e a 1% para comprimento do lóbulo. A interação entre os fatores foi significativa, apenas para a variável comprimento do pecíolo, a 1%, sendo desdobrado para cada dose de K_2O .

Tabela 4 - Resumo da análise de variância da largura da folha (cm), comprimento do pecíolo da folha (cm), número de lóbulos da folha, comprimento e largura do lóbulo central da folha (cm) de mandioca (cv. Aciolina) em função de doses de K₂O e épocas de avaliação, em dias após o plantio (DAP), Boa Vista-RR

F.V.	G.L.	Quadrado médio				
		Largura da folha	Comprimento do pecíolo	Nº de lóbulos	Comprimento do lóbulo	Largura do lóbulo
Bloco	3	0,189 ^{ns}	16,74 ^{ns}	2,34 ^{ns}	9,22 ^{ns}	0,189 ^{ns}
Doses de K ₂ O (DK ₂ O)	4	1,685 [*]	17,57 ^{ns}	4,08 ^{ns}	14,98 ^{**}	1,685 [*]
Erro 1	12	0,337	7,08	2,10	2,67	0,337
Épocas de Avaliação (DAP)	3	21,875 ^{***}	560,34 ^{***}	80,28 ^{***}	334,44 ^{***}	21,88 ^{***}
DK ₂ O x DAP	12	0,556 ^{ns}	16,96 ^{**}	0,46 ^{ns}	3,44 ^{ns}	0,556 ^{ns}
Erro 2	365	0,341	5,25	0,96	3,14	0,341
Total	399					
C.V. 1 (%)		18,03	23,63	31,36	15,13	18,03
C.V. 2 (%)		18,14	20,33	21,14	16,42	18,14
Média Geral		-	-	4,63	-	-

^{ns}, ^{*}, ^{**}, ^{***}- Não significativo, significativo a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade pelo teste F.

Na Figura 5 são apresentados os valores para a variável largura da folha. Observa-se que as doses de potássio não favoreceram ganhos significativos na largura da folha, com média de 15,73 cm, independente da dose de K₂O aplicada (Figura 5A). No entanto, a largura da folha foi melhor ajustada pelo modelo quadrático negativo em função das épocas de avaliação (Figura 5B).

Na primeira época de avaliação, aos 150 DAP, foi registrada a maior largura da folha de plantas de mandioca cv. Aciolina (17,67 cm), essa data coincide com o maior desenvolvimento da parte vegetativa das plantas, pois a partir desta época houve queda na largura, chegando aos 255,55 DAP com a menor largura da folha (13,66 cm). Quando a última cobertura de adubação com N foi realizada, aos 270 DAP, houve novamente o crescimento da largura foliar, até a última época de avaliação, quando a largura chegou a 17,59 cm (Figura 5B).

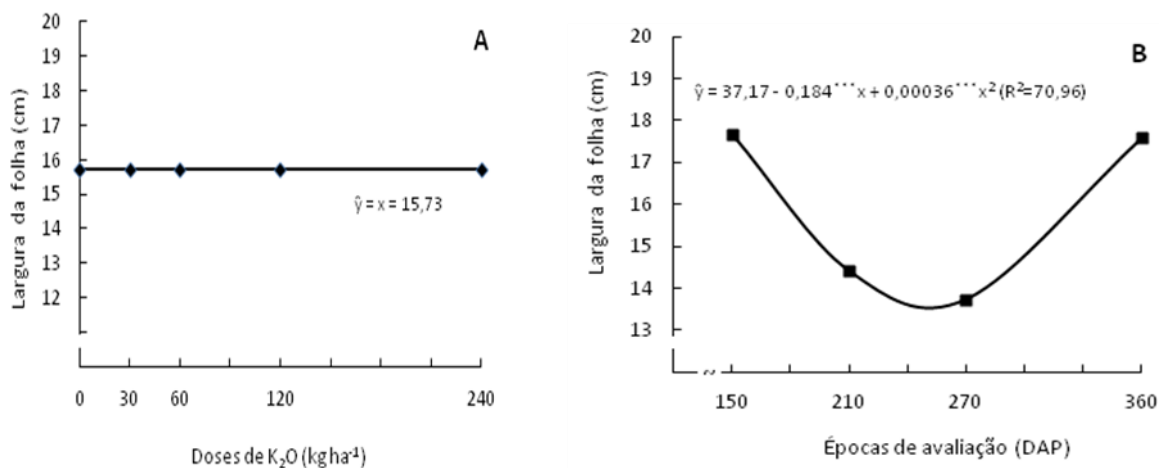


Figura 5 - Largura da folha (cm) da planta de mandioca (cv. Aciolina) em função das doses de K₂O (A), e em função das épocas de avaliação em dias após o plantio (DAP) (B), Boa Vista-RR.

A mudança de comportamento na curva de resposta da largura da folha aos 270 DAP, coincidindo com a época da aplicação da última parcela da dose de nitrogênio, pressupondo-se que a limitação da disponibilidade de N, entre 60 e 270 DAP, interferiu na maximização da eficiência da adubação potássica para variáveis relacionadas a folha. Constata-se esse efeito limitador na área foliar, cujo modelo quadrático foi o que melhor expressou a relação dessa variável com doses de K₂O (Figura 1) na largura da folha (Figura 5A) e para comprimento do pecíolo (Figura 6). Já é explicitado na literatura a importância do nitrogênio para o crescimento e desenvolvimento das folhas nos organismos vegetais, já que sua deficiência inibe o crescimento, provocando clorose e senescência das folhas mais velhas (PRADO, 2008).

Segundo Sales Filho (1991), umas das características taxonômicas de maior importância para caracterizar variedades, é a forma de uma folha, em seus aspectos gerais. O formato da folha, incluindo a largura, influencia a translocação de fotoassimilados na planta, pois revela os principais drenos com o passar da idade da planta. Para Falqueto et al. (2009), o crescimento das folhas, e conseqüentemente, o aumento da massa foliar, demonstram que as folhas em desenvolvimento recebem mais fotoassimilados, pois estão incluídas no grupo de drenos metabólicos, ao longo do desenvolvimento da planta, estas folhas passam a ser fontes, refletindo na mobilização de compostos fotoassimilados para outras partes da planta.

A Figura 6 apresenta os valores para comprimento do pecíolo de plantas de mandioca em função das épocas de avaliação. Pelo desdobramento das doses dentro das épocas obteve-se resposta quadrática negativa para os diferentes níveis de K₂O estudados.

Independentemente da dose o comprimento do pecíolo diminuiu no intervalo de 253 a 295 DAP. A partir desse intervalo o comprimento do pecíolo volta a crescer, decorrente, provavelmente, pela adubação nitrogenada realizada aos 270 DAP. Observa-se, ainda, que até 270 DAP há pouca distinção entre os níveis de K_2O , sendo mais evidenciado o comportamento das doses a partir dos 270 DAP, sobretudo na dose 30 kg ha^{-1} de K_2O , reforçando as evidências que a disponibilidade de N pela aplicação do último parcelamento da dose de N impulsionou um novo ciclo de crescimento da planta.

Esses resultados conduzem a questões sobre parcelamento de adubos, que em geral se restringem a fase inicial do desenvolvimento das culturas, não considerando o tamanho do ciclo. No caso da mandioca, fica evidenciado a necessidade de prever adubações ao longo de todo ciclo já que a fase vegetativa e de acúmulo, para as condições do estudo, se dão simultaneamente. O pecíolo tem diversos comprimentos e formas, sendo mais comuns as formas com inclinação para cima, horizontal, inclinada para baixo e irregular. Esta distinção entre formas e comprimentos, são características de grande importância para a caracterização de variedades (CARVALHO; FUKUDA, 2006).

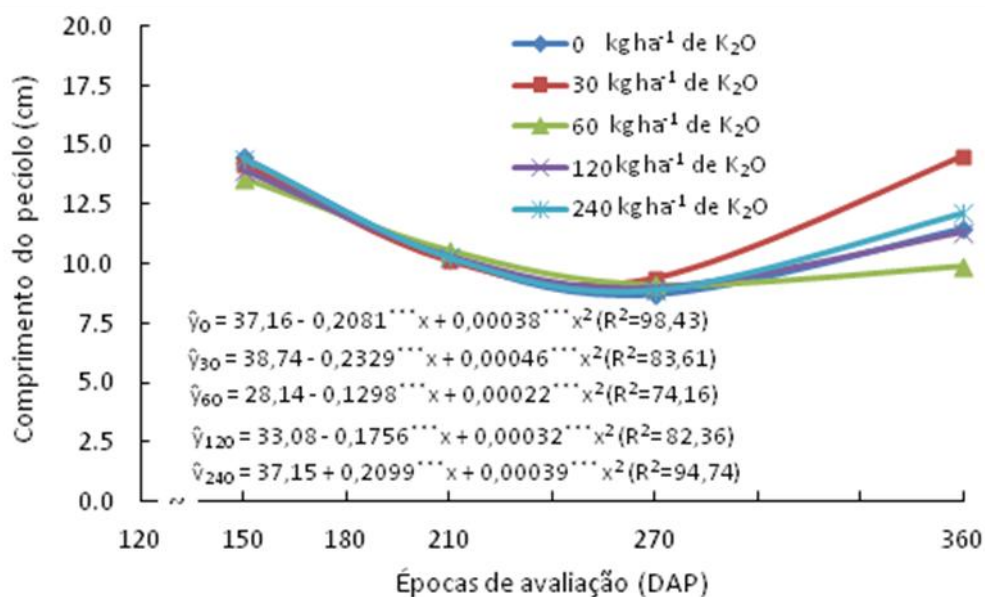


Figura 6- Comprimento do pecíolo (cm) da folha de mandioca (cv. Aciolina) em função das épocas de avaliação em dias após o plantio (DAP), dentro das doses de K_2O , Boa Vista-RR.

A variável número de lóbulos por folha não foi influenciada pelas doses de potássio, com média de 4,63 lóbulos por folha (Figura 7A). De acordo com Leitão Filho (1970) o número de lóbulos, é uma característica das plantas de mandioca que varia pouco, mas é

importante para os estudos que envolvem caracterização botânica, para isso, deve-se incluir a classificação morfológica do formato do lóbulo, visto que a forma das folhas são influenciadas por diversos fatores, entre eles, fatores climáticos.

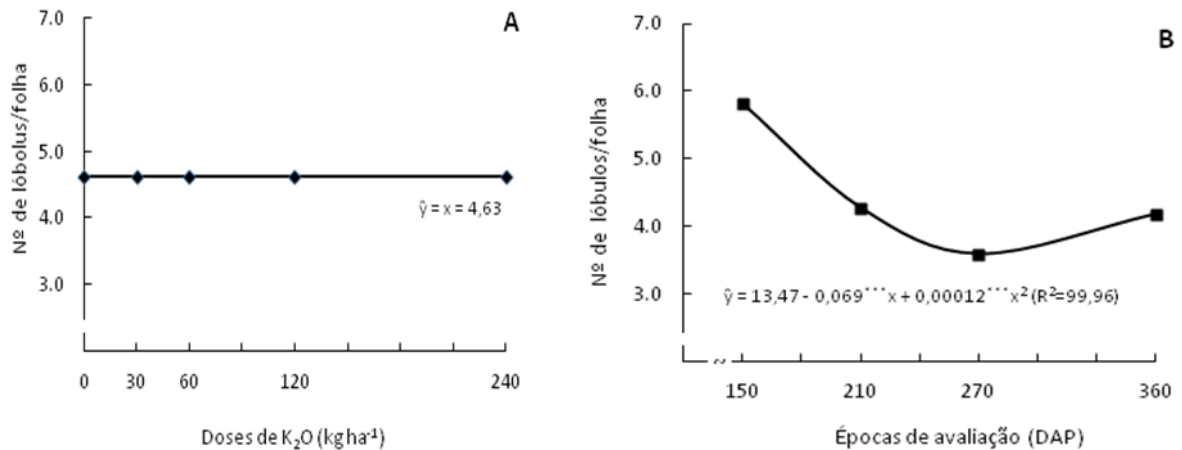


Figura 7- Número de lóbulos por folha da planta de mandioca (cv. Aciolina) em função das doses de K₂O (A), e em função das épocas de avaliação em dias após o plantio (DAP) (B), Boa Vista-RR.

O número de lóbulos por folha de mandioca da cv. Aciolina em função das épocas de avaliação foi melhor representada por uma função quadrática negativa (Figura 7B). O maior número de lóbulos (5,82) ocorreu aos 150 DAP e o menor número de lóbulos (3,55) se deu aos 287,5 DAP. A partir daí houve um ligeiro aumento no número de lóbulos em virtude, provavelmente, pela adubação nitrogenada em cobertura.

Segundo Oliveira (2011) o lóbulo foliar da mandioca é uma característica que auxilia e contribui para o favorecimento do processo fotossintético, pois com um número maior de lóbulos ocorre o aumento da superfície de absorção da luz para a fotossíntese. Esse número é muito variável, e o seu quantitativo depende bastante de fatores ambientais, principalmente da umidade, observando que o limbo da folha de mandioca origina de 3 a 11 lóbulos (SALES FILHO, 1991).

Como observado na Figura 8A, o comprimento do lóbulo central da mandioca, cv. Aciolina em função de doses de potássio, apresentou resposta linear decrescente, sendo para cada kg ha⁻¹ de K₂O adicionada houve uma redução de 0,004 mm no comprimento do lóbulo central. Esses resultados, se comparados as variáveis área foliar, diâmetro do caule e altura da planta (Figuras 1, 2 e 4) podem levar a pressupor que adubação potássica estimulou o crescimento em porte da planta (altura, diâmetro e número de folhas) em detrimento do crescimento da folha. Essa restrição ao crescimento da folha é alterada pelo último

parcelamento de N aos 270 DAP (Figura 8B). Por volta dos 270 DAP, observa-se pela Figura 8B que é impulsionado o crescimento para esta variável, fortalecendo a hipótese que o nível nutricional até 270 dias foi direcionado ao porte da planta. A maior disponibilidade de N, a partir dos 270 DAP inicia um novo ciclo de crescimento para folha.

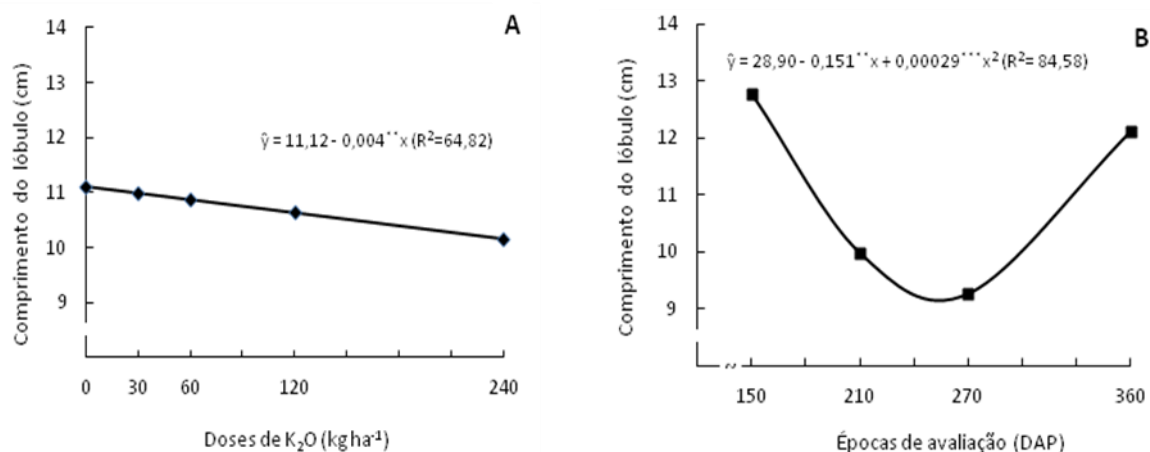


Figura 8 - Comprimento de lóbulo central (cm) da folha de mandioca (cv. Aciolina) em função das doses de K₂O (A), e em função das épocas de avaliação em dias após o plantio (DAP) (B), Boa Vista-RR.

