



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

ATAIZA DE ANDRADE SOUSA

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE RAÍZES DE MANDIOCA, CV. ACIOLINA,
SOB DIFERENTES DOSES DE POTÁSSIO E ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO NA
SAVANA DE RORAIMA**

Boa Vista - RR

2014

ATAIZA DE ANDRADE SOUSA

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE RAÍZES DE MANDIOCA, CV. ACIOLINA,
SOB DIFERENTES DOSES DE POTÁSSIO E ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO NA
SAVANA DE RORAIMA**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Roraima em parceria com a EMBRAPA Roraima para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Cátia Pereira Uchôa

Co-orientador: Prof. Dr. José Maria Arcanjo Alves.

Boa Vista - RR

2014

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal de Roraima

S725p Sousa, Ataiza de Andrade.
Produtividade e qualidade de raízes de mandioca, cv. aciolina, sob diferentes doses de potássio e épocas de avaliação na savana de Roraima / Ataiza de Andrade Sousa. – Boa Vista, 2014.
74 f. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Cátia Pereira Uchôa.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Roraima, Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

1 – Mandioca. 2 – Produtividade agrícola. 3 – Agronomia. 4 – Roraima. I – Título. II – Uchôa, Sandra Cátia Pereira (orientadora).

CDU – 633.68(811.4)

ATAÍZA DE ANDRADE SOUSA

Produtividade e qualidade de raízes de mandioca em função de época de colheita e doses de potássio, na Savana de Roraima

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

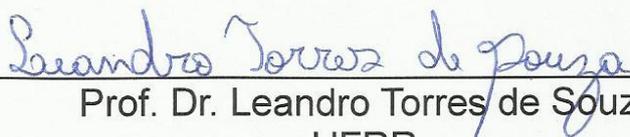
Aprovada: 26 de março de 2014.



Profa. Dra. Sandra Cátia Pereira Uchôa
Orientadora– UFRR



Prof. Dr. Romildo Nicolau Alves
IFRR



Prof. Dr. Leandro Torres de Souza
UFRR



Prof. Dr. Paulo Roberto Ribeiro Rocha
UFRR

*Primeiramente a Deus, minha fortaleza e meu refúgio.
Aos meus pais e irmãos, pelo amor, dedicação e apoio incondicionais.
Dedico este trabalho.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre me amparar nos momentos mais difíceis e me fazer tão forte diante das adversidades e pelas bênçãos que me concede todos os dias.

A minha família, por estarem sempre ao meu lado, pela paciência, dedicação e amor incondicional.

A Universidade Federal de Roraima e Embrapa – Roraima por me acolherem em mais uma etapa da minha formação acadêmica.

Ao Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Roraima, pela formação da vida acadêmica.

Ao CNPQ pela concessão da bolsa de estudo.

A minha orientadora, Profa. Sandra Cátia P. Uchôa e ao meu co-orientador Prof. José Maria Arcanjo Alves, pela confiança, paciência, dedicação e ensinamentos durante a condução e avaliação do experimento.

Aos Professores e Pesquisadores do POSAGRO, que cederam equipamentos e laboratórios, e pelo conhecimento repassado.

Aos professores doutores Leandro Souza, Romildo Alves e Paulo Roberto Rocha, pelas importantes contribuições.

A minha equipe de trabalho pela ajuda, dedicação, risadas e companheirismo.

Aos amigos por entenderem minha ausência, mas sempre se fazerem presente quando era preciso.

Ao professor Oscar Smiderle, pelas conversas, ensinamentos, e conselhos.

A todos os colegas do mestrado, bolsistas, servidores da UFRR, ajudantes de campo, alunos de agronomia pelo convívio, ajuda e apoio.

A todos, meus sinceros agradecimentos.

BIOGRAFIA

ATAIZA DE ANDRADE SOUSA, filha de Ataidés de Andrade e Lindalva Vieira de Sousa, nasceu em 27 de novembro de 1986, na cidade de São Luiz, Roraima.

Concluiu o ensino médio na Escola Estadual Gonçalves Dias no ano de 2003, em Boa Vista, Roraima.

Em março de 2004, ingressou no curso de Agronomia na Universidade Federal de Roraima, onde concluiu o curso em 2009. Durante a graduação foi bolsista do programa de iniciação científica da UFRR (PIC).

Em 2012, iniciou o mestrado em Agronomia, do Programa de Pós-Graduação, área de concentração Produção Vegetal, da Universidade Federal de Roraima – UFRR.

“Ando devagar por que já tive pressa,
e levo esse sorriso por que já chorei demais.

Hoje me sinto mais forte,
mais feliz quem sabe,
só levo a certeza de que muito pouco sei,
ou nada sei.”

(Tocando em frente – Almir Sater e Renato Texeira)

SOUSA, Ataiza de Andrade. **Produtividade e qualidade de raízes de mandioca, cv. Aciolina, sob diferentes doses de potássio e épocas de avaliação na savana de Roraima.** 2014. 74 p. Dissertação de Mestrado em Agronomia - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2014.