Albuquerque et al. (2009), estudando a caracterização morfológica e agrônômica de 10 clones de mandioca no Estado de Roraima, em duas épocas de avaliação, encontraram variação do comprimento do lóbulo de 11,07 a 19,78 cm, medido aos 210 DAE, valores superiores aos encontrados neste estudo até os 360 DAP.

Para a variável largura do lóbulo central da folha (LLCF) não houve interação entre os fatores, sendo estudado o efeito médio de cada fator. Constata-se por meio das Figuras 9A e 9B o mesmo padrão de resposta observado nas variáveis anteriores, relacionadas com a folha. O aumento das doses de K₂O diminui linearmente o crescimento da LLCF, enquanto que para as épocas de avaliação estudadas, o comportamento dessa variável é descrito por modelo quadrático negativo. Reforçando a hipótese que as doses de K₂O estimularam o crescimento do porte da planta em detrimento do tamanho da folha.

Por outro lado, lóbulos foliares com formas mais estreitas, colaboram para que haja menor sombreamento entre as folhas, facilitando a distribuição e utilização dos raios solares para a fotossíntese. Além de que as cultivares de lóbulos mais estreitos ou intermediários alcançam uma produção mais elevada quando comparadas com cultivares de lóbulos largos (WILLIAMS; GHAZALI, 1969).

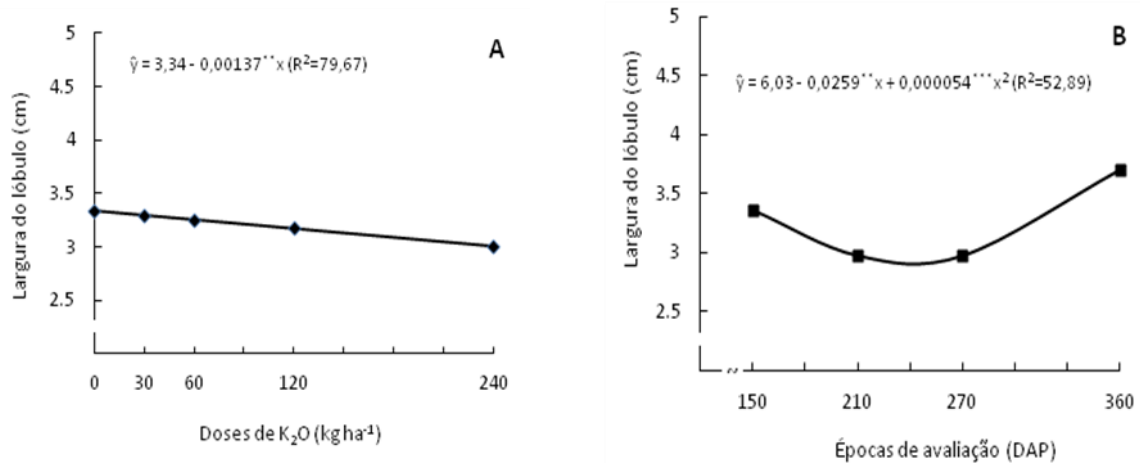


Figura 9- Largura do lóbulo central da folha (cm) de mandioca “cv. Aciolina” em função das doses de K₂O, e em função das épocas de avaliação em dias após o plantio (DAP) (B), Boa Vista-RR.

A Tabela 5 apresenta o resumo da análise de variância para a relação entre o comprimento do lóbulo central pela largura do lóbulo central e para a relação entre comprimento do pecíolo pelo comprimento do lóbulo central da folha de mandioca cv. Aciolina. Observa-se efeito significativo a 0,1% de probabilidade para os efeitos simples de épocas de avaliação para ambas as variáveis, bem como para a interação entre os fatores doses de potássio e épocas de avaliação para a relação comprimento do pecíolo pelo comprimento do lóbulo central da folha de mandioca, cv. Aciolina. O efeito simples das doses de potássio não foi significativo para nenhum dos fatores em estudo.

Tabela 5 - Resumo da análise de variância da relação entre comprimento do lóbulo central pela largura do lóbulo central (CL/LL) e relação entre comprimento do pecíolo pelo comprimento do lóbulo central (CP/CL) da folha de mandioca (cv. Aciolina), em função de doses de K₂O e épocas de avaliação, em dias após o plantio (DAP), Boa Vista-RR

C.V.	GL.	Quadrado médio	
		CL/LL	CP/CL
Bloco	3	2,17 ^{**}	0,046 ^{ns}
Doses de K ₂ O (DK ₂ O)	4	0,211 ^{ns}	0,0308 ^{ns}
Erro 1	12	0,289	0,0223
Épocas de Avaliação (DAP)	3	11,553 ^{***}	0,3673 ^{***}
DK ₂ O x DAP	12	0,5358 ^{ns}	0,0751 ^{***}
Erro 2	365	0,3048	0,0186
Total	399		
C.V. 1 (%)		15,76	14,34
C.V. 2 (%)		16,20	13,10

^{ns}, ^{**}, ^{***}- Não significativo, significativo a 1% e 0,1% de probabilidade pelo teste F.

A relação entre comprimento do lóbulo central pela largura do lóbulo central da folha de plantas de mandioca da cv. Aciolina não foi influenciada pelas doses de K, com média de 3,41 (Figura 10A). Valores semelhantes para esta variável foram encontrados por Barbosa (2013), obtendo média de 3,81.

A relação entre CL/LL em função das épocas de avaliação foi melhor descrita por um modelo quadrático negativo (Figura 10 B). O valor mínimo da relação (2,93) se deu aos 308,82 DAP e o valor máximo (3,78) foi obtido aos 150 DAP. Conforme Ledo (2011), quanto maior a relação entre comprimento/largura do lóbulo central da folha de mandioca maior a taxa fotossintética e conseqüentemente maior produção de raízes. Porém, para condições diferenciadas entre plantas, como diferentes níveis de disponibilidade de K_2O , é possível que a importância desta relação seja diminuída em favor de outras variáveis que redundem no porte geral da planta.

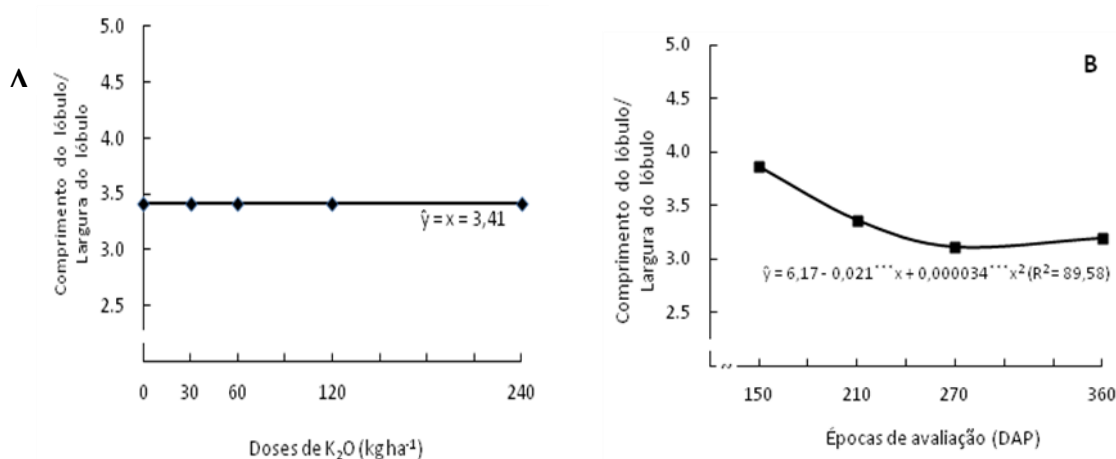


Figura 10- Relação entre comprimento do lóbulo central pela largura do lóbulo central da folha de mandioca (cv. Aciolina) em função das doses de K_2O (A), e em função das épocas de avaliação em dias após o plantio (DAP) (B), Boa Vista-RR.

Na relação entre o comprimento do pecíolo (CP) e o comprimento do lóbulo central (CLC) de plantas de mandioca da cv. Aciolina em função das épocas de avaliação, observa-se que no desdobramento das doses destacaram-se dois modelos, quadrático negativo (Doses 0 e 30 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O) e linear decrescente para as demais doses (Figura 11). O modelo linear para as maiores doses de K_2O é um indicador claro de um desbalanço entre N e K.

Os tratamentos com as doses 0, 60, 120 e 240 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O apresentaram os maiores valores da relação entre comprimento do pecíolo pelo comprimento do lóbulo central da folha de mandioca aos 150 DAP, com valores de 1,07; 1,09; 1,15 e 1,20, respectivamente. Aos 237,5 e 295 DAP, as doses 30 e 240 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O , respectivamente, obtiveram valor igual

(0,99) para a relação comprimento do pecíolo pela largura do lóbulo.

Na última época de avaliação, aos 360 DAP, a única dose que apresentou valor mais alto, quando comparado com as outras épocas de avaliação foi a dose 30 kg ha⁻¹ de K₂O, que obteve um máximo de 1,17, influenciada pela aplicação de N em cobertura aos 270 DAP. Percebe-se que os valores da relação entre comprimento do pecíolo pelo comprimento do lóbulo central da folha de mandioca na dose mais alta de K (240 kg ha⁻¹) também sofreram influência positiva após a aplicação de N em cobertura aos 270 DAP, o que não aconteceu com as outras doses de K, que apresentaram efeito linear decrescente com o passar das datas de avaliação.

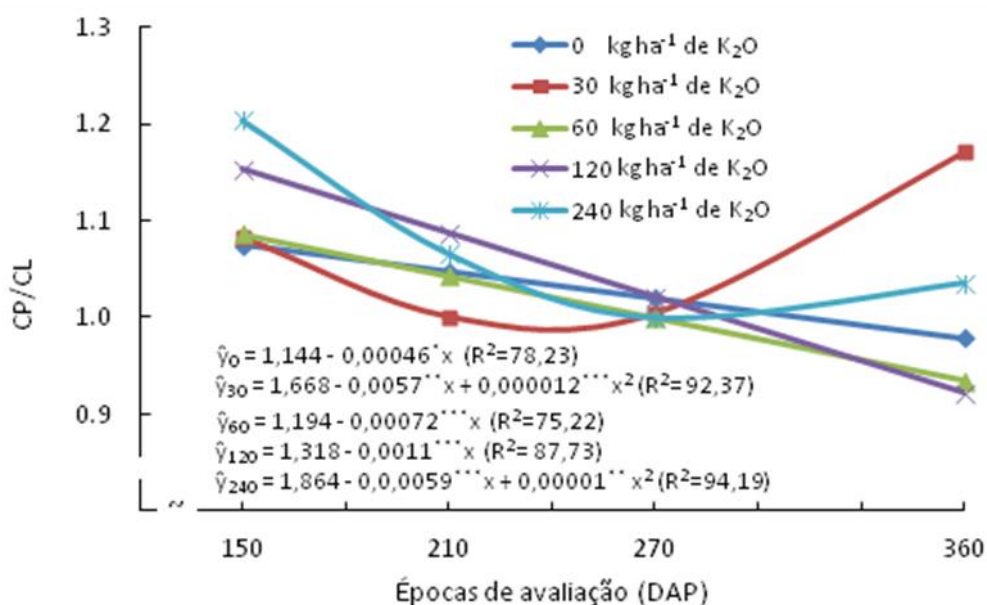


Figura 11- Relação entre comprimento do pecíolo pelo comprimento do lóbulo central da folha de mandioca (cv. Aciolina) em função das épocas de avaliação, dias após o plantio (DAP), nos níveis de K₂O (0, 30, 60, 120 e 240 kg ha⁻¹), Boa Vista-RR.

Alves et al. (2013), avaliando o comprimento do pecíolo e do lóbulo central da folha de mandioca, ao longo das datas de coleta sob diferentes doses de nitrogênio, verificaram que o comprimento do pecíolo, comprimento do lóbulo central e a relação entre o comprimento do pecíolo e o comprimento do lóbulo central da folha de mandioca apresentaram comportamento linear decrescente com a idade da planta (entre 120 a 300 DAP), demonstrando que estudos que visam a caracterização morfológica das folhas de plantas de mandioca devem levar em consideração a idade da planta e a disponibilidade de N no solo. Albuquerque et al. (2009) encontraram valores para esta variável que variaram de 0,90 a 1,79,

semelhantes aos resultados encontrados neste trabalho.

4.6 CONCLUSÕES

1. A área foliar da planta de mandioca da cultivar Aciolina, medida aos 90 DAP, em função de doses de potássio, é melhor expressa pela função quadrática positiva. A maior área foliar é encontrada na dose 163,33 kg ha⁻¹ de K₂O;
2. O diâmetro do caule, altura da planta e altura da primeira ramificação apresentam comportamento linear crescente em função das doses de potássio;
3. O número de ramos da primeira ramificação, a largura da folha, o número de lóbulos e a relação entre comprimento do lóbulo central pela largura do lóbulo central, não são afetados pelas doses de potássio;
4. Com o avanço da idade das plantas de mandioca, a altura da planta e a altura da primeira ramificação são as únicas variáveis que apresentam crescimento linear positivo.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J. A. A.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A. A.; ALVES, J. M. A.; FINOTO, E. L.; NETO, F. de A. Interferência de plantas daninhas sobre a produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 279-289, 2008.

ALBUQUERQUE, J. A. A.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A. A. da; SEDIYAMA, C. S.; ALVES, J. M. A.; NETO, F. de A. Caracterização morfológica e agrônômica de clones de mandioca cultivados no Estado de Roraima. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 4, p. 388-394, 2009.

ALBUQUERQUE, J. A. A.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A. A.; ALVES, J. M. A.; FINOTO, E. L.; NETO, F. de A. Desenvolvimento da cultura de mandioca sob interferência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 30, n. 1, p. 37-45, 2012.

ALVAREZ, V.; ALVAREZ, G. A. M. Comparação de médias ou teste de hipóteses? **Contraste! Boletim Informativo** da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 31, n. 4, p. 24-34, 2006

ALVES, J. M. A.; ARAÚJO, N. P.; UCHÔA, S. C. P.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; SILVA, A. J.; RODRIGUES, G. S.; OLIVEIRA, D. C. Avaliação agroeconômica da produção de cultivares de feijão-caupi em consórcio com cultivares de mandioca em Roraima. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 3, n. 1, p.15-30, 2009.

ALVES, J. M. A.; SANTOS, N. S.; UCHOA, S. C. P.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; OLIVEIRA, N. T. Comprimento do pecíolo e do lóbulo central da folha de mandioca (*Manihot esculenta* crantz) em função das épocas de colheita em diferentes doses de nitrogênio. *In: Congresso Brasileiro de Mandioca*. Bahia, 2013. **Anais...** 2013.

ARAÚJO, W. F.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; MEDEIROS, R. D.; SAMPAIO, R. A. Precipitação pluviométrica mensal provável em Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 3, p. 563-567, 2001.

AYOOLA, O. T.; MAKINDE, E. A. Fertilizer treatment effects on performance of cassava under two planting patterns in a cassava-based cropping system in South West Nigeria. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v. 3, n. 1, p. 13-20, 2007.