RESUMO

Objetivou-se com o presente estudo avaliar a produtividade e qualidade de raízes de mandioca, cv. aciolina, sob diferentes doses de potássio e épocas de avaliação na savana de Roraima. No experimento empregou-se o delineamento em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As cinco doses de potássio foram aleatorizadas nas parcelas (0, 30, 60, 120 e 240 kg ha⁻¹ de K₂O), aplicadas no plantio e em cobertura aos 30 e 60 dias após o plantio (DAP), e cinco épocas de avaliação (150, 210, 270, 360 e 420 DAP), nas subparcelas. A parcela experimental foi constituída por nove fileiras simples de mandioca com 6,4 m de comprimento contendo onze plantas (99 plantas por parcela), em que os 4,8 m no meio das fileiras centrais corresponderam à área útil (23,04 m²). O plantio foi feito em fileiras simples, obedecendo ao espaçamento de 0,8 x 0,8 m, totalizando 15.625 plantas por hectare. As colheitas, conforme as épocas estabelecidas, foram realizadas de forma manual, retirando-se três plantas inteiras da área útil por subparcela, sendo avaliadas as seguintes variáveis: altura da planta, produtividade de parte aérea (kg ha⁻¹), número de raízes tuberosas, diâmetro da raiz (cm), produtividade de raiz (kg ha⁻¹), índice de colheita (IC), teor de HCN nas folhas, caule, polpa da raiz e córtex da raiz. Algumas variáveis foram analisadas apenas aos 360 DAP; número de raízes comerciais, produtividade de raiz comercial (kg ha⁻¹), teor de amido e matéria seca e rendimento de farinha. Os componentes de produção da mandioca altura da planta, produtividade de parte aérea, diâmetro de raiz e produtividade de raiz, apresentaram comportamento linear positivo, tanto em função das épocas de colheita, quanto em função das doses de K₂O, não sendo observado período de repouso fisiológico na cv. Aciolina, nas condições desta pesquisa. Para o número de raízes tuberosas, número de raízes comerciais, produtividade de raiz comercial e produtividade de amido, o comportamento foi linear em função das doses de K₂O. O maior índice de colheita, 71,5% é obtido com 173,1 kg ha⁻¹ de K₂O aos 420 DAP. A maior produtividade de raízes foi de 78.000 kg ha⁻¹ e de amido foi de 14.096 kg ha⁻¹, ambas obtidas com a maior dose de K₂O aplicada (240 kg ha⁻¹ de K₂O), aos 420 DAP. O teor de amido, teor de matéria seca e rendimento de farinha apresentaram comportamento quadrático em função das doses de K₂O, obtendo maiores percentuais nas doses de 150 kg ha⁻¹, 147 kg ha⁻¹ e 203 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente. O teor de HCN no córtex da raiz e na folha aumentam com o aumento das doses de K₂O. A partir dos 235 DAP o teor de HCN diminui com idade de colheita. O teor de HCN no caule e HCN na raiz apresentaram comportamento quadrático em função das doses de K₂O, e linear negativo em relação às épocas de avaliação. O teor de HCN varia entre as partes da planta, sendo as maiores concentrações encontradas nas folhas e os menores na raiz.

Palavras-chave: Amido. HCN. *Manihot esculenta*. Produção.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the productivity and quality of cassava cv. Aciolina under different levels of potassium and evaluation times in the savannah of Roraima. At the experiment was used a randomized block design with a split plot design with four replications. The five levels of potassium were randomized in plots (0; 30; 60; 120 and 240 kg ha⁻¹ K₂O) applied at planting and cover for 30 and 60 days after planting (DAP), and five-year assessment (150; 210; 270; 360 and 420 DAP), the subplots. The experimental plot consisted of nine single rows of cassava with 6,4 m long containing eleven plants (99 plants per plot), where 4.8 m in the middle of the central rows corresponded to floor area (23.04 m²). The planting was done in single rows, according to the spacing of 0.8 x 0.8 m, totalizing 15,625 plants per hectare. Crops, as established seasons were performed manually, removing three entire plants of floor area per plot, the following variables were evaluated: plant height, shoot productivity (kg ha⁻¹), number of roots, root diameter (cm), root productivity (kg ha⁻¹), harvest index (IC), HCN content in leaves, stem, root and pulp of the root cortex. Some variables were analyzed only at 360 DAP, number of commercial roots productivity for commercial roots (kg ha⁻¹), starch and dry matter productivity and flour. Productivity components of cassava plant height, productivity of shoot, root diameter and root productivity showed positive linear behavior, both due to harvest time, as a function of K₂O levels, not being observed physiological rest period cv. Aciolina under the conditions of this study. For the number of storage roots, roots number of commercial, business productivity and productivity of root starch, the behavior is linear in terms of K₂O levels. The highest harvest index, 71.5% is obtained with 173,1 kg ha⁻¹ K₂O at 420 DAP. The highest root productivity was 78,000 kg ha⁻¹ and starch was 14,096 kg ha⁻¹, both obtained with the highest dose of K₂O applied (240 kg ha⁻¹ of K₂O), at 420 DAP. The starch content, dry matter content and flour productivity showed a quadratic behavior as a function of K₂O levels, obtaining the highest percentages in doses of 150 kg ha⁻¹, 147 kg ha⁻¹ and 203 kg ha⁻¹ K₂O, respectively. The concentration of HCN in the cortex of the root and the sheet increases with increased doses of K₂O. From 235 HCN content decreases with age harvest. The HCN content in the stem and the root HCN showed quadratic behavior as a function of K₂O levels, and linear negative with respect to the evaluation times. The HCN content ranging from parts of the plant, and the highest concentrations found in the smaller leaves and the root.

Key words: Starch. HCN. *Manihot esculenta*. Production.

LISTA DE FIGURAS

RELAÇÃO DE FIGURAS DO ARTIGO A

FIGURA 1-	Médias mensais de precipitação pluvial e temperatura média, no período de outubro de 2012 a dezembro de 2013. Boa Vista, Roraima, 2014.....	31
FIGURA 2-	Altura de plantas de mandioca, cv. Aciolina, em função das doses de K_2O (a), e das épocas de avaliação (b), Boa Vista-RR, 2012/2013.....	35
FIGURA 3-	Massa fresca da parte aérea de plantas de mandioca, cv. Aciolina, em função das doses de K_2O (a), e das épocas de avaliação (b), Boa Vista-RR, 2012/2013.....	37
FIGURA 4-	Número de raízes em plantas de mandioca, cv. Aciolina, em função das doses de K_2O estudadas, Boa Vista-RR, 2012/2013.....	38
FIGURA 5-	Diâmetro de raízes de mandioca, cv. Aciolina, em função das épocas de avaliação, nas doses de K_2O , Boa Vista-RR, 2012/2013.....	39
FIGURA 6-	Produtividade de raízes de mandioca da cv. Aciolina em função das épocas de avaliação, nas doses de K_2O , Boa Vista-RR, 2012/2013.....	40
FIGURA 7-	Índice de colheita de plantas de mandioca, cv. Aciolina, em função das épocas de avaliação, nas doses de K_2O , Boa Vista-RR, 2012/2013.....	42
FIGURA 8-	Número de raízes comerciais (a) e produtividade de raízes comerciais (b) de mandioca da cv. Aciolina em função de doses de K_2O , avaliadas aos 360 DAP, Boa Vista-RR, 2012/2013.....	44
FIGURA 9-	Teor de Amido (a) e produtividade de amido (b) de mandioca da cv. Aciolina em função de doses de K_2O , avaliadas aos 360 DAP, Boa Vista-RR, 2012/2013.....	45
FIGURA 10-	Teor de matéria seca (a) e rendimento de farinha (b) de mandioca da cv. Aciolina em função de doses de K_2O , avaliadas aos 360 DAP, Boa Vista-RR, 2012/2013.....	46
FIGURA 11-	Rendimento de farinha de plantas da cv. Aciolina em função de doses de K_2O , avaliadas aos 360 DAP, Boa Vista-RR, 2012/2013.....	47

RELAÇÃO DE FIGURAS DO ARTIGO B

- FIGURA 1- Médias mensais de precipitação pluvial e temperatura média, no período de outubro de 2012 a dezembro de 2013. Boa Vista, Roraima, 2014..... 54
- FIGURA 2- Teor de HCN no córtex da raiz em função das doses de K_2O (a), e das épocas de avaliação (b), teor de HCN na folha em função das doses de K_2O (c), e das épocas de colheita (d) de mandioca cv Aciolina, Boa Vista-RR, 2012/2013..... 58
- FIGURA 3- Teor de HCN no caule em função das doses de K_2O (a), e das épocas de avaliação (b), teor de HCN na raiz em função das doses de K_2O (c), e das épocas de colheita (d) de mandioca cv Aciolina, Boa Vista-RR, 2012/2013..... 60

LISTA DE TABELAS

RELAÇÃO DE TABELAS DO ARTIGO A

TABELA 1-	Atributos químicos e físicos do solo nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, Boa Vista-RR, 2012/2013.....	32
TABELA 2-	Resumo da análise de variância das características de plantas de mandioca cv. Aciolina, em função de doses de K ₂ O e épocas de avaliação, Boa Vista-RR, 2012/2013.....	35
TABELA 3-	Índice de colheita em função de doses de K nas diferentes épocas de avaliação, Boa Vista-RR, 2012/2013.....	42
TABELA 4-	Resumo da análise de variância das características de plantas de mandioca cv. Aciolina, em função de doses de K ₂ O analisadas aos 360 DAP, Boa Vista-RR, 2012/2013.....	43

RELAÇÃO DE TABELAS DO ARTIGO B

TABELA 1-	Atributos químicos e físicos do solo nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, Boa Vista-RR, 2012/2013.....	55
TABELA 2-	Resumo da análise de variância para o teor de HCN nas diferentes partes das plantas de mandioca cv. Aciolina, em função de doses de K ₂ O e épocas de avaliação, Boa Vista-RR, 2012/2013.....	57

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVO	18
2.1	Objetivo geral.....	18
2.2	Objetivo específico.....	18
3	REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1	Aspectos Gerais.....	19
3.2	Importância da mandioca.....	20
3.3	Adubação na cultura da mandioca.....	22
3.4	Efeito do potássio.....	24
4	ARTIGO A: CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DA MANDIOCA EM FUNÇÃO DE NÍVEIS DE ADUBAÇÃO POTÁSSICA E ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	27
4.1	RESUMO.....	27
4.2	ABSTRACT.....	28
4.3	INTRODUÇÃO.....	29
4.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	31
4.4.1	Caracterização da área experimental.....	31
4.4.2	Caracterização da cultivar de mandioca.....	32
4.4.3	Instalação e condução do experimento em campo.....	32
4.4.4	Variáveis analisadas.....	33
4.4.5	Análise estatística.....	34
4.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.6	CONCLUSÕES.....	49
5	ARTIGO B: TEOR DE ÁCIDO CIANÍDRICO EM PLANTAS DE MANDIOCA EM FUNÇÃO DE ÉPOCAS DE COLHEITAS E NÍVEIS DE ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA SAVANA DE RORAIMA	50
5.1	RESUMO.....	50
5.2	ABSTRACT.....	51
5.3	INTRODUÇÃO.....	52
5.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	53
5.4.1	Caracterização da área experimental.....	53
5.4.2	Caracterização da cultivar de mandioca.....	55

5.4.3	Instalação e condução do experimento em campo.....	55
5.4.4	Variáveis analisadas.....	56
5.4.5	Análise estatística.....	57
5.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
5.6	CONCLUSÕES.....	63
5.7	CONCLUSÕES GERAIS.....	64
	REFERÊNCIAS.....	65

INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), pertence à família Euphorbiaceae, é cultivada por pequenos agricultores em mais de 100 países tropicais e subtropicais. Suas raízes são ricas em carboidratos e não contém glúten, sendo considerado o alimento básico dos trópicos, desempenhando papel importante na alimentação humana, animal e na indústria de processamento (FAO, 2014).