BARBOSA, G. M. **Caracterização morfofisiológica de clones de mandioca em Cândido Sales-BA**. 2013. 140 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2013.

BARRETO, L. P.; BEZERRA NETO, E. **O potássio no metabolismo vegetal**. UFRPE. Recife, 2000. 58p.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. FUNEP. Jaboticabal, 2003. 42p.

BENEDETTI, U. G.; VALE JÚNIOR, J. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; MELO, V. F.; UCHÔA, S. C. P. Gênese, química e mineralogia de solos derivados de sedimentos plioleptocênicos e de rochas vulcânicas básicas em Roraima, norte amazônico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p. 299-312, 2011.

CAMPOS, A. L.; ZACARIAS, A. J.; COSTA, D. L.; NEVES, L. G.; BARELLI, M. A. A.; SOBRINHO, S. P.; LUZ, P. B. Avaliação de acessos de mandioca do banco de germoplasma da UNEMAT Cáceres – Mato Grosso. **Revista Tropic – Ciências Agrárias e Biológicas** v. 4, n. 2, p. 45, 2010.

CARVALHO, P. C. L. de; FUKUDA, W. M. G. Estrutura da planta e morfologia. *In: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G. (Eds.) Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca*. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. cap. 6, p. 126-137, 2006.

CEBALLOS, H.; IGLESIAS, A. C.; PEREZ, J. C.; DIXON, A. Cassava breeding: opportunities and challenges. **Plant Molecular Biology**, v. 56, p. 506-516, 2004.

CHAIB, A. M. M. C.; FIALHO, J. F.; VIEIRA, E. A.; SILVA, M. S.; MORAES, S. V.; MOLOVANY, J. B.; PAULA, G. F.; SOUZA, F. R. O. correlação entre caracteres agrônômicos aferidos em acessos do banco regional de germoplasma de mandioca do cerrado. Brasília, 2008.

COSTA, P. C.; CAÑIZARES, K. A. L.; GOTO, R. Produção de pepino de plantas enxertadas cultivadas em soluções nutritivas com diferentes teores de potássio. **Horticultura Brasileira**, v.19, n.3, p.207-209, 2001.

EL-SHARKAWY, M.A. Stress-Tolerant Cassava: The Role of Integrative Ecophysiology-Breeding Research in Crop Improvement. **Open Journal of Soil Science**, v.2, n.2, p.162-186, 2012.

FALQUETO, A. R.; CASSOL, D.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; OLIVEIRA, A. C.; BACARIN, M. A. Partição de assimilados em cultivares de arroz diferindo no potencial de produtividade de grãos. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 3, p. 453-461, 2009.

FAO - United Nations Food and Agriculture Organization. **The state of food insecurity in the world**. Rome, 2010.

FERREIRA, D. F. **SISVAR** - Sistema de análise de variância para dados balanceados: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos Versão 4.6. Lavras: DEX/UFLA, 2003. Software.

FUKUDA, W. M. G; COSTA, I. R. S.; SILVA, A. S. **Manejo e Conservação de Recursos Genéticos de Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**. Cruz das Almas, Bahia. EMBRAPA, 2005.

GIERTH, M.; MASER, P. Potassium transporters in plants – Involvement in K⁺ acquisition, redistribution and homeostasis. **FEBS Letters**, v. 581, p. 2348-2356, 2007.

GOMES, C. N.; DE CARVALHO, S. P.; JESUS, A. M. S.; CUSTÓDIO, T. N. Caracterização morfoagronômica e coeficientes de trilha de caracteres componentes da produção em mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 8, p. 1121-1130, 2007.

GRAY, V. M. A. Comparison of two approaches for modeling cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) crop growth. **Annals of Botany**, v. 85, p. 77-90, 2000.

HOWELER, R. H. **A benchmark study on cassava production, processing and marketing in Vietnam**. (eds.) Proceedings of a workshop held in Hanoi, Vietnam, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1996, 29-31 p.

HOWELER, R. H., C. G. OATES AND A. C. ALLEN. An assessment of the impact of cassava production and processing on environment and biodiversity. In: **The Proceedings of the twelfth symposium of the ISTRC on the potential of root crops for food and industrial resources**. 2000, p. 53-54.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Rio de Janeiro, v. 26. n. 12. 2013. 84 p.

IQBAL, M.; NIAMATULLAH, M.; YOUSAF, I.; MUNIR, M.; KHAN, M. Z. Effect of nitrogen and potassium on growth, economical yield and yield components of tomato. **Sarhad Journal of Agriculture**, v. 4, n. 27, p. 545-548, 2011.

KANT, S.; U. KAFKAFI. **Potassium and abiotic stresses in plants**. 2004. p. 233-245.

LEDO, C. A. da S. **Caracterização morfológica da coleção de espécies silvestres de *Manihot* (Euphorbiaceae – Magnoliophyta) da Embrapa Mandioca e Fruticultura.** Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento nº 53). 22p. 2011.

LEITÃO FILHO, H. F. Caracterização Botânica de Cultivares de Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). In: I Encontro de Pesquisadores de Mandioca dos Países Andinos e do Estado de São Paulo. São Paulo, 1970, p. 13-29. **Anais...** 1970.

LORENZI, J. O.; OTSUBO, A. A.; MONTEIRO, D. A.; VALLE, T. L. Aspectos fitotécnicos da mandioca em Mato Grosso do Sul. In: OTSUBO, A. A.; MERCANTE, F. M.; MARTINS, C. de S. (Eds.). **Aspectos do cultivo da mandioca em Mato Grosso do Sul.** Dourados: EMBRAPA Agropecuária Oeste. 2002. 221 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Agronômica Ceres. 341 2006. 638p.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal:** Fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. UFV. Viçosa, 2005. 451p.

MATTOS, P. L. P.; BEZERRA, V. S. **Cultivo da mandioca para o Estado do Amapá,** 2003. EMBRAPA Mandioca e Fruticultura. Sistemas de produção 2. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_amapa/adubacao.htm>. Acesso em: 12 dez 2013.

MEHDI, S. M.; SARFRAZ, M.; HAFEEZ, M. Response of rice advance line PB-95 to potassium application in saline-sodic soil. Pak. **Journal Biology Science**, v. 10, p. 2935-2939, 2007.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition.** 5 ed. Kluwer Academic Publishers, the Netherlands, 2001. 849 p.

NASSAR, N. M. A.; JUNIOR, O. P.; SOUSA, M. V.; ORTIZ, R. Improving Carotenoids and Amino-Acids in Cassava. Recent Patents on Food, **Nutrition e Agriculture**, v. 1, n. 1, p. 32-38, 2009.

OLIVEIRA, N. T.; ALVES, J. M. A.; UCHÔA, S. C. P.; RODRIGUES, S. R.; MELVILLE, C. C.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; Caracterização e identificação de clones de mandioca produzidos em Roraima para o consumo *in natura*. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 5, n. 3, p. 188-193, 2011.

OLIVEIRA, N. T. **Efeito das épocas de colheita e doses de nitrogênio no teor de ácido cianídrico e componentes de produção da mandioca, cv. Aciolina, cultivada na savana de Boa Vista, Roraima.** 2012. 73p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2012.

OTSUBO, A. A.; SAGRILO, E.; LORENZI, J. O.; GALHARINI, L. G.; OTSUBO, I. M. N.; MATOS, J. S.; UTIDA, D.; FUJINAKA, J. Avaliação de clones de mandioca visando o processamento industrial em Dourados, MS, **Raízes e Amidos Tropicais**, v. 3, 2007.

PRADO, R. M.; BRAGHIROLI, L. F.; NATALE, W.; CORRÊA, M. C. M.; ALMEIDA, E. V. de Aplicação de potássio no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 295-299, 2004.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo, UNESP, p. 83-120, 2008.

RAMOS, P. A. S. **Caracterização Morfológica e Produtiva de nove variedades de mandioca cultivadas no Sudoeste da Bahia**, 2007, 60 f, Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2007.

RITCHEL, P. S.; LOPES, C. A.; HUAMÁN, Z.; FERREIRA, M. E.; FRANÇA, F. H.; MENÊZES, J. E.; TEIXEIRA, D. M. C.; TORRES, A. C.; CHARCHAR, J. M.; THOMAZELLI, L. Organização do banco ativo de germoplasma de batata-doce: Situação atual e perspectiva. Disponível em: <http://www.cpsatsa.embrapa.br/livrorg/temos>. Acesso em: 15 jan. 2014.

ROJAS, R.; GUTIÉRREZ, W.; ESPARZA, D.; MEDINA, B.; VILLALOBOS, Y.; MORALES, L. Efecto de la densidad de plantación sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de la yuca *Manihot esculenta* Crantz, bajo las condiciones agroecológicas de la Altiplanicie de Maracaibo. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 24, n. 1, p. 94-112, 2007.

RÓS, A. B.; HIRATA, A. C. S.; ARAÚJO, H. U. de; NARITA, N. Crescimento, fenologia e produtividade de cultivares de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 4, p. 552-558, 2011.

RÓS-GOLLA, A.; SILVA, A. C.; NARITA, N. **Emergência e desenvolvimento inicial de plantas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) obtidas de manivas com diferentes diâmetros**. 2010. Disponível em http://www.cerat.unesp.br/revistarat/volume3/artigos/12_Amarilis_Ros-Golla.pdf. Acesso em 12 Jan. 2014.

SALES FILHO, J. B. **Caracterização de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) pela morfologia e padrões isozimáticos**. Viçosa: UFV, 1991. 118 p. (Tese doutorado).

SCHONS, A. **Crescimento e desenvolvimento da mandioca e do milho em cultivo solteiro e consorciado**. 2007. 75 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2007.

SCHROEDER, J. I.; ALLEN, G. J.; HUGOUVIEUX, V.; KWAK, J. M.; WANER, D. Guard cell signal transduction. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 52, p. 627 - 658, 2001.

SEVERINO, L. S.; CARDOSO, G. D.; VALE, L. S.; SANTOS, J. W. Método para determinação da área foliar da mamoneira. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 8, n. 1, p. 753-762, 2004.

SILVA, I. R.; FURTINI NETO, A. E.; CURI, N.; VALE, F. R. Crescimento inicial de quatorze espécies florestais nativas em resposta à adubação potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 2, n. 2, p. 205-212, 1997.

SILVA, E. S. A.; MODESTO JUNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B.; SOUZA, C. M. de A. Qualidade de manivas utilizadas por agricultores familiares do baixo tocantins, Pará. *In:*

Congresso Brasileiro de Mandioca. Maceió, 2011. **Anais...** 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TAKAHASHI, M.; BICUDO, S. J. Efeito da fertilização com nitrogênio, fósforo e potássio na produção e na qualidade nutricional do material de propagação da mandioca. CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 11, 2005, Campo Grande. **Anais...** Sociedade Brasileira de Mandioca, 1. CD-Rom, 2005.

TARIQ, M.; SAEED, A.; NASIR, M.; MIAN, I.A.; AFZAL, M. Effect of potassium rates and sources on the growth performance and on chloride accumulation of maize in two different textured soils of Haripur, Hazara division. **Sarhad Journal Agriculture**, v. 3, n. 27, p. 415-422, 2011.

VIEIRA, M. D.; SANTOS, R. F.; ROSA, H. A. Potássio (K) no cultivo da Linhaça *Linum usitatissimum* L. **Acta Iguazu**, v. 1, n. 1, p. 59-63, 2012.

VILELA, L.; SOUSA, D. M. G.; SILVA, J. E. **Adubação potássica**. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E., Eds. Cerrado: correção do solo e adubação. 2ed. Brasília, Embrapa, 2004. p.169-183.

WERLE, R.; GARCIA, R. A; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2297-2305, 2008.

WILLIAMS, C. N.; GHAZALI, S. M. Growth and productivity of tapioca (*Manihot utilissima*): I. Leaf characteristics and yield. **Experimental Agriculture**, v. 5, p. 183-194, 1969.

5. ARTIGO B: PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MANIVAS PROVENIENTES DE DIFERENTES SEÇÕES DA PLANTA DE MANDIOCA SUBMETIDA À DOSES DE POTÁSSIO

5.1 RESUMO

Objetivou-se com este trabalho estimar a produção e a qualidade das manivas provenientes das três seções de plantas de mandioca que foram submetidas a cinco doses de potássio. Para atingir o objetivo proposto foram desenvolvidos dois experimentos em condições de campo. No primeiro experimento adotou-se o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial (5x3), com 4 repetições. O primeiro fator correspondeu a 5 doses de potássio (0, 30, 60, 120 e 240 kg ha⁻¹ de K₂O) e o segundo fator correspondeu as 3 seções da parte aérea (Pé, 1^a Divisão e 2^a Divisão) da planta de mandioca da cultivar Aciolina. As variáveis analisadas neste experimento foram: massa fresca das seções por planta, diâmetro das seções e número de manivas por planta. No segundo experimento utilizou-se as manivas provenientes do primeiro experimento, adotando-se o delineamento em blocos casualizados com três repetições e 15 tratamentos, constituídos por cinco doses de potássio (0, 30, 60, 120 e 240 kg ha⁻¹ de K₂O) e por três seções da parte aérea (Pé, 1^a Divisão e 2^a Divisão) da planta de mandioca da cultivar Aciolina. Utilizou-se um esquema em faixas (split block), sendo avaliadas nas parcelas as doses de potássio, e nas faixas, as seções da planta. As variáveis analisadas neste segundo experimento foram: percentagem de manivas sem brotações, número de brotações por maniva, altura da planta, número de folhas, diâmetro do caule, altura da primeira ramificação, massa fresca da parte aérea, e o comprimento do lóbulo central da folha, largura do lóbulo central da folha, comprimento do pecíolo e a relação entre o comprimento do pecíolo e comprimento do lóbulo central da folha. A massa fresca por planta e o diâmetro das manivas da primeira seção (pé) da cv. Aciolina é superior às seções 2 e 3, e seus valores aumentam com o acréscimo das doses de potássio até 240 kg ha⁻¹ de K₂O. O número de manivas por planta da primeira seção (pé) da cv. Aciolina, colhida aos 12 meses, é inferior em relação às seções 2 e 3 e cresce com o aumento das doses de potássio. A seção 1 da cv. Aciolina origina plantas com maior número de folhas, maiores alturas, diâmetro do caule, altura da primeira ramificação, massa fresca da parte aérea e comprimento do lóbulo.

Palavras-chave: Estacas. *Manihot esculenta*. Morfologia. Nutrição de plantas.

ARTICLE B: PRODUCTION AND QUALITY MANIVA FROM DIFFERENT SECTIONS OF CASSAVA PLANT SUBMITTED TO DOSES OF POTASSIUM

5.2. ABSTRACT

This study aimed to estimate the production and quality of cuttings from the three sections of cassava plants were subjected to five doses of potassium. To achieve the proposed objective two experiments were carried out under field conditions. In the first experiment adopted the randomized block design, factorial (5x3) with 4 replications. The first factor accounted for 5 doses of potassium (0, 30, 60, 120 and 240 kg ha⁻¹ K₂O) and the second factor was the 3 sections of shoots (Foot, 1st Division and 2nd Division) of the cassava plant Aciolina cultivar. The variables analyzed in this experiment were: fresh mass of sections per plant, diameter of the sections and number of cuttings per plant. In the second experiment was used the cuttings from the first experiment, was adopted a randomized block design with three replications and 15 treatments, consisting of five levels of potassium (0, 30, 60, 120 and 240 kg ha⁻¹ K₂O) and three sections of shoots (Foot, 1st Division and 2nd Division) plant cassava cultivar Aciolina. Was used a scheme tracks (split block), being evaluated in plots doses of potassium, and the tracks, sections of the plant. The variables analyzed in this second experiment were: percentage of cuttings without buds, number of shoots per maniva, plant height, number of leaves, stem diameter, when the first branch, fresh weight of shoots and the length of the central lobe of leaf, width of the central lobe of the leaf, petiole length and the ratio between the length of the petiole length and the central lobe of the sheet. The fresh weight per plant cuttings and diameter of the first section (foot) is superior to sections 2 and 3, and their values increase with the addition of potassium doses up to 240 kg ha⁻¹ K₂O. The number of stalks per plant in the first section (foot) cv. Aciolina, harvested at 12 months is lower in relation to sections 2 and 3 and grows with increasing doses of potassium. Section 1 of cv. Aciolina originates plants with higher number of leaves, greater heights, stem diameter, height of the first branch, fresh mass of shoots and length of the lobe.