Devido à sua ampla adaptação às diferentes condições edafoclimáticas e ao seu potencial de produção, a mandioca é cultivada em todas as regiões brasileiras, sendo plantada em 2.188.491 hectares, com produção anual de 21.199.305 toneladas e rendimento médio de 13.909 kg ha⁻¹ (IBGE, 2014).

Em Roraima, a área cultivada com a cultura da mandioca é de 6.210 ha, com produção de 77.192 toneladas e rendimento médio de 13,309 kg ha⁻¹ (IBGE, 2014). Contudo, há relato de rendimento superior em Roraima, como o observado por Alves et al. (2009), os quais obtiveram produtividade de raiz fresca da cultivar Aciolina de 46.858,3 kg ha⁻¹, em Latossolo Amarelo corrigido e adubado.

A maior parte dos cultivos de mandioca, concentrada no seguimento dos pequenos produtores, caracteriza-se pelo baixo uso de insumos no manejo da cultura, devido à capacidade que a espécie tem de se desenvolver e produzir relativamente bem em solos de baixa fertilidade (CARVALHO et al., 2007), sendo, possivelmente, uma das principais causas da baixa produtividade brasileira de raízes de mandioca, observadas nas últimas décadas (PEREIRA et al., 2012).

Estudos a respeito da resposta da mandioca ao aporte de fertilizantes químicos ainda são relativamente escassos. Entretanto alguns trabalhos demonstram que a mandioca responde positivamente à adubação, de modo que, o uso adequado de fertilizantes contribui para a melhoria do rendimento da cultura (BURNS et al., 2010; FELTRAN et al., 2009). Dentre os nutrientes essenciais às plantas, o potássio é extraído em maior quantidade pela mandioca (OTSUBO; LORENZI, 2004). Segundo Takahashi e Bicudo (2005), a disponibilidade de K para as plantas de mandioca afeta a produtividade da cultura e a qualidade das ramas utilizadas no plantio, baixando a produtividade da lavoura propagada de ramas obtidas de áreas deficientes em potássio.

De acordo com Carvalho et al. (1999), no Brasil, as práticas de manejo aplicadas aos solos, em geral carentes em minerais potássicos facilmente

intemperizáveis, somando-se as perdas por erosão, lixiviação e exportação desse nutriente pelas culturas concorrem para que o balanço de K no sistema solo-planta seja, em muitas situações, negativo, o que resulta no comprometimento do processo produtivo. Em Roraima, os solos sob vegetação de savana, de forma geral, são bastante intemperizados e a reserva de potássio dos mesmos não é suficiente para suprir à quantidade extraída pela cultura por longos períodos de tempo, sendo necessária para a sustentabilidade do sistema produtivo a restituição da quantidade exportada do nutriente via adubação.

Apesar da mandioca apresentar uma série de atributos positivos à sua produção e comercialização, a planta contém glicosídeos cianogênicos (linamarina e lotaustralina) que, dependendo dos teores, podem restringir a utilização na alimentação humana e animal (BURNS et al., 2010).

El-Sharkawy e Cadavid (2000), trabalhando com mandioca, constataram que o conteúdo de HCN nas raízes foi significativamente reduzido com o uso de fertilizantes potássicos em todas as cultivares avaliadas, apontando a importância do K na redução do conteúdo de HCN nas raízes de mandioca. Estudos realizados por Susan John; Ravindran; George (2005) constataram que a adubação potássica, além de aumentar o rendimento da cultura e o teor de matéria seca e de amido, também reduz o teor de HCN, provavelmente devido ao potássio ser essencial para a síntese e translocação de carboidratos. Por outro lado, Bregagnoli (2006) observou diminuição no teor de amido com aumento da dose de potássio, devido à elevação da quantidade de água nos tubérculos.

Essas evidências sinalizam para a necessidade da realização de pesquisas que forneçam maiores informações a respeito do manejo e parcelamento da adubação potássica na cultura da mandioca.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral:

Avaliar o efeito de doses de potássio e épocas de avaliação na produtividade e qualidade de raízes de mandioca cv. Aciolina na savana de Roraima.

2.2 Objetivos Específicos:

- 2.2.1 Avaliar efeito de épocas de avaliação nas características agronômicas da mandioca cv. Aciolina em cinco níveis de adubação potássica;
- 2.2.2 Avaliar efeito de épocas de avaliação nas características qualitativas de raízes de mandioca em cinco níveis de adubação potássica;
- 2.2.3 Avaliar o efeito de épocas de avaliação no teor de ácido cianídrico na folha, caule e córtex e raiz em cinco níveis de adubação potássica.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Aspectos Gerais

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz, 1766), família Euphorbiaceae, é originária da região amazônica (CAGNON; CEREDA; PANTAROTTO, 2002). Pertence a classe das dicotiledôneas, sendo uma espécie alógama, altamente heterozigota e monóica, com flores masculinas e femininas dispostas na mesma inflorescência (FUKUDA, 2005).