Keywords: *Manihot esculenta*. Morphology. Plant nutrition. Stakes.

5.3 INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta de porte semi-arbustivo, pertencente à família botânica Euphorbiaceae, exsudante de látex, tem propagação tipicamente agâmica, multiplicando-se por meio de segmentos da haste, ramos ou manivas (estacas) (RODRIGUES et al., 2008). É cultivada em todo o mundo, devido suas raízes tuberosas, que são ricas em amido, matéria-prima para a fabricação de pães, farinha, tapioca e bebidas. Nos trópicos, a mandioca é a terceira fonte de calorías mais importante para mais de 600 milhões de pessoas na África, Ásia e América Latina (ALBUQUERQUE et al., 2008).

Segundo Mühlen et al. (2005), só em coleções *ex-situ* contam-se mais de seis mil cultivares, sendo este número tendendo a aumento se for considerado o patrimônio genético disperso nas áreas de agricultura indígena e tradicional. Um levantamento nos Bancos de Germoplasma do Brasil realizado em 2005, através do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO), localizou 1.437 acessos de mandioca nas coleções das regiões Sul e Sudeste, enquanto que nas regiões Norte e Nordeste esse levantamento indicou a existência de 2.871 acessos de mandioca e 57 de espécies silvestres do gênero *Manihot* (MENDES et al., 2006).

A necessidade das pessoas de propagar as espécies vegetais primordiais vem de longa data, desde quando os seres humanos no seu estado mais rudimentar dominaram as habilidades de plantar algumas espécies de vegetais que atendiam suas necessidades alimentares e as dos seus animais. Com o passar do tempo e com a evolução do homem, aqueles que faziam a propagação acrescentaram mais espécies aos cultivos, desta forma, além de propagar culturas alimentícias, passaram a propagar plantas que lhes forneciam flores, medicamentos e plantas ornamentais. Assim, a propagação pode ser definida como o método de multiplicação de plantas que tem a função de perpetuar a espécie e manter características desejáveis, podendo ocorrer de forma assexuada ou sexuada (HARTMANN et al., 2011).

Segundo Paiva e Gomes (2001), a propagação vegetativa é importante quando se quer multiplicar características que podem ser perdidas pela propagação sexual, ou seja, por sementes. Na propagação vegetativa, utiliza-se qualquer fragmento da planta apta a desenvolver raízes adventícias e então, dar origem a uma nova planta, este fragmento é chamado de estaca (FACHINELLO et al., 2005), no caso da mandioca é popularmente denominado de maniva.

Hartmann et al. (2011) classificam as estacas de plantas em 3 conjuntos distintos, com relação a facilidade de enraizamento: 1º conjunto – aquelas que tem todos os elementos

necessários e enraízam rápido e facilmente; 2º conjunto – aquelas que um hormônio, geralmente a auxina, limitam o enraizamento, exigindo a adição exógena deste hormônio para que haja o enraizamento; 3º grupo – aquelas que a existência de cofatores ou de inibidores, limitam ou inviabilizam o enraizamento, mesmo com a adição exógena de auxina.

Mesmo com toda a diversidade de mandioca existente, a propagação vegetativa apresenta baixa taxa de multiplicação, sendo este um dos obstáculos à propagação da mandioca em larga escala (SOUZA et al., 2009). Este método utilizado na cultura é um dos gargalos para a sua produção, pois suas sementes são normalmente dormentes, e germinam muito lentamente, como resultado, agricultores praticam o método de propagação por estaquia (NASSAR; ORTIZ, 2007). Esta estratégia de propagação é ideal do ponto de vista da bio-engenharia, pois é importante para a melhoria de culturas já que a segregação de genes ao longo dos diversos cruzamentos é limitada (TAYLOR et al., 2000). Outra vantagem deste método de propagação, de acordo com Castro e Silveira (2003), é a produção de mudas com uniformidade genética dos indivíduos.

A fisiologia das manivas é o componente mais importante da qualidade das manivas de mandioca. Nas primeiras semanas o crescimento da planta depende totalmente da reserva da maniva, desta forma o estado nutricional delas torna-se a característica mais importante nesta fase, visto que as manivas que encontram-se em melhor estado nutricional, produzem plantas mais vigorosas, resultando em maior massa de parte aérea e de raízes (TAKAHASHI, 2000; LOPEZ, 2002) tornando-as menos sensíveis a estresses bióticos e abióticos. Além disso, a produção de raízes é beneficiada pela disponibilidade de nutrientes nas manivas (MOLINA; EL-SHAKKAWY, 1995; TAKAHASHI, 2000; LOPEZ, 2002). Para isto, é necessário que as manivas que serão utilizadas como sementes, sejam provenientes de plantas que tenham sido cultivadas em solos férteis ou em solos que tenham sido suplementados com adubação mineral, pois nestes solos crescerão plantas mais vigorosas e, conseqüentemente manivas com maior diâmetro e com maior teor de nutrientes.

Como existem pouquíssimos estudos sobre a importância dos nutrientes presentes nas manivas, e sobre o uso da adubação para cada variedade, fica claro que a melhor escolha para o material de plantio é aquele proveniente de solos onde os nutrientes encontram-se balanceados.

A importância do potássio dá-se pelo fato de contribuir para a germinação e crescimento da planta, translocação do açúcar e síntese do amido, melhorando os resultados de produção, com produtos de melhor qualidade (REIS JUNIOR; MONNERAT, 2001). Além desses benefícios, o potássio pode ser encontrado em todos os tecidos vegetais, apresentando-se

como nutriente móvel nas células e nos tecidos vegetais, indo das regiões mais velhas para as mais novas, sendo que durante esta movimentação, principalmente quando se trata de longas distâncias, este nutriente atua ou participa de algumas reações em vários locais da planta (MEURER, 2006).

Objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade das manivas sementes provenientes de três seções de plantas, pé, 1ª divisão e 2ª divisão, de mandioca, cv. Aciolina, submetidas a cinco doses de potássio.

5.4 MATERIAL E MÉTODOS

Para atingir o objetivo proposto foram desenvolvidos dois experimentos em condições de campo, na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Roraima, localizado no *Campus* do Cauamé, Boa Vista, Roraima, durante os anos de 2012 e 2013. No primeiro experimento foram avaliadas a qualidade das manivas, denominadas de manivas sementes e no segundo experimento avaliou-se a qualidade das plantas oriundas das manivas sementes.

5.4.1 Experimento I: Produção de manivas para propagação

O experimento foi instalado em uma área de segundo ano de plantio de mandioca, em solo classificado em Latossolo Amarelo distrocoeso típico (PAdx), de textura Franco-Argilo-Arenosa, cuja a caracterização química e física são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1- Características químicas e físicas do solo nas camadas de 0-20, 20-40 e 40-60 cm de profundidade, coletado antes da instalação do experimento, Boa Vista-RR

Camadas	pH H ₂ O	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	SB	CTCef	T	V	M	MO
		__mg dm ⁻³ __			_____cmol _c dm ⁻³ _____						_____%		g kg ⁻¹
0-20	5,43	2,15	11,5	1,09	0,25	0,19	2,5	1,38	1,57	3,88	35,2	15,5	7,3
20-40	4,68	0,60	3,0	0,48	0,10	0,39	2,9	0,59	0,98	3,49	16,9	39,8	5,3
40-60	4,98	0,40	3,0	0,44	0,10	0,29	2,6	0,55	0,84	3,15	17,5	34,5	5,3
Camada	Areia grossa		Areia fina		Silte		Argila		Classe textural				
	_____g kg ⁻¹ _____												
0-20	405		290		40		265		Franco- Argilo- Arenosa				
20-40	360		290		40		310		Franco- Argilo- Arenosa				
40-60	370		260		30		340		Franco- Argilo- Arenosa				

P e K - extrator Mehlich-1; Ca, Mg e Al - extrator KCl 1 mol L⁻¹; H + Al - Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol L⁻¹; Matéria orgânica do solo (MO) - Walkley-Black.

Adotou-se o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial (5x3), com 4 repetições. O primeiro fator correspondeu a 5 doses de potássio (0, 30, 60, 120 e 240 kg ha⁻¹ de K₂O) e o segundo fator correspondeu as 3 seções da parte aérea (Pé, 1^a Divisão e 2^a Divisão) da planta de mandioca (Figura 1).

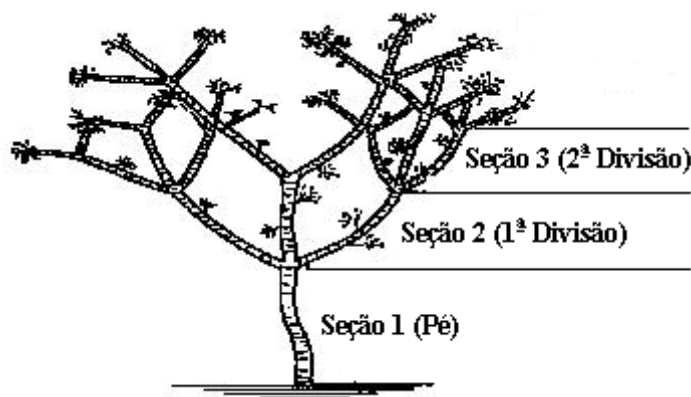


Figura 1 - Arquitetura da planta de mandioca (cv. Aciolina) mostrando as seções de divisão da parte aérea (Adaptado de EMBRAPA, 2003).

A parcela experimental foi constituída por nove fileiras simples de mandioca com 8,0 metros de comprimento e 6,4 metros de largura, contendo 11 plantas (perfazendo um total de 99 plantas por parcela). A amostragem foi realizada em três plantas localizadas no centro da fileira central no 12^o mês após o plantio. As plantas foram seccionadas, sendo denominada a seção de maniva. A maniva foi definida por conter de duas a três gemas de brotação, sendo estabelecido o comprimento de 20 cm. Conforme a Figura 1 foram estabelecidas três seções para coleta das manivas, Pé (seção 1), primeira divisão (seção 2) e segunda divisão (seção 3). Nas plantas amostradas foram avaliadas número de manivas produzidas; massa fresca (g) e diâmetro das manivas (mm) por seção.

O preparo da área experimental consistiu na aplicação de calcário dolomítico (400 kg ha⁻¹ – PRNT 100%), 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (fonte - superfosfato simples), 1/4 da recomendação de N, 50 kg ha⁻¹ de N (fonte - uréia), e 1/3 da recomendação de K₂O (fonte - cloreto de potássio). Para o potássio a recomendação variou conforme as doses estabelecidas para cada tratamento. O restante da recomendação de K₂O foi aplicado parcelado em duas coberturas, aos 30 e 60 DAP, e o N em três coberturas, aos 30, 60 e 270 DAP (Fonte - uréia). A recomendação de calcário, N, P e micronutrientes foram realizadas com base na análise do solo e de acordo com Oliveira (2012).

A cultivar de mandioca utilizada foi a Aciolina, pertencente à coleção de Germoplasma de Mandioca do Departamento de Fitotecnia do CCA/UFRR, sendo a mais

plantada no estado de Roraima por apresentar o melhor conjunto de características desejáveis, tanto para o consumo *in natura* quanto para a indústria, justificando o seu intenso cultivo e comercialização (ALVES et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2011).

O plantio foi realizado em outubro de 2012, em fileiras simples, obedecendo ao espaçamento de 0,8 x 0,8 m, totalizando 15.625 plantas por hectare. Foram utilizadas manivas pré-germinadas (estacas), medindo 20 cm, colocadas na posição horizontal em covas abertas manualmente, por meio de enxada, numa profundidade de 10 cm, aproximadamente. Em todo período de condução da cultura realizou-se os tratos culturais necessários para controle de plantas daninhas (controle mecânico por meio de enxada), insetos e ácaros (pulverizações com inseticidas e acaricidas por meio de pulverizador manual costal), mantendo-se o solo úmido a 80% da capacidade de campo por meio de irrigação complementar, por aspersão.

Durante a condução do experimento foram realizadas capinas manuais sempre que necessário, com uso de enxadas para o controle das plantas daninhas, levando-se em consideração o período crítico de competição à interferência (30 a 75 dias após a emergência) (ALBUQUERQUE et al., 2008). As pragas que ocorreram no desenvolvimento da cultura foram identificadas e controladas, fazendo-se uso de produtos químicos.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão, a 5% de probabilidade, empregando o programa SISVAR (FERREIRA, 2003). Selecionou-se o melhor modelo para expressar o efeito das doses de potássio sobre as variáveis avaliadas. O modelo, para cada variável, foi selecionado ao se considerar a significância dos coeficientes dos parâmetros e o maior valor do R^2 (ALVAREZ; ALVAREZ, 2006). O teste t foi utilizado para testar os coeficientes da regressão, a 5% de probabilidade.

5.4.2 Experimento 2: Qualidade das manivas propagadas

Um experimento para avaliar a brotação e vigor das manivas provenientes da pesquisa com as diferentes doses de K_2O foi conduzido em uma área localizada no *Campus* do Cauamé do Centro de Ciências Agrárias/Universidade Federal de Roraima – CCA/UFRR, no município de Boa Vista, estado de Roraima – Brasil, cultivada em sistema de plantio direto com a cultura do milho.

O solo apresentou as seguintes características químicas (camada de 0-20 cm): pH em água 4,13; 8,1 mg dm^{-3} de P; 40 mg dm^{-3} de K; 0,73 $cmol_c dm^{-3}$ de Ca^{2+} ; 0,17 $cmol_c dm^{-3}$ de Ca^{2+} ; 0,48 $cmol_c dm^{-3}$ de Al^{3+} ; 2,7 $cmol_c dm^{-3}$ de H + Al; 1,0 $cmol_c dm^{-3}$ de SB; 1,48 $cmol_c dm^{-3}$ de t; 3,70 de $cmol_c dm^{-3}$ de T; 27% de V; 32,4% de m; e 1,62% de matéria orgânica.

Adotou-se o delineamento em blocos casualizados com três repetições e 15 tratamentos, constituídos por cinco doses de potássio (0, 30, 60, 120 e 240 kg ha⁻¹ de K₂O) e três seções da parte aérea (Pé, 1^a Divisão e 2^a Divisão) da planta de mandioca da cultivar Aciolina (Figura 1). Utilizou-se um esquema em faixas (split block), sendo avaliadas nas parcelas as doses de potássio, e nas faixas, as seções da planta.

A parcela experimental foi constituída por nove fileiras simples de mandioca, espaçadas de 0,8 m, com cinco plantas em cada fileira, adotando-se o espaçamento de 0,8 x 0,8 m. Cada faixa foi constituída por três fileiras de cada seção da planta, medindo 5 m em cada parcela.

O preparo do solo consistiu da dessecação da vegetação com glifosato. A calagem foi realizada a lanço (500 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico), 10 dias antes do plantio, e a adubação de fundação foi feita a lanço (500 kg ha⁻¹ do formulado 10-10-10 NPK) antes da abertura das covas.