Estudos realizados pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia indicam que a planta ancestral da mandioca é natural de vegetação associada a rios, na zona de transição entre a floresta Amazônica e o Cerrado, próxima às fronteiras entre Peru e Brasil, fortalecendo a hipótese de origem da mandioca como sendo Brasileira, identificando um provável centro de domesticação da mandioca no Sudoeste da Amazônia, além de confirmar e identificar a espécie ancestral da mandioca como sendo a espécie *M. esculenta* subsp. *Flabellifolia*. (CARVALHO, 2005).

É uma planta perene, com crescimento indefinido, alternando períodos vegetativos e dormência, provocada por condições climáticas severas, tais como baixas temperaturas ou déficit prolongado de água, sendo capaz de alcançar produções satisfatórias sob condições adversas de solo e clima, o que tem contribuído para o aumento da sua área plantada em solos marginalizados, geralmente ácidos, com baixo teor de nutrientes e deficiência hídrica, inaptos para a maioria dos cultivos (ALVES, 2006).

O ciclo de desenvolvimento da mandioca, descrito por Ternes (2002), é composto por cinco fases fisiológicas principais, sendo quatro ativas e uma de repouso vegetativo. A primeira fase é chamada de brotação da maniva onde, sob condições favoráveis de umidade e temperatura, surgem as primeiras raízes fibrosas, após o 7º dia do plantio. Na segunda fase, continua sendo formado o sistema radicular tendo duração aproximada de 70 dias. Durante a terceira fase ocorre o desenvolvimento da parte aérea da planta e, simultaneamente, o espessamento de algumas raízes fibrosas, pelo acúmulo de amido. A quarta fase caracteriza-se pelo espessamento das raízes de reserva em decorrência da migração das substâncias de reserva para as raízes de armazenamento que se inicia na fase anterior e acentua-se no 5º mês. Nessa fase já não há mais

crescimento das raízes em comprimento, mas em diâmetro, pela deposição do amido. A quinta e última fase, a chamada fase de repouso vegetativo, a planta perde a folhagem naturalmente, encerrando a sua atividade vegetativa, permanecendo apenas a migração das substâncias de reserva para a formação de amido nas raízes, sendo importante ressaltar, que em algumas regiões não é observado esse comportamento. Recomeça após esse período de repouso uma nova fase de crescimento, quando é reiniciada a formação das ramas e folhas que, inicialmente, acontece à custa do amido armazenado nas raízes e ramas durante a fase de crescimento anterior.

3.2 Importância da Mandioca

A mandioca é uma das fontes mais econômicas de carboidratos nos trópicos, apresentando grande importância na alimentação humana e animal e na indústria de processamento de farinha e fécula (ALBUQUERQUE et al., 2008). Possui grande valor histórico, pois exerceu papel relevante para as populações nativas no início da colonização do Brasil, por ser considerada uma cultura de subsistência, e produto de valor comercial, visto ser a farinha o principal alimento consumido pelas vilas e povoados naquela época (SENA, 2010).

Seu cultivo deve-se, principalmente, por suas raízes tuberosas serem ricas em amido, sendo uma importante fonte de carboidratos para mais de 800 milhões de pessoas, em grande parte na África, Ásia e América do Sul (BURNS et al., 2010). Na África, a mandioca é a principal fonte de energia para mais de 40% da população, aonde chega-se a consumir até 800 gramas de mandioca por pessoa/dia (NHASSICO et al., 2008).

As raízes de mandioca possuem seu uso difundido em todas as regiões do Brasil, tanto para processamento quanto para consumo de mesa, sendo cozida, frita ou empregada na confecção dos mais variados pratos doces e salgados (SOUZA; SOUZA; GOMES, 2006). A mandioca é também importante matéria-prima industrial para a produção de amido, produtos farmacêuticos, confeitarias, alimentos embutidos, embalagens, colas, papéis, mineração, têxtil, e ração animal (NNODU; EZUKILE; ASUMUGHA, 2006).

Um dos problemas quanto à segurança alimentar em relação à mandioca é a presença de quantidades consideráveis de cianeto, que ocorre na forma de glicosídeos cianogênicos, a linamarina e a lotaustralina, geralmente na proporção de

97:3 (UYOH et al., 2007). Nas plantas, o HCN encontra-se ligado a carboidratos denominados glicosídeos cianogênicos ou cianoglicosídeos, que são metabólitos secundários que em decorrência de clivagem enzimática liberam o íon tóxico cianeto (CN^-), sendo liberado após sua hidrólise (AMORIM; MEDEIROS; RIET-CORREA, 2006). A mandioca é uma das mais de 2.000 espécies de plantas conhecidas que contém esses glicosídeos cianogênicos (MOLLER, 2010). Segundo Vetter (2000), ainda não foi encontrado nenhuma cultivar de mandioca sem esses glicosídeos.

Todas as cultivares de mandioca possuem essa característica, onde a concentração dos mesmos podem variar em função das cultivares e partes da planta, apresentando ainda alterações de acordo com o ambiente, idade da planta e até práticas culturais, sendo observados valores que vão de 1 a 2.000 mg kg^{-1} (CARDOSO JÚNIOR et al., 2005; CIAT 2007).

Segundo Silva et al. (2004), níveis elevados de HCN são encontrados na massa fresca das partes da planta como 1.140 mg kg^{-1} nos limbos foliares, 1.110 mg kg^{-1} nos pecíolos e 900 mg kg^{-1} nos caules. Nas raízes têm sido observados teores que variam de 9 a 660 mg kg^{-1} .