O plantio foi feito em 16 de outubro de 2013, em fileiras simples, obedecendo ao espaçamento de 0,8 x 0,8 m, totalizando 15.625 plantas por hectare. Foram utilizadas manivas medindo 20 cm, colocadas na posição horizontal em covas abertas manualmente, por meio de enxada, numa profundidade de 10 cm, aproximadamente. Em todo período de condução da cultura realizou-se os tratamentos culturais necessários para controle de plantas daninhas (controle mecânico por meio de enxada), insetos e ácaros (pulverizações com inseticidas e acaricidas por meio de pulverizador manual costal), mantendo-se o solo úmido a 80% da capacidade de campo por meio de irrigação complementar, por aspersão.

As adubações de cobertura foram realizadas aos 30, 60 e 270 DAP, a lanço na quantidade de 50 kg ha⁻¹ de N (fonte uréia) e 60 kg ha⁻¹ de K₂O (fonte cloreto de potássio) aos 30 e 60 DAP, em cada uma das coberturas.

As avaliações foram realizadas entre o 20^o e 100^o dia após o plantio da mandioca, avaliando-se: percentagem de manivas sem brotações (percentagem de manivas não brotadas por cova - %MSB - 100 DAP); número de brotações por maniva (total de brotos formados por cova - 100 DAP); altura da planta (do nível do solo até o nível do dossel da planta, em cm - 20 e 100 DAP); número de folhas (total de folhas por cova na brotação mais desenvolvida - 20 e 100 DAP); diâmetro do caule (diâmetro do caule nos primeiros 10 cm do nível do solo, em mm - 60 e 100 DAP); altura da primeira ramificação (do nível do solo até a primeira divisão, em cm - 100 DAP); massa fresca da parte aérea (g planta⁻¹ - MFPA - 100 DAP); comprimento e largura do lóbulo central da folha (comprimento e largura do lóbulo da quinta folha, do ápice para baixo, do ramo mais desenvolvido, em cm - CL - 60 e 100 DAP);

comprimento do pecíolo (comprimento do pecíolo da base da inserção com o caule até o bordo foliar basal, em cm – CP – 60 e 100 DAP) e a relação entre o comprimento do pecíolo e comprimento do lóbulo central da folha (CP/CL - 60 e 100 DAP).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão, a 5% de probabilidade, empregando o programa SISVAR (FERREIRA, 2003). Selecionou-se o melhor modelo para expressar o efeito das doses de potássio sobre as variáveis avaliadas. O modelo, para cada variável, foi selecionado ao se considerar a significância dos coeficientes dos parâmetros e o maior valor do R^2 (ALVAREZ; ALVAREZ, 2006). O teste t foi utilizado para testar os coeficientes da regressão até 5% de probabilidade. Para os efeitos qualitativos empregou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade, para separação das médias. Para a variável percentagem de manivas sem brotações (%MSB), fez-se a transformação dos dados para Raiz ($x+0,5$) para efeito de análise estatística.

5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.5.1 Produção de manivas para propagação

De acordo com o resumo da análise de variância (Tabela 2), observa-se que os efeitos simples de seções da planta e doses de potássio, bem como a interação entre os efeitos estudados foram significativos a 0,1% de probabilidade pelo teste F para as variáveis: massa fresca das seções por planta, diâmetro das seções e número de manivas de 20 cm.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância da massa fresca (g) das seções por planta, diâmetro (mm) das seções e número de manivas de 20 cm, provenientes das diferentes seções da planta (Pé, 1ª Divisão e 2ª Divisão) de mandioca (cv. Aciolina) em função de doses de potássio, colhidas aos 12 meses na savana de Roraima

F.V.	GL	Quadrado médio		
		Massa fresca	Diâmetro	Nº de manivas
Bloco	3	3,25 ^{ns}	0,573 ^{ns}	1,548 ^{ns}
Seções da Planta (SP)	2	76.600,66 ^{***}	8,716 ^{***}	15,502 ^{***}
Doses de K ₂ O (DK)	4	714.462,06 ^{***}	1.409,419 ^{***}	69,316 ^{***}
SP x DK	8	2.929,36 ^{***}	1,982 ^{**}	4,264 ^{***}
Erro	42	74,28	0,556	0,583
Total	59			
C.V. (%)		2,74	4,09	11,34

^{ns}, **, ***- Não significativo, significativo a 1% e 0,1% de probabilidade pelo teste F.

A variável massa fresca das seções por planta em função de doses de potássio foi melhor modelada por uma função linear crescente para as diferentes seções da planta de mandioca da cv. Aciolina (Figura 2). As doses proporcionaram incrementos na massa fresca na razão de 0,97; 0,76 e 0,52 g kg⁻¹ de K₂O para as seções 1, 2 e 3, respectivamente. Conforme se observa na Figura 2, a seção 1 (Pé) obteve ganhos superiores quando comparadas as demais seções.

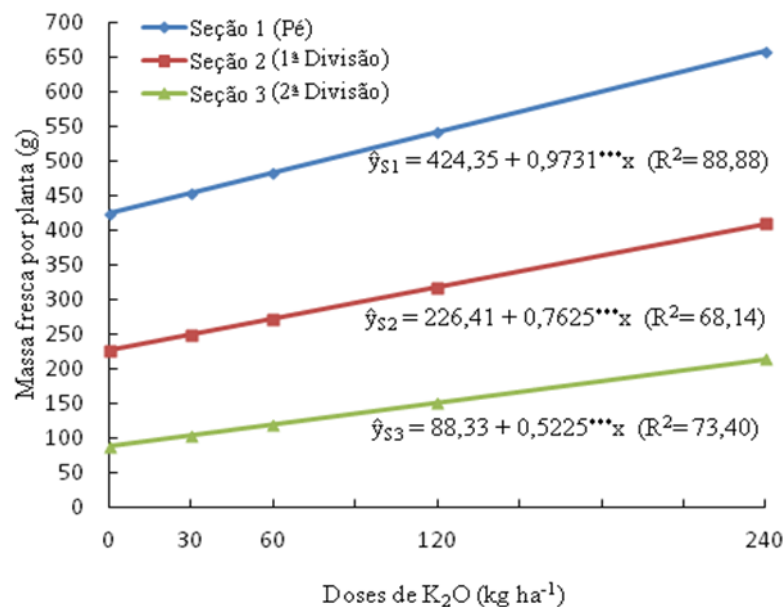


Figura 2 – Massa fresca de maniva por planta, em gramas, para as diferentes seções (Pé, 1ª Divisão e 2ª Divisão) da planta de mandioca (cv. Aciolina) em função de doses de potássio, colhidas aos 12 meses na savana de Roraima.

Os ganhos superiores de massa fresca obtidos com altas doses de K no presente estudo, também foram relatados por Dkhil et al. (2011), quando obtiveram respostas positivas quanto as características de crescimento através da aplicação de diferentes doses K e N, atribuindo este crescimento ao papel dos nutrientes na multiplicação celular e fotossíntese, que conseqüentemente aumentou em tamanho e comprimento, as folhas e caules de plantas de mandioca. Essa resposta favorável também foi confirmada pela essencialidade de N e K no crescimento e desenvolvimento das plantas (AYOOLA; MAKINDE, 2007).

Isso demonstra que o incremento de matéria verde pelas plantas ocorre em consequência aos maiores teores de potássio disponível no solo. Souza et al. (2011), estudando o pinhão manso, mesma família da mandioca, também constataram influência positiva, pela adição de K⁺ ao solo, com resultados sobre o incremento no porte das plantas. Desta forma, fica evidenciada a importância da fitomassa da parte aérea para a cultura da

mandioca, já que as ramas são usadas como material para a propagação na instalação de novas áreas de plantio (MATTOS, 2006).

As doses de K_2O afetaram positivamente o diâmetro das manivas das seções 1 e 2, mas não influenciou no diâmetro da seção 3 (Figura 3), apresentando média de 10,72 mm. Observa-se que os incrementos em diâmetro para as manivas das seções 1 e 2 foram próximos, 0,0115 e 0,00112 mm, respectivamente, sendo a diferença estatística do diâmetro entre as seções decorrente, provavelmente, da fisiologia da planta, que necessita que cada seção tenha o diâmetro adequado a sustentação da arquitetura aérea, do que devido a maior disponibilidade de potássio. Logo, a maniva semente tem grande influência sobre esta variável, trazendo informações genéticas acerca do porte da planta e a reserva de nutrientes inicial para dar sustentação a nova planta.

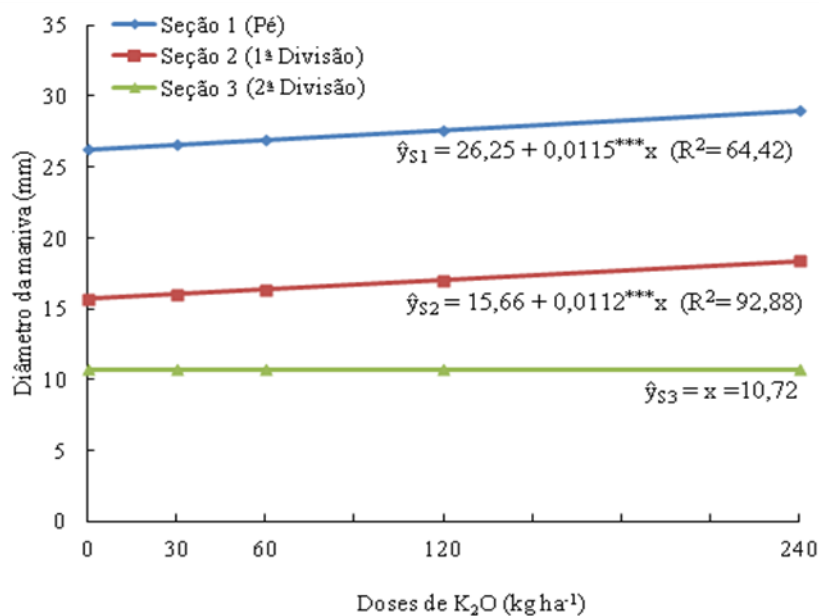


Figura 3 – Diâmetro, em milímetros, de manivas provenientes das diferentes seções (Pé, 1ª Divisão e 2ª Divisão) da planta de mandioca (cv. Aciolina) em função de doses de potássio, colhidas aos 12 meses na savana de Roraima.

Rós-Golla et al. (2010), estudando a emergência e desenvolvimento inicial de plantas de mandioca obtidas de manivas com diferentes diâmetros observaram que a utilização de manivas com diâmetros entre 1,8 e 3,0 cm proporcionou estandes mais homogêneos e plantas mais desenvolvidas. Segundo Cunha et al. (2009), quando se utiliza estacas para a propagação vegetativa, o estado nutricional da estaca terá influência, determinante na quantidade de carboidratos, auxinas, entre outros compostos metabólicos, fundamentais para a formação radicular e a rapidez com que isto ocorre. Para Fachinello et al. (2005), uma estaca tem

potencial para a formação de raízes variável com a espécie e com a cultivar.

As diferentes doses de K aplicadas influenciaram significativamente o número de manivas por planta, apresentando resposta linear e positiva em função das doses de K_2O (Figura 4). O tratamento que apresentou ausência da aplicação de potássio obteve o menor número de manivas de 20 cm nas três seções estudadas (4,29; 5,98 e 6,87, respectivamente). A utilização de 240 kg ha^{-1} de K_2O proporcionou o maior número de manivas de mandioca com valores que chegaram a 5,10; 8,75 e 11,41 manivas, nas seções 1, 2 e 3, respectivamente.

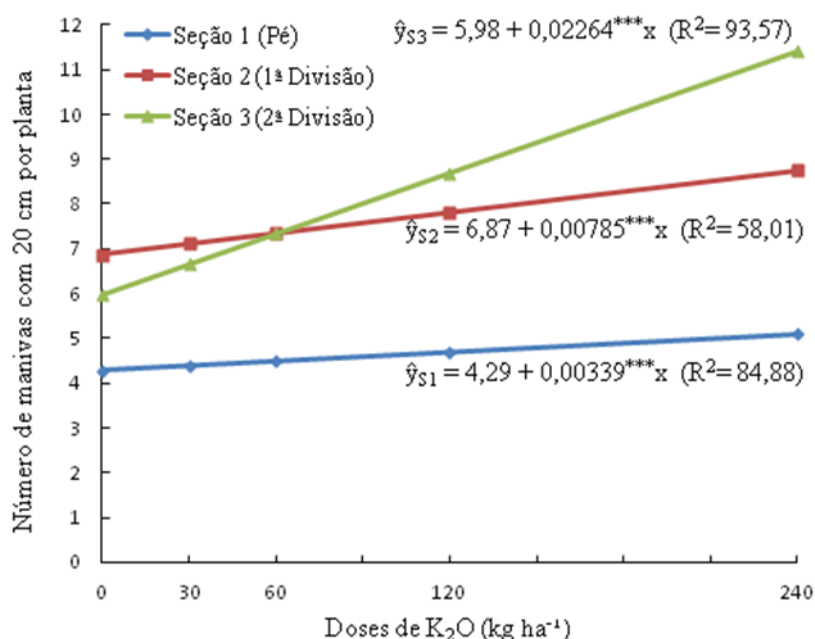


Figura 4 – Número de manivas por planta, provenientes das diferentes seções da planta (Pé, 1ª Divisão e 2ª Divisão) de mandioca (cv. Aciolina) cultivada com diferentes níveis de doses de potássio, colhida aos 12 meses na savana de Roraima.

Para Carvalho e Fukuda (2006), a cultura da mandioca apresenta caule herbáceo quando jovem e sublenhoso quando adulta. O caule tem pequenos nós que vão dar origem as folhas, que por sua vez contém as gemas em suas axilas, sendo as gemas responsáveis pela brotação na propagação vegetativa da espécie. Porém, segundo Amaral e Lage (2010), os caules de plantas deficientes em potássio podem ficar finos, pequenos e fracos, apresentando regiões internodais anormalmente curtas, levando ao tombamento do vegetal.

Entre as seções da planta de mandioca “cv. Aciolina” observa-se que a seção com o maior número de manivas, nas maiores doses de potássio (120 e 240 kg ha^{-1}), foi a seção 3, seguida da seção 2 (Figura 4). Este fato deve-se, provavelmente, pela característica da cultivar de ramificar logo nos primeiros meses de crescimento vegetativo, e pela variação no

alongamento dessas ramificações com a idade da planta. Desta forma, a seção 1 (Pé) tende a ser a mais reduzida, quando comparada com as demais seções da planta de mandioca da cv. Aciolina.

De acordo com estudos realizados com as estruturas morfológicas de plantas de mandioca, constatou-se que essas estruturas, dentre elas o caule, diferem de acordo com o genótipo, sendo que algumas cultivares apresentam o caule ereto, enquanto outras possuem caule ramificado com duas (dicotômico), três (tricotômico) ou quatro (tetracotômico) ramificações, chamadas de ramificações simpodiais (CARVALHO; FUKUDA, 2006). Desta forma, dependendo da cultivar, o alongamento e o número de ramificações podem variar, como foi constatado por Schons (2006), ao estudar o crescimento da mandioca “cv. Fepagro RS 13”, observou que a altura da planta seguiu uma variação conforme a sucessão das ramificações simpodial, assim, o comprimento da haste principal foi menor que o comprimento da haste da primeira ramificação simpodial.

5.5.2 Qualidade das manivas propagadas

Pelo resumo da análise de variância apresentada na Tabela 3, pode-se verificar que a porcentagem de manivas sem brotações aos 100 DAP foi afetada significativamente até 5% de probabilidade pelo teste F pelas três seções da planta de mandioca da cv. Aciolina e até 1% pelas doses de K.

Observa-se que esta variável, independente das doses de K, teve sua média reduzida na seção 1 da planta com apenas 7,34% de manivas sem brotações, enquanto que a seção 3 apresentou a porcentagem mais elevada de manivas não brotadas com 28,22% (Tabela 3). Isso indica que manivas provenientes do pé das plantas de mandioca sadias apresentam menor probabilidade de ocorrerem falhas no processo de brotação, quando comparada com as demais seções da planta.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para percentagem de manivas sem brotações (%MSB) de plantas de mandioca da cv. Aciolina aos 100 dias após a brotação, provenientes das três seções de plantas submetidas a cinco doses de potássio

F.V.	GL	Quadrado Médio
		%MSB
Bloco	2	1,246 ^{ns}
Doses	4	25,93 ^{**}
Erro 1	8	2,338
Seções	2	25,628 [*]
Erro 2	4	2,790
Doses x Seções	4	1,325 ^{ns}
Erro 3	16	1,112
Total	44	-
C.V. 1 (%)		43,47
C.V. 2 (%)		47,48
C.V. 3 (%)		29,98
Média Geral		16,59
	1	7,34 a
Seções da planta	2	14,22 ab
	3	28,22 b
Doses de K ₂ O		$\hat{Y} = 26,65 - 0,112^{**} x$ (R ² =78,81)

^{ns}, *, ** - Não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F.

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para efeito de análise os dados de percentagem foram transformados para Raiz (x+0,5).

Em relação às doses de K, independente das seções da planta, os valores foram melhores representados por uma função linear decrescente (Figura 5). Há uma relação proporcional entre as doses de potássio e a percentagem de manivas sem brotações, indicando que na ausência de K, a percentagem de manivas não brotadas é maior (26,65%), reduzindo com o aumento das doses, chegando a maior dose de K₂O (240 kg ha⁻¹) com todas as manivas sementes apresentando pelo menos uma brotação viável. Contrariando resultados obtidos por Vilela et al. (2004), quando por ocasião da aplicação de doses superiores a 80 a 100 kg ha⁻¹ de K₂O interferiram na germinação e, como consequência no crescimento inicial da planta.

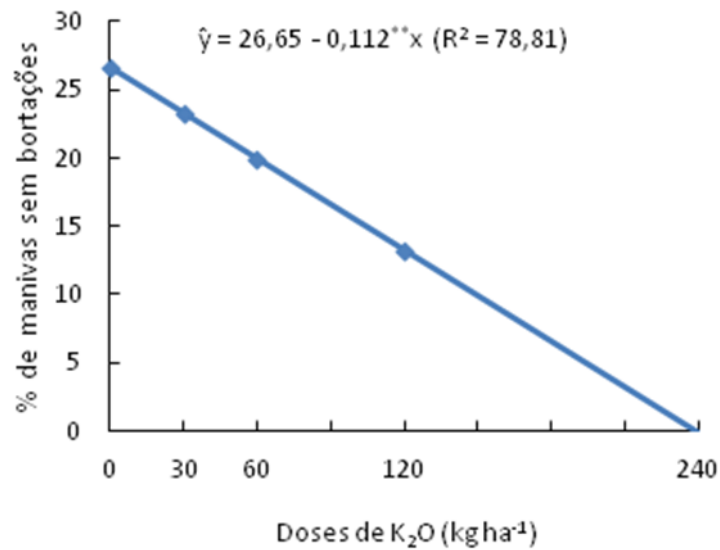


Figura 5 – Percentagem de manivas sem brotações em função de doses de potássio da cv. Aciolina aos 100 DAP.

A brotação das manivas pode ser inibida ou retardada quando o plantio é realizado muito superficialmente ou ainda com uma profundidade acima de 10 cm, além disso, os fatores climáticos e a qualidade das manivas ocasionam problemas na uniformização do desenvolvimento do plantel e apodrecimento de raízes. Tudo isso está relacionado com a não brotação de manivas, que é observado quando no final da colheita o número de plantas é menor que o número de manivas plantadas (MATTOS, 2006).

De acordo com o resumo da análise de variância apresentada na Tabela 4, pode-se verificar que os efeitos simples das três seções da planta de mandioca, bem como das cinco doses de K, a qual essas seções foram submetidas, influenciaram significativamente o número de brotações por maniva aos 100 DAP até 1% de probabilidade pelo teste F, não havendo significância da interação entre os dois fatores.

Tabela 4 - Resumo da análise de variância para o número de brotações por maniva de plantas de mandioca da cv. Aciolina aos 100 dias após a brotação, provenientes das três seções de plantas submetidas a cinco doses de potássio

F.V.	GL	Quadrado Médio
		NBM
Bloco	2	0,119 ^{ns}
Doses	4	0,698 ^{**}
Erro 1	8	0,023
Seções	2	7,85 ^{**}
Erro 2	4	0,072
Doses x Seções	4	0,079 ^{ns}
Erro 3	16	0,033
Total	44	-
C.V. 1 (%)		6,61
C.V. 2 (%)		11,74
C.V. 3 (%)		7,93
Média Geral		2,28
Seções da planta	1	3,0 a
	2	2,2 b
	3	1,6 c
Doses de K ₂ O		$\hat{y} = 2,04 + 0,0027^{***} x$ (R ² =87,26)

^{ns}, ^{**} - Não significativo, significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Independente das doses de K, o maior número de brotações por maniva foi obtido na seção 1 (3,0), seguida pela seção 2 (2,2), com o menor número de 1,6 brotações por maniva na seção 3 (Tabela 4). Estes resultados irão influenciar na densidade de plantas por cova, e consequentemente em todas as características de parte aérea que está diretamente relacionada com a produção de raízes. Como a seção 1 possui maior massa fresca (Figura 2) e maior diâmetro (Figura 3) é esperado que possua maior quantidade de reservas armazenadas, sendo estas disponibilizadas durante a germinação das manivas. Estas reservas podem permitir a germinação de um maior número de gemas, além de suportar o desenvolvimento inicial de um maior número de brotações.

O número de brotações por manivas apresentou aumento linear com as cinco doses de K, independente das seções da planta, sendo que a dose 240 kg ha⁻¹ apresentou o maior número de brotações (2,68) e a dose 0 kg ha⁻¹ o menor número (2,04) (Figura 6). Diversos autores (KLEINHENZ; MIDMORE, 2001; SHANMUGHAVEL; FRANCIS, 2001; KLEINHENZ et al., 2003) mostram que o potássio promove o aumento no número de brotos em plantas de bambu, mas isso não significa que haverá o desenvolvimento dessas brotações, pois muito dos brotos formados morrem antes de se desenvolverem.

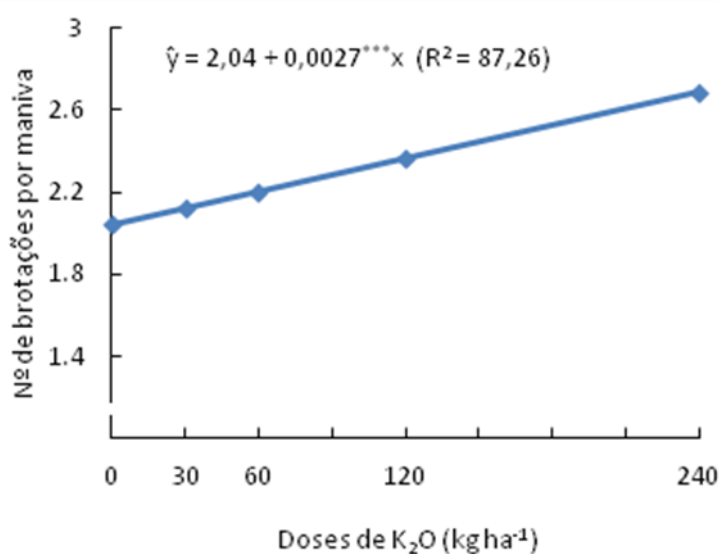


Figura 6 – Número de brotações por maniva em função de doses de potássio da cv. Aciolina aos 100 dias após o plantio.

De acordo com o resumo da análise de variância apresentada na Tabela 5, pode-se verificar que as doses de potássio, bem como a interação entre os fatores doses e seções da planta de mandioca cv. Aciolina, não influenciaram, a 5% de probabilidade pelo teste F, a variável altura da planta aos 20 e 100 DAP.

Apenas os efeitos simples das três seções da planta influenciaram significativamente a altura, sendo a seção 1 (pé) estatisticamente superior à seção 3, apresentando alturas de plantas de 6,98 e 142,07 cm aos 20 e 100 DAP, respectivamente. Já a seção 3 apresentou as menores alturas com 4,23 e 118,31 cm aos 20 e 100 DAP, respectivamente. Essa diferença de altura demonstra o maior vigor de brotações provenientes da seção 1 de plantas de mandioca, em relação aquelas que procedem da seção 2, visto que a seção 1 apresentou maior NBM (Tabela 4), percentagem de MSB (Tabela 3), sendo que as últimas características podem ter sido favorecidas pelos maiores valores de massa fresca e maior diâmetro das manivas da seção 1 (Figuras 2 e 3), respectivamente.

Comparando com os resultados obtidos por Vidigal Filho et al. (2000), quando trabalhando com 8 cultivares de mandioca, em Araruna-PR, encontraram médias de altura de plantas entre 112 a 303 cm, no final do ciclo da cultura. Já Cardoso Junior et al. (2005), avaliando a altura de plantas de mandioca em Vitória da Conquista-BA, obtiveram médias entre 100 a 105 cm. Assim, deve-se considerar que a altura da planta da mandioca é muito variável e depende da variedade cultivada, bem como o tipo de ramificação que ela apresenta (OLIVEIRA et al., 2006).

Tabela 5 - Resumo da análise de variância para a altura da planta (cm) de mandioca da cv. Aciolina aos 20 e 100 dias após o plantio, provenientes das três seções de plantas submetidas a cinco doses de potássio

F.V.	GL	Quadrado Médio	
		20 DAP	100 DAP
Bloco	2	18,04*	164,54 ^{ns}
Doses	4	2,38 ^{ns}	32,49 ^{ns}
Erro 1	8	2,32	68,87
Seções	2	28,57*	2.132,67*
Erro 2	4	3,00	141,99
Doses x Seções	4	0,49 ^{ns}	91,57 ^{ns}
Erro 3	16	0,34	61,15
Total	44	-	-
C.V. 1 (%)		27,24	6,40
C.V. 2 (%)		31,04	9,19
C.V. 3 (%)		10,42	6,03
Média Geral		4,88	126,68
	1	6,98 a	142,07 a
Seções da planta	2	5,55 ab	128,42 ab
	3	4,23 b	118,31 b

^{ns}, *- Não significativo, significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A avaliação do número de folhas lançadas pela planta de mandioca nas idades de 20 e 100 DAP, mostrou que os efeitos simples para as seções da planta variaram aos 20 DAP, apresentando diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste F, enquanto aos 100 DAP não houve significância (Tabela 6). O número máximo de folhas obtido aos 20 DAP foi de 4,83 e 4,82, nas seções 1 e 2, respectivamente. A seção 3 apresentou o menor número de folhas (4,30), diferindo estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey das demais seções da planta. A média de folhas das plantas de mandioca da cv. Aciolina aos 100 DAP foi de 54,30.

A velocidade em que as folhas aparecem e a duração destas na planta irá determinar o índice de área foliar que uma planta tem disponível para a interceptação da radiação solar utilizada na fotossíntese. Desta forma, o número de folhas acumuladas e o número final de folhas, em cada inserção do caule são importantíssimos para o desenvolvimento vegetativo da mandioca (CARVALHO; FUKUDA, 2006).

Sabe-se que o desenvolvimento vegetal é acompanhado por uma série de processos que ocorrem em sequência ou ao mesmo tempo, e entre esses processos está a emissão de folhas, que é uma ótima forma de se medir a idade do vegetal, com o passar do tempo. Com essa medida de emissão de folhas no tempo, obtém-se o número de folhas acumuladas em uma haste (STRECK et al., 2003).

Tabela 6 - Resumo da análise de variância para o número de folhas de plantas de mandioca cv. Aciolina aos 20 e 100 dias após o plantio, provenientes das três seções de plantas submetidas a cinco doses de potássio

F.V.	GL	Quadrado Médio	
		20 DAP	100 DAP
Bloco	2	1,40 ^{ns}	201,38 ^{ns}
Doses	4	0,47 ^{ns}	104,25 ^{ns}
Erro 1	8	0,29	63,05
Seções	2	1,37*	232,94 ^{ns}
Erro 2	4	0,08	389,82
Doses x Seções	4	0,15 ^{ns}	97,95 ^{ns}
Erro 3	16	0,17	71,51
Total	44	-	-
C.V. 1 (%)		11,60	14,62
C.V. 2 (%)		6,32	36,36
C.V. 3 (%)		8,95	15,57
Média Geral		4,65	54,30
	1	4,83 a	49,78 a
Seções da planta	2	4,82 a	56,16 a
	3	4,30 b	49,78 a

^{ns}, *- Não significativo, significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As três seções da planta de mandioca cv. Aciolina apresentaram, a 1% de probabilidade pelo teste F, diferenças significativas em termos de diâmetro de caule aos 60 DAP, enquanto aos 100 DAP, a variável diâmetro do caule, foi influenciada pelas doses de K a 5% de probabilidade. Não foram verificadas diferenças significativas para a interação entre os fatores em nenhuma das épocas avaliadas (Tabela 7).

Aos 60 DAP, as seções 1 e 2, apresentaram diâmetro de caule de 13,58 e 12,63 mm, respectivamente, diferindo estatisticamente da seção 3 que apresentou o menor diâmetro (10,89 mm) (Tabela 7).

Tabela 7 - Resumo da análise de variância para o diâmetro do caule (mm) de plantas de mandioca da cv. Aciolina aos 60 e 100 dias após o plantio (DAP), provenientes das três seções de plantas submetidas a cinco doses de potássio

F.V.	GL	Quadrado Médio	
		60 DAP	100 DAP
Bloco	2	4,65 ^{ns}	9,58 ^{ns}
Doses	4	3,69 ^{ns}	30,00*
Erro 1	8	1,75	6,45
Seções	2	31,69**	4,23 ^{ns}
Erro 2	4	1,10	1,64
Doses x Seções	4	0,88 ^{ns}	7,83 ^{ns}
Erro 3	16	0,61	6,54
Total	44	-	-
C.V. 1 (%)		10,65	11,68
C.V. 2 (%)		8,43	5,89
C.V. 3 (%)		6,29	11,77
Média Geral		12,43	21,74
Seções da planta (60 DAP)	1	13,78 a	-
	2	12,63 a	-
	3	10,89 b	-
Doses de K ₂ O (100 DAP)		$\hat{y} = 19,998 + 0,064^{**} x - 0,0003^{**} x^2$ (R ² =84,60)	

^{ns}, *, ** - Não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F.