A ingestão de glicosídeos cianogênicos pode determinar a produção endógena de cianeto, o que pode ocasionar danos neurológicos importantes, (SANTA'ANA; DOMENE, 2008). Esses glicosídeos produzem HCN quando ocorre hidrólise enzimática com a atuação da linamarase. Essa enzima possui alta especificidade por estes substratos, degradando-os e liberando o HCN, que é o principal princípio tóxico dessa planta. (CEREDA; VILPOUX, 2003).

Quando o tecido é dilacerado, a linamarina é hidrolizada enzimaticamente por β -glicosidase (linamarase), a qual é separada do glicosídeo no tecido intacto por ser localizada em lugares distintos da célula (WHITE et al., 1998). A clivagem produz glicose e α -hidroxinitrila. Esta, quando catalisada por uma hidroxinitril-liase, transforma-se espontaneamente em HCN e nas cetonas correspondentes, sendo este processo chamado de cianogênese (CEREDA; VILPOUX, 2003).

Os teores desses glicosídeos e conseqüentemente de ácido cianídrico (HCN) constituem-se em parâmetro utilizado para classificar as mandiocas em mansas (baixos teores) e bravas (teores elevados), podendo estes teores variar em função das cultivares e partes da planta, apresentando ainda alterações de acordo com o ambiente, idade da planta e até práticas culturais (MAGALHÃES et al., 2009; MAZETTE et al., 2009).

Segundo Borges; Fukuda; Rossetti (2002), considera-se mansas as variedades que apresentam até 100 mg de HCN por kg de polpa de raiz fresca. E bravas ou impróprias para o consumo *in natura* aquelas com concentrações acima de 100 mg de HCN por kg de polpa de raiz fresca, sendo estas indicadas para a indústria, onde durante o processamento sua toxicidade é bastante reduzida. Já Sánchez (2004) classificou as variedades de mandioca quanto ao teor de HCN (em base úmida) na raiz, em: doces, com menos 180 mg kg⁻¹; intermediárias, entre 180-300 mg kg⁻¹; e amargas com mais de 300 mg kg⁻¹ de HCN.

As variedades mansas, em sua maioria, são consumidas após preparos mais simples (cozidas, fritas ou assadas), podendo também ser destinadas ao processamento. Já as variedades bravas são utilizadas para produzir farinhas, extrair amido e outros produtos, podendo ser consumidas após algum tipo de processamento industrial, que diminui a quantidade de ácido cianídrico na mesma (RAMOS, 2007).

Para utilização mais segura da mandioca como alimento, é necessário que sejam detoxificadas por meio da fragmentação e secagem do material, os quais provocam volatilização do ácido cianídrico. Outros processos como fermentação, prensagem e lavagem, e calor (acima de 180°C) também podem ser utilizados com sucesso na detoxificação da mandioca (LORENZI, 2003). Sendo solúveis em água, a maior parte dos glicosídeos capazes de gerar HCN, como a linamarina e lotaustralina, são removidos durante o processamento, entretanto, dependendo do tipo de processamento podem permanecer resíduos destes compostos tóxicos.

Em Roraima, as mandiocas para consumo *in natura* (macaxeiras) geralmente são colhidas com um ciclo, quando apresentam melhor qualidade culinária (SCHWENGBER; SMIDERLE; MATTIONI, 2005). As mandiocas para indústria (farinha ou fécula) apresentam melhor resultado econômico com dois ciclos.

3.3 Adubação na Cultura da Mandioca

Embora a mandioca seja mais produtiva do que a maioria das outras culturas quando cultivada em solos de baixa fertilidade, é também muito sensível quanto à disponibilidade de nutrientes, podendo exigir altos níveis de adubação para alcançar seu máximo potencial de rendimento (ADEKAYODE; ADEOLA, 2009).

Dessa forma, visando maior produtividade, é recomendado atender às necessidades da planta por meio da utilização de adubos em quantidades

economicamente ajustadas para o alcance de melhores índices (NGUYEN et al., 2002). A maior parte dos solos de terra firme da Amazônia brasileira, incluindo os solos sob vegetação de savana, são ácidos e pobres em nutrientes, limitando o crescimento de várias espécies vegetais. Essas limitações podem ser corrigidas por meio do uso de corretivos, em geral calcários e fertilizantes químicos ou orgânicos.

A cultura da mandioca absorve grandes quantidades de nutrientes e praticamente exporta tudo o que foi absorvido. Em média, para uma produção de 25 t ha⁻¹ de raízes são extraídos 123 kg de nitrogênio, 27 kg de fósforo, 146 kg de potássio, 46 kg de cálcio e 20 kg de magnésio, assim, a ordem decrescente de absorção de nutrientes pela cultura é a seguinte: K > N > Ca > P > Mg (MATTOS; BEZERRA, 2003).

Saber qual a quantidade adequada desses nutrientes para uma produção satisfatória torna-se cada vez mais necessário, pois a aplicação em excesso destes pode ter impactos ambientais negativos, como por exemplo, a lixiviação de nutrientes móveis para os lençóis freáticos, além de aumentar o custo de produção (BURNS et al., 2010).

Estudos realizados por Feltran et al. (2009), mostram efeito positivo do uso da adubação sobre a produtividade de raízes de mandioca, onde verificou aumento da produção com uso da adubação com N-P-K (4-20-20), na proporção de 4,09 kg de raízes por kg de adubo. Burns et al. (2010), afirmaram que além de melhorar o rendimento da mandioca, o uso adequado de fertilizantes também contribuiu para o aumento do teor de nutrientes nos tubérculos, satisfazendo assim os aspectos nutricionais e garantindo a segurança alimentar dos consumidores.