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O diâmetro do caule de plantas de mandioca cv. Aciolina aos 100 DAP em função de doses de potássio foi melhor representada por uma função quadrática (Figura 7). Na ausência de potássio o diâmetro de caule foi de 20 mm, valor aproximado ao do maior diâmetro registrado (23,41 mm) encontrado na dose 106,67 kg ha⁻¹ de K₂O. O menor diâmetro de caule foi observado na dose 240 kg ha⁻¹ de K₂O (18,08 mm), provavelmente devido à inibição do crescimento quando a dose de potássio ultrapassa o nível ótimo. Em outras espécies, como arroz e milho pode ser observada a elevação no diâmetro de caule quando ocorre o aumento das doses de potássio, isso porque este nutriente está diretamente relacionado com a espessura da parede celular e com a caracterização das células da epiderme (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Rós-Golla et al. (2010) em trabalhos realizados em Sorocabana (SP), constataram que a utilização de manivas com diâmetro entre 18 e 30 mm contribuem para plantéis mais uniformes e plantas melhores desenvolvidas, o que é de extrema importância, visto que as plantas apresentaram crescimento inicial desuniforme indicando alta variabilidade do material de propagação (SILVA et al., 2011).

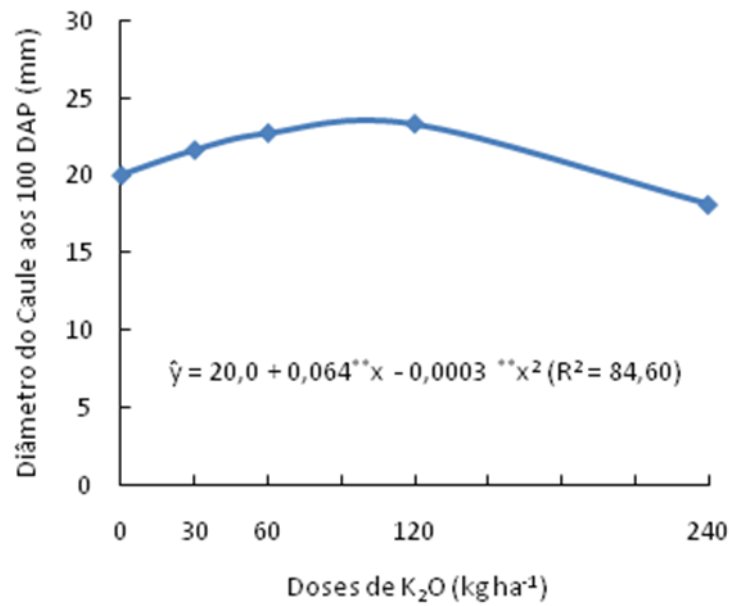


Figura 7 – Diâmetro do caule em função de doses de potássio da cv. Aciolina aos 100 dias após o plantio.

Houve efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F apenas das seções da planta, sobre a altura da primeira ramificação de plantas de mandioca. Com base nos valores apresentados na Tabela 8, verifica-se que a seção 1 diferiu estatisticamente da seção 3 no parâmetro de altura da primeira ramificação, apresentado uma média de 112,80 cm, enquanto a seção 3 apresentou média de 99,83 cm. Verifica-se ainda que não houve diferença estatística pelo teste tukey a 5% de probabilidade entre a seção 2, que teve média de 106,15 cm de comprimento, e as outras duas seções da planta de mandioca na característica de altura da primeira ramificação, aos 100 DAP.

Tabela 8 - Resumo da análise de variância para altura da primeira ramificação (cm) de plantas de mandioca “cv. Aciolina” aos 100 dias após o plantio, provenientes das três seções de plantas submetidas a cinco doses de potássio

F.V.	GL	Quadrado Médio
		Altura da 1ª ramificação
Bloco	2	13,42 ^{ns}
Doses	4	86,84 ^{ns}
Erro 1	8	35,87
Seções	2	631,29 ^{**}
Erro 2	4	28,05
Doses x Seções	4	66,32 ^{ns}
Erro 3	16	43,56
Total	44	-
C.V. 1 (%)		5,64
C.V. 2 (%)		4,98
C.V. 3 (%)		6,21
Média Geral		106,26
	1	112,80 a
Seções da planta	2	106,15 ab
	3	99,83 b

^{ns}, ^{**}- Não significativo, significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A altura da ramificação de plantas de mandioca, sempre dependerá da cultivar utilizada, como pode ser observado no trabalho realizado por SCHONS et al. (2007), no qual constataram que no período de crescimento, as cultivares de mandioca com caule simpodial, formavam ramificações simpodiais de primeira e segunda ordem, o que faz com que haja maior competição por fotoassimilados, água e nutrientes à medida que novos ramos vão surgindo na planta.

A análise de variância da massa fresca da parte aérea mostrou efeito significativo apenas para seções da planta, a 0,1% de probabilidade pelo teste F. Observa-se que a seção 1 apresentou a maior massa fresca da parte aérea (2.608,91 g planta⁻¹), seguida da seção 2 (1.774,29 g planta⁻¹), e pela seção 3 (1.444,02 g planta⁻¹) (Tabela 9).

Tabela 9 - Resumo da análise de variância para massa fresca da parte aérea (g planta⁻¹) de mandioca da cv. Aciolina aos 100 dias após o plantio, provenientes das três seções de plantas submetidas a cinco doses de potássio

F.V.	GL	Quadrado Médio
		MFPA
Bloco	2	373.479,36 ^{ns}
Doses	4	170.402,74 ^{ns}
Erro 1	8	107.468,95
Seções	2	5.406.588,90 ^{***}
Erro 2	4	34.688,01
Doses x Seções	4	153.431,67 ^{ns}
Erro 3	16	68.245,25
Total	44	-
C.V. 1 (%)		16,88
C.V. 2 (%)		9,59
C.V. 3 (%)		13,45
Média Geral		1.942,41
	1	2.608,91 a
Seções da planta	2	1.774,29 b
	3	1.444,02 c

^{ns}, ^{***}- Não significativo, significativo a 0,1% de probabilidade pelo teste F.

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quando há um crescimento muito acentuado da parte aérea de plantas de mandioca, isso pode acarretar diversos efeitos negativos, entre eles a diminuição na produção de raízes. Porém, quando o crescimento da parte aérea é baixo, há prejuízos ao aparelho fotossintético, devido à redução da área do tecido que absorve a luz para a realização da fotossíntese, causando redução da produção de carboidratos para as raízes (VIANA et al., 2001).

ALVES (2006) levantou a hipótese de que, com o sombreamento, ocorre redução da fotossíntese, e desta forma, dos fotoassimilados, que seriam destinados ao crescimento da parte aérea, conseqüentemente, diminuindo o crescimento das raízes, demonstrando que hastes e folhas são drenos mais fortes do que as próprias raízes. Mas para produtores que desejam utilizar a parte aérea da cultura como ração animal, o maior desenvolvimento desta parte torna-se desejável.

A Tabela 10 apresenta o resumo da análise de variância para o comprimento do lóbulo central da folha de plantas de mandioca aos 60 e 100 DAP. Observa-se efeito significativo a 5% de probabilidade para a interação entre doses de K e seções da planta aos 60 DAP, sendo que aos 100 DAP a interação não foi significativa.

Tabela 10 - Resumo da análise de variância para o comprimento do lóbulo central (cm) de plantas de mandioca da cv. Aciolina aos 60 e 100 dias após o plantio (DAP), provenientes das três seções de plantas submetidas a cinco doses de potássio

F.V.	GL	Quadrado Médio	
		60 DAP	100 DAP
Bloco	2	11,67 ^{ns}	3,63 ^{ns}
Doses	4	4,72 ^{ns}	2,41 ^{ns}
Erro 1	8	6,04	0,98
Seções	2	12,49 ^{ns}	1,34 ^{ns}
Erro 2	4	1,98	7,43
Doses x Seções	4	4,98 [*]	3,77 ^{ns}
Erro 3	16	1,58	3,12
Total	44	-	-
C.V. 1 (%)		11,28	5,94
C.V. 2 (%)		7,30	16,39
C.V. 3 (%)		6,52	10,62
Média Geral		-	16,62
(Seções da planta)	1	$\hat{y} = x = 19,83$	
Equação - 60 DAP	2	$\hat{y} = 19,88 + 0,0285x - 0,000175x^2$ ($R^2=96,43$)	
	3	$\hat{y} = 16,67 + 0,0492x - 0,000189x^2$ ($R^2=82,53$)	

^{ns}, *, ** - Não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F.

O comprimento do lóbulo central da folha de mandioca aos 60 DAP em função de doses de K foi melhor descrita por uma função quadrática negativa para as seções 2 e 3 das plantas, sendo utilizada a média para os valores da seção 1 (Figura 8).

O maior comprimento do lóbulo observado (21,04 cm) foi encontrado em plantas provenientes da seção 2 com uma dose de 81,43 kg ha⁻¹ de K₂O, este foi o máximo de comprimento obtido nesta seção, visto que a partir desta dose houve redução no comprimento do lóbulo central até a dose mais alta de K (240 kg ha⁻¹), chegando a 16,64 cm.

Mesmo com pequena variação entre as seções 1 e 2, a ausência de potássio apresentou bons resultados para o comprimento do lóbulo com valores de 19,83 e 19,88 cm, respectivamente, o que não aconteceu com a seção 3, que apresentou comprimento de 16,67 cm. Como pode ser observada, a seção 1 manteve o comprimento do lóbulo constante (19,83 cm), independente das doses de K, enquanto que o comprimento dos lóbulos das seções 2 e 3 crescem até a dose 120 kg ha⁻¹, quando tem queda acentuada.

Aos 100 DAP, o comprimento do lóbulo não diferiu significativamente, com média de 16,62 cm, para as três seções da planta e para as cinco doses de K, demonstrando que com o passar do tempo, os fatores em estudo não influenciam esta variável.

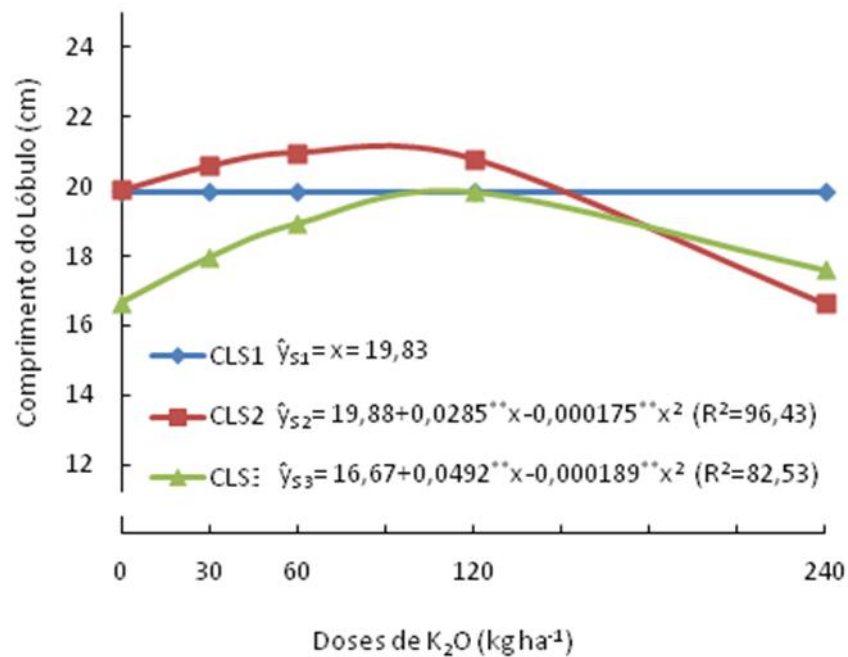


Figura 8 – Comprimento do lóbulo central em função de doses de potássio dentro das seções das plantas de mandioca da cv. Aciolina aos 60 dias após o plantio.

Para a variável largura do lóbulo central da folha de plantas de mandioca aos 60 DAP, apenas as seções da planta influenciaram significativamente a 5% de probabilidade pelo teste F (Tabela 11).

Ainda de acordo com a análise de variância apresentada, pode-se verificar que as cinco doses de potássio, as três seções da planta e a interação entre esses fatores para a mandioca aos 100 DAP não influenciaram a variável largura do lóbulo central, com média de 4,87 cm, demonstrando a uniformização do lóbulo com o passar do tempo, independente dos fatores em estudo.

De acordo com a Tabela 11, pode-se observar que a seção 1 (pé) apresentou a maior largura do lóbulo central, com média de 6,42 cm, diferindo da seção 3 (2ª divisão), que apresentou média de 5,83 cm, inferior as demais seções estudadas.

Tabela 11 - Resumo da análise de variância para a largura do lóbulo central (cm) de mandioca da cv. Aciolina aos 20 e 100 dias após o plantio, provenientes das três seções de plantas submetidas a cinco doses de potássio

F.V.	GL	Quadrado Médio	
		60 DAP	100 DAP
Bloco	2	0,52 ^{ns}	1,11 ^{ns}
Doses	4	0,27 ^{ns}	0,36 ^{ns}
Erro 1	8	0,43	0,34
Seções	2	1,55*	0,31 ^{ns}
Erro 2	4	0,17	0,44
Doses x Seções	4	0,31 ^{ns}	0,19 ^{ns}
Erro 3	16	0,20	0,82
Total	44	-	-
C.V. 1 (%)		10,54	12,05
C.V. 2 (%)		6,57	13,56
C.V. 3 (%)		7,21	5,87
Média Geral		6,20	4,87
	1	6,42 a	4,80 a
Seções da planta	2	6,33 ab	4,78 a
	3	5,83 b	5,04 a

^{ns}, *- Não significativo, significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pelo resumo da análise de variância apresentada na Tabela 12, pode-se verificar que aos 60 DAP, as cinco doses de potássio e as três seções da planta, bem como a interação entre esses fatores influenciaram, respectivamente a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F a variável comprimento do pecíolo (CP) da folha de plantas de mandioca da cv. Aciolina. Mas não influenciaram a variável estudada aos 100 DAP, com média de 19,33 cm.

Tabela 12 - Resumo da análise de variância para o comprimento do pecíolo (cm) de plantas de mandioca da cv. Aciolina aos 60 e 100 dias após o plantio (DAP), provenientes das três seções de plantas submetidas a cinco doses de potássio

F.V.	GL	Quadrado Médio	
		60 DAP	100 DAP
Bloco	2	7,16 ^{ns}	33,41 ^{ns}
Doses	4	11,66 [*]	6,65 ^{ns}
Erro 1	8	2,60	4,92
Seções	2	57,69 [*]	1,75 ^{ns}
Erro 2	4	3,69	4,70
Doses x Seções	4	6,32 ^{**}	5,23 ^{ns}
Erro 3	16	1,03	4,26
Total	44	-	-
C.V. 1 (%)		6,19	11,46
C.V. 2 (%)		7,38	11,20
C.V. 3 (%)		3,89	10,66
Média Geral		26,03	19,36
(Seções da planta)	1	$\hat{y} = 26,02 + 0,036^*x - 0,00009x^2$ ($R^2 = 95,92$)	
Equações - 60 DAP	2	$\hat{y} = 26,13 + 0,0254^*x - 0,000149^{**}x^2$ ($R^2 = 93,81$)	
	3	$\hat{y} = 22,04 + 0,0625^{***}x - 0,000238^{***}x^2$ ($R^2 = 68,29$)	

^{ns}, *, **, *** - Não significativo, significativo a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade pelo teste F.

A Figura 9 apresenta os valores para comprimento do pecíolo de plantas de mandioca com resposta quadrática negativa para a interação entre seções da planta e doses de K.

Conforme pode ser observado, há um crescimento constante do pecíolo da cv. Aciolina até as doses 120 a 200 kg ha⁻¹ de K₂O, dependendo da seção da planta cultivada, nas quais se dá o máximo comprimento de 26,11 cm (Seção 3) a 29,62 cm (Seção 1), respectivamente.