Outro ponto importante refere-se à correlação entre a disponibilidade de nutrientes e a concentração de glicosídeos cianogênicos produzidos pela planta. Cadavid et al. (1998) relataram em seus estudos que o uso combinado de N, P e K resultou na diminuição da concentração de glicosídeos cianogênicos totais em raízes de mandioca, juntamente com um aumento na biomassa radicular. Nambisan (2003), ao utilizar somente adubo nitrogenado verificou aumento nas concentrações de glicosídeos cianogênicos em raízes de mandioca. Oliveira et al. (2012), trabalhando com adubação nitrogenada verificou que doses de N entre 219 e 241 kg ha⁻¹ determinaram os maiores acúmulos de HCN na planta, sendo os maiores teores encontrados no córtex da raiz.

Nesse intuito, tem-se realizado pesquisas referentes aos aspectos da

dinâmica de nutrientes na cultura da mandioca, as quais têm deixado cada vez mais claro, que embora seja uma cultura tolerante a solos pobres, a mandioca responde positivamente a utilização adequada de fertilizantes (SUSAN JOHN, 2010).

3.4 Efeito do Potássio

O potássio (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 (MEURER, 2006). Sua principal função é a ativação de diversas enzimas (FIGUEIREDO et al., 2008).

O K é um dos nutrientes minerais que, juntamente com o N, participa em maior quantidade na produção de massa seca vegetal. Duas importantes funções fisiológicas ligadas diretamente à fotossíntese são atribuídas ao K, as quais são a regulação do mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos e a translocação dos assimilados das folhas para regiões de drenos da planta (COGO et al., 2006).

A quantidade inadequada de potássio fornecida para as plantas ocasiona funcionamento irregular das células estomáticas, podendo diminuir a assimilação de CO₂ e a taxa fotossintética, bem como a produção de fotoassimilados, prejudicando, assim, o processo produtivo. (CECÍLIO; GRANGEIRO, 2004). Por outro lado, o excesso de K pode afetar negativamente a absorção de Ca, Mg e P, chegando muitas vezes a causar a deficiência desses nutrientes na planta, gerando queda de produção (SILVEIRA; MALAVOLTA, 2006;).

Em se tratando da mandioca, a cultura é geralmente cultivada por agricultores familiares em solos de baixa fertilidade, o que vem resultando em rendimentos mais baixos se comparados ao seu real potencial de rendimento. Susan John; Ravindran; George (2005) mostraram que embora a mandioca seja adaptada a solos com baixa fertilidade, doses adequadas de nutrientes aumentam consideravelmente sua produtividade, constatando em seus estudos que a mandioca possui elevada exigência quanto a necessidade de K.

Segundo Takahashi e Bicudo (2005), a disponibilidade de K para as plantas de mandioca afeta a produtividade da cultura e a qualidade das ramas utilizadas no plantio, baixando a produtividade da lavoura propagada de ramas obtidas de áreas deficientes em potássio.

Entretanto, os solos brasileiros, de modo geral, apresentam baixo teor disponível de minerais potássicos, de modo que as suas reservas não são

suficientes para suprir as necessidades das culturas. Somando-se a isso, as práticas de manejo aplicadas a esses solos concorrem para que o balanço de K no sistema solo-planta seja em muitas situações negativo. Outro aspecto importante a ser considerado é que as perdas por erosão, lixiviação e exportação desse nutriente pelas culturas são maiores que as adições promovidas pelas adubações potássicas, o que acaba comprometendo o processo produtivo (MALAVOLTA, 2006).

Como o K é facilmente lixiviado em solos arenosos em comparação a solos com maiores teores de argila (WERLE; GARCIA; ROSOLEM, 2008), doses maiores de K, parceladas com maior frequência de aplicações em cobertura, poderiam promover ganho de produtividade da cultura da mandioca, que apresenta ciclo longo e crescimento lento. Contudo, doses acima daquelas necessárias para o satisfatório crescimento e desenvolvimento das plantas podem reduzir a produção de tubérculos e elevar os custos de produção (COGO et al., 2006).

A baixa disponibilidade de potássio no solo pode causar diminuição da produtividade e redução gradativa na taxa de crescimento das plantas. A sua deficiência não revela indicativos imediatos, no entanto, de acordo com Castro e Oliveira (2005), quando severa apresenta sintomas que se iniciam com mosqueado amarelado nas bordas das folhas da parte inferior da planta, essas áreas cloróticas avançam para o centro das folhas tornando-se necrótica nas bordas, perdendo turgidez na planta e resistência ao acamamento.

Em adubações excessivas, com o aumento da absorção e acúmulo de K na planta, há redução do potencial osmótico e aumento da absorção de água, o que causa diluição dos teores de matéria seca e de amido nos tubérculos (REIS JR; FONTES, 1999). Portanto, o potássio assume, de modo geral, papel da maior importância na qualidade do tubérculo.

Adekayode e Adeola (2009), estudando o efeito de fertilizante potássico (cloreto de potássio) na mandioca obtiveram resposta linear no rendimento e produtividade das raízes, onde as maiores doses de potássio (120 e 150 kg ha⁻¹ de K²O) apresentaram um incremento de 73,3 e 90,3 %, respectivamente.