Embora a ausência de K na seção 3 tenha proporcionado o menor valor para o comprimento do pecíolo (22,04 cm), foi verificado que na dose mais alta de K (240 kg ha⁻¹ de K₂O), houve uma redução considerável de comprimento, para as seções 2 e 3 da planta 23,64 e 23,33 cm, respectivamente, mostrando que doses mais altas de K, ocasionam redução no comprimento do pecíolo, provavelmente devido ao crescimento deste até a uma faixa ótima de K, quando a partir daí, ocorre inibição do crescimento.

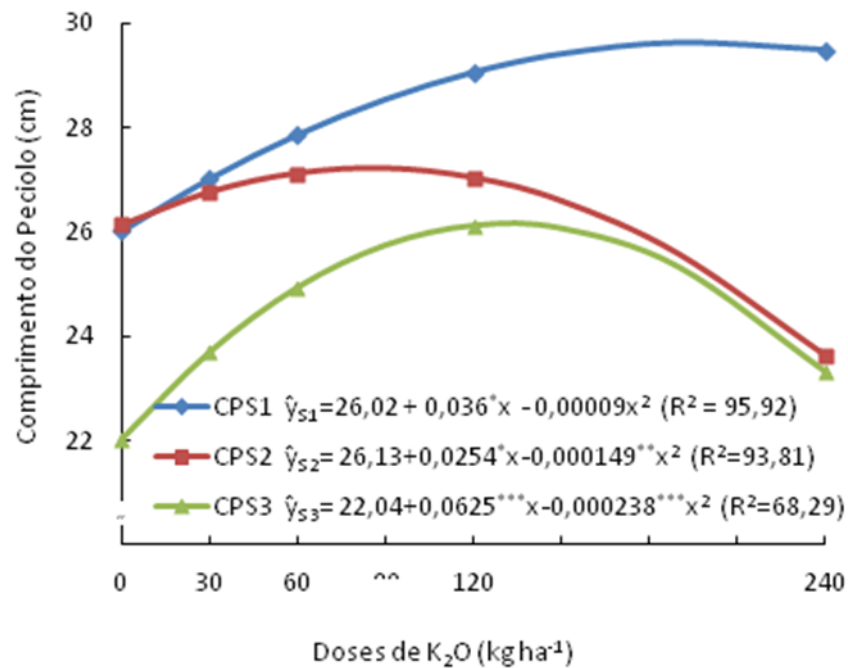


Figura 9 – Comprimento do pecíolo em função de doses de potássio dentro das seções das plantas de mandioca da cv. Aciolina aos 60 dias após o plantio.

De acordo com o resumo da análise de variância apresentada na Tabela 13, pode-se verificar que as cinco doses de potássio, as três seções da planta e a interação entre esses fatores não influenciaram a relação do comprimento do pecíolo pelo comprimento do lóbulo central (CP/CL) aos 60 e 100 DAP. Aos 60 DAP, o valor da relação (0,74) foi inferior a 1, tendo um pequeno aumento aos 100 DAP (0,87), mas mantendo-se abaixo de 1, indicando que o pecíolo manteve-se maior que o lóbulo central até os 100 DAP.

Tabela 13 - Resumo da análise de variância para a relação entre comprimento do pecíolo e comprimento do lóbulo central de folhas de plantas de mandioca da cv. Aciolina aos 60 e 100 dias após o plantio, provenientes das três seções de plantas submetidas a cinco doses de potássio

F.V.	GL	Quadrado Médio	
		60 DAP	100 DAP
Bloco	2	0,033*	0,050*
Doses	4	0,004 ^{ns}	0,006 ^{ns}
Erro 1	8	0,007	0,007
Seções	2	0,010 ^{ns}	0,012 ^{ns}
Erro 2	4	0,002	0,011
Doses x Seções	4	0,001 ^{ns}	0,015 ^{ns}
Erro 3	16	0,003	0,007
Total	44	-	-
C.V. 1 (%)		11,28	9,75
C.V. 2 (%)		5,52	12,33
C.V. 3 (%)		7,74	9,95
Média Geral		0,74	0,87

^{ns}, *- Não significativo, significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.6 CONCLUSÕES

1. A massa fresca por planta e o diâmetro das manivas da primeira seção (pé) da cv. Aciolina, colhida aos 12 meses, é superior às seções 2 e 3, e seus valores aumentam com o acréscimo das doses de potássio até 240 kg ha⁻¹ de K₂O;
2. O número de manivas por planta da primeira seção (pé) da cv. Aciolina, colhida aos 12 meses, é inferior em relação às seções 2 e 3 e cresce com o aumento das doses de potássio até 240 kg ha⁻¹ de K₂O;
3. A percentagem de manivas sem brotações, independentemente das seções que deram origem a estas manivas, decresce com o aumento das doses de potássio, com 26,65% na ausência de potássio e 100% das manivas com pelo menos uma brotação na dose de 240 kg ha⁻¹ de K₂O;
4. A seção 1 da cv. Aciolina origina plantas com maior número de folhas, maiores alturas, diâmetro do caule, altura da primeira ramificação, massa fresca da parte aérea e comprimento do lóbulo.

CONCLUSÕES GERAIS

1. As doses de potássio influenciam de forma linear e positiva o crescimento das plantas de mandioca “cv. Aciolina”;
2. Em função das doses de potássio dentro das seções da planta, os componentes de produção de manivas de plantas de mandioca “cv. Aciolina”, massa fresca de manivas, diâmetro de manivas e número de manivas apresentam comportamento linear crescente aos 360 DAP;
3. As seções da planta influenciam significativamente os componentes qualitativos de manivas, apresentando os melhores resultados na seção 1 para percentagem de manivas sem brotações, número de brotações por maniva, altura da planta, altura da primeira ramificação, número de folhas, diâmetro de caule, massa fresca da parte aérea e largura do lóbulo.

REFERÊNCIAS

- ALBURQUERQUE, J. A. A.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A. A.; CARNEIRO, J. E. S.; CECON, P. R.; ALVES, J. M. A. Interferência de plantas daninhas sobre a produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*). **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 279-289, 2008.
- ALVAREZ, V.; ALVAREZ, G. A. M. Comparação de médias ou teste de hipóteses? **Contraste! Boletim Informativo** da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 31, n. 4, p. 24-34, 2006.
- ALVES, A. A. C. Fisiologia da mandioca. In: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical. **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA, 2006. Cap. 7, p. 138-169.
- ALVES, J. M. A.; ARAÚJO, N. P.; UCHÔA, S. C. P.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; SILVA, A. J.; RODRIGUES, G. S.; OLIVEIRA, D. C. Avaliação agroeconômica da produção de cultivares de feijão-caupi em consórcio com cultivares de mandioca em Roraima. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 3, n. 1, p.15-30, 2009.
- AMARAL, C.; LAGE, D. A. **Nutrição Vegetal: Funções e Deficiências**. Disponível em: <http://www.aquahobby.com/articles/b_nutricao_vegetal.php> acesso em 13 Jan. 2014.
- AYOOLA, O. T.; MAKINDE, E. A. Fertilizer treatments effects on performance of cassava under two planting patterns in a cassava-based cropping system in south west Nigeria. **Research Journal Agriculture & Biology Science**, v. 1, n. 3, p. 13-20, 2007.

CARDOSO JÚNIOR, N. S.; VIANA, A. E. S.; MATSUMOTO, S. N.; SEDIYAMA, T.; CARVALHO, F. M. Efeito do nitrogênio em características agronômicas da mandioca. **Bragantia**, v. 64, p. 651-659, 2005.

CARVALHO, P. C. L. de; FUKUDA, W. M. G. Estrutura da planta e morfologia. In: SOUZA, L.S.; FARIAS, A.R.N.; MATTOS, P.L.P.; FUKUDA, W.M.G. (Eds.) **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. cap. 6, p. 126-137, 2006.

CASTRO, L. A. S. de; SILVEIRA, C. A. P. Propagação vegetativa do pessegueiro por alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 2, p. 368-370. 2003.

CUNHA, A. C. M. da; PAIVA, H. N. de; XAVIER, A.; OTONI, C. Papel da nutrição mineral na formação de raízes adventícias em plantas lenhosas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.58 p. 35-45, 2009.

DKHIL, B. B.; DENDEN, M.; ABOUD, S. Foliar potassium fertilization and its effect on growth, yield and quality of potato grown under loam-sandy soil and semi-arid conditions. *Int'l. Journal Agriculture Research*, v. 7, n. 6, p. 593-600, 2011.

EMBRAPA. **Mandioca e fruticultura**: cultura da mandioca. 2003. On line. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_amapa/sem entes.htm>. Acesso em: 24 fev. 2014.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas**: princípios e perspectivas. Londrina: Editora Planta, 2006. 402p.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. Propagação vegetativa por estaquia. In: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 69-109.

FERREIRA, D. F. **SISVAR** - Sistema de análise de variância para dados balanceados: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos Versão 4.6. Lavras: DEX/UFLA, 2003. Software.

HARTMANN, H. T; KESTER, D. E; DAVIES JR, F. T; GENEVE, R. L. **Hartmann and Kester's Plant propagation: principles and practices**. 8 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2011. 915 p.

KLEINHENZ, V.; MIDMORE, D. J. Aspects of bamboo agronomy. **Advances in Agronomy**, v. 74, p. 99-149, 2001.

KLEINHENZ, V.; MILNE, J.; WALSH, K. B.; MIDMORE, D. J. A case study on the effects of irrigation and fertilization on soil nutrient status, and on growth and yield of bamboo (*Phyllostachys pubescens*) shoots. **Journal of Bamboo and Ratan**, v. 2, n. 3, p. 281-293, 2003.

LOPEZ, J. Semilla vegetativa de yuca. In: OSPINA, B.; CEVALLOS, H. (compilación dirección). **La Yuca en el tercer milenio**. CIAT, Cali-Colombia. 2002, p 49-75.

- MATTOS, P. L. P. Implantação da cultura. In: SOUZA, L.S. et al. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2006. p. 492-517.
- MENDES, R. A.; ANDRADE, A. P. A.; FUKUDA, W. M. G.; MASCARENHAS, M. M.; VALLE, T. L.; GALERA, J. M. S. V. Mapeamento da distribuição geográfica das espécies silvestres brasileiras de *Manihot*, com vistas à conservação dos parentes silvestres e das variedades crioulas da Mandioca (*M. esculenta* Crantz). In: **Parentes Silvestres das plantas cultivadas**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006. 44p.
- MEURER, E. J. Potássio. In: FERNANDES, M. S. (editor). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: SBCS/UFV, 2006. p. 281-298.
- MOLINA, J. L.; EL-SHARKKAWY, M. Increasing crop product in cassava by fertilizing production of planting material. **Field Crops Research**. v. 44, p. 151-57. 1995
- MÜHLEN, G. S.; VALLE, T. L.; CARVALHO, C. R. L.; COLOMBO, C. A.; ZATARIN, M. Estruturação do germoplasma de mandioca: diversidade genética e agrupamentos geográficos, evidenciados por marcadores de DNA e potencial cianogênico. In: Congresso Brasileiro de Genética, n. 51, 2005, Águas de Lindóia, **Resumos...** Águas de Lisboa: 2005, p. 600.
- NASSAR, N. M. A.; ORTIZ, R. A Review on Cassava improvement: challenges and impacts. **Journal of Agriculture Science**., v. 145, p. 163–171, 2007.
- OLIVEIRA, L. S.; COELHO, F. E.; NOGUEIRA, P. C. C. **Aspectos Socioeconômicos e Agrônômicos da Mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2006. 817p.
- OLIVEIRA, N. T.; ALVES, J. M. A.; UCHÔA, S. C. P.; RODRIGUES, S. R.; MELVILLE, C. C.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; Caracterização e identificação de clones de mandioca produzidos em Roraima para o consumo *in natura*. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 5, n. 3, p. 188-193, 2011.
- PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. (Série Cadernos Didáticos, 83).
- REIS JÚNIOR, R. A.; MONNERAT, P. H. Exportação de nutrientes nos tubérculos de batata em função de doses de sulfato de potássio. **Horticultura Brasileira**. Brasília. v.19, n.9, p.227-231, 2001.
- RODRIGUES, A. R.; ALVES J. M. A.; UCHÔA, S. C. P.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; RODRIGUES, G. S.; BARROS, M. M. Avaliação da capacidade de enraizamento, em água, de brotações, ponteiros e estacas herbáceas de clones de mandioca de mesa. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 2, n. 1, p. 37-45, 2008.
- RÓS-GOLLA, A.; SILVA, A. C.; NARITA, N. **Emergência e desenvolvimento inicial de plantas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) obtidas de manivas com diferentes diâmetros**. 2010. Disponível em [http://www.cerat.unesp.br/revistarat/volume3/artigos/12Amarilis Ros-Golla.pdf](http://www.cerat.unesp.br/revistarat/volume3/artigos/12Amarilis%20Ros-Golla.pdf). Acesso em 12 Jan. 2014.

SCHONS, A. **Crescimento e desenvolvimento da mandioca e do milho em cultivo solteiro e consorciado**. 2007. 75 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2007.

SHANMUGHAVEL, P.; FRANCIS, K. **Physiology of Bamboo**. Jodhpur (Índia): Scientific Publishers, 2001. 154 p.

SILVA, E. S. A.; MODESTO JUNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B.; SOUZA, C. M. de A. Qualidade de manivas utilizadas por agricultores familiares do baixo tocantins, Pará. *In: Congresso Brasileiro de Mandioca*. Maceió, 2011. **Anais...** 2011.

SOUZA, A. da S.; SOUZA, F. V. D.; SANTOS-SEREJO, J. A. dos; JUNGHANS, T. G.; PAZ, O. P. da; MONTARROYOS, A. V. V.; SANTOS, V. da S.; MORAIS, L. S. **Preservação de germoplasma vegetal, com ênfase na conservação *in vitro* de variedades de mandioca**. Cruz das Almas, BA: Embrapa mandioca e Fruticultura Tropical. 2009, (Circular Técnica n° 90).

SOUZA, P. T de; SILVA, E. B.; GRAZZIOTTI, P. H.; FERNANDES, L. A. NPK fertilization on initial growth of physic nut seedlings in Quartzarenic Neossol. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v 35, n.2, p.559-566, 2011.

STRECK, N.A. WEISS, A.; XUE, Q.; BAENZIGER, P. S. Improving predictions of developmental stages in winter wheat: a modified wang and Engel model. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.115, n.2-3, p.139-150, 2003.

TAKAHASHI, M. **Adubação com nitrogênio, fósforo e potássio na nutrição do material de propagação de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e sua influência no plantio subsequente**. Botucatu, 2000. 88 p. Tese (Doutorado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP.

TAYLOR, N. J.; CHAVARRIAGA, P.; RAEMAKERS, K.; SIRITUNGA, D.; ZHANG, P. Development and application of transgenic technologies in cassava. **Plant Molecular Biology**, v. 56, p. 671–678, 2004.

VIANA, A. E. S.; SEDIYAMA, T.; LOPES, S. C.; CECON, R.; SILVA, A. A. Efeito do comportamento e de incisões no córtex da mandioca sobre o cultivo da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 5, p. 1263-1269, 2001.

VIDIGAL FILHO, P. S.; PEQUENO, M. G.; SCAPIM, C. A.; GONÇALVES VIDIGAL, M. C.; MAIA, R. R.; SAGRILO, E.; SIMON, G. A.; LIMA, R. S. Avaliação de cultivares de mandioca na Região Noroeste do Paraná. **Bragantia**, v. 59, n. 1, p. 69-75, 2000.

VILELA, L.; SOUSA, D. M. G.; SILVA, J. E. **Adubação potássica**. *In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E., Eds. Cerrado: correção do solo e adubação*. 2ed. Brasília, Embrapa, 2004. p.169-183.