Estudos realizados por Susan John; Ravindran; George (2005) constataram que a adubação potássica, além de aumentar o rendimento da cultura, o teor de matéria seca e de amido, reduz também o teor de HCN, provavelmente devido ao potássio ser essencial para a síntese e translocação de hidratos de carbono. Por outro lado, Bregagnoli (2006) observou uma diminuição no teor de amido com o

aumento da dose de potássio, devido à elevação da quantidade de água nos tubérculos.

El-Sharkawy e Cadavid (2000), constataram que o conteúdo de HCN nas raízes de mandioca foi significativamente reduzido com o uso de fertilizantes potássicos em todas as cultivares avaliadas, apontando a importância do K na redução do conteúdo de HCN nas raízes de mandioca. Por outro lado, Attalla; Greish; Kamel, (2001) mostraram uma elevação no nível de HCN em raízes de mandiocas em função de doses crescentes de fertilizante potássico.

Essas evidências sinalizam para a necessidade de pesquisas que gerem maiores informações sobre as quantidades e manejo da adubação na cultura da mandioca, a fim de esclarecer essas contradições nos resultados obtidos a partir de experimentos que estabelecem a relação entre os nutrientes (principalmente o potássio) e o conteúdo de amido e ácido cianídrico em raízes de mandioca.

4 ARTIGO A: CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DA MANDIOCA EM FUNÇÃO DE DOSES DE POTÁSSIO E ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO NA SAVANA DE RORAIMA

4.1 RESUMO

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar as características agronômicas da mandioca em função de doses potássio e épocas de avaliação na savana de Roraima. O experimento foi realizado no período de outubro de 2012 à dezembro de 2013, adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As cinco doses de potássio foram aleatorizadas nas parcelas (0, 30, 60, 120 e 240 kg ha⁻¹ de K₂O) e as cinco épocas de avaliação (150, 210, 270, 360 e 420 DAP), nas subparcelas. As colheitas, em cada época estabelecida, foram realizadas de forma manual, retirando-se três plantas inteiras da área útil por subparcela, sendo avaliadas as seguintes variáveis: altura da planta, produtividade de parte aérea (kg ha⁻¹), número de raízes tuberosas, diâmetro da raiz (cm), produtividade de raiz (kg ha⁻¹) e índice de colheita (IC). As variáveis número de raízes comerciais, produtividade de raiz comercial (kg ha⁻¹), teor de amido, matéria seca e rendimento de farinha foram analisadas aos 360 DAP;. Os componentes de produção da mandioca altura da planta, produtividade de parte aérea, diâmetro de raiz e produtividade de raiz, apresentaram comportamento linear positivo, tanto em função das épocas de colheita, quanto em função das doses de K₂O, não sendo observado período de repouso fisiológico na cv Aciolina. Para o número de raízes tuberosas, número de raízes comerciais, produtividade de raiz comercial e produtividade de amido, o comportamento foi linear em função das doses de K₂O. A maior produtividade de raízes foi de 78.000 kg ha⁻¹ e de amido foi de 14.096 kg ha⁻¹, ambas obtidas com a maior dose de K₂O aplicada (240 kg ha⁻¹ de K₂O), aos 420 DAP. O teor de amido, teor de matéria seca e rendimento de farinha apresentaram comportamento quadrático em função das doses de K₂O, obtendo os maiores percentuais nas doses de 150 kg ha⁻¹, 147 kg ha⁻¹ e 203 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente.

Palavras-chave: Amido. Adubação potássica. *Manihot esculenta*. Produtividade.

ARTICLE A: AGRONOMICAL CHARACTERISTICS OF CASSAVA IN FUNCTION OF DIFFERENT LEVELS OF POTASSIUM FERTILIZATION AND TIMES OF EVALUATION AT RORAIMA'S SAVANNAH

4.2 ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the agronomic characteristics of cassava in function of potassium doses and times of evaluation at Roraima's savannah. The experiment was conducted from October 2012 to December of 2013, was adopted the experimental design of randomized blocks in a split plot design with four replications. The five levels of potassium were randomized in plots (0; 30; 60; 120 and 240 kg ha⁻¹ K₂O) and the five evaluation periods (150; 210; 270; 360 and 420 DAP), the subplots. Crops in each season set, were performed manually, removing three entire plants of floor area per plot, the following variables were evaluated: plant height, shoot productivity (kg ha⁻¹), number of roots tuber, root diameter (cm), root yield (kg ha⁻¹) and harvest index (IC). The variable number of commercial roots, root productivity of commercial (kg ha⁻¹), starch content, dry matter productivity and flour were analyzed at 360 DAP; The productivity components of cassava plant height, productivity of shoot, root diameter and root productivity showed positive linear behavior, both due to harvest time, as a function of K₂O levels, not being observed physiological rest period cv. Aciolina. For the number of storage roots, roots number of commercial, business productivity and productivity of root starch, the behavior is linear in terms of K₂O levels. The highest root productivity was 78,000 kg ha⁻¹ and starch was 14,096 kg ha⁻¹, both obtained with the highest dose of K₂O applied (240 kg ha⁻¹ of K₂O), at 420 DAP. The starch content, dry matter content and flour productivity exhibited a quadratic behavior as a function of K₂O levels, achieving the highest percentage at doses of 150 kg ha⁻¹, 147 kg ha⁻¹ and 203 kg ha⁻¹ of K₂O, respectively.

Key words: Starch. Potassium fertilization. *Manihot esculenta*. Productivity.

4.3 INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), família Euphorbiaceae, é originária do Brasil, mas cultivada mundialmente em cerca de 16 milhões de hectares (EL-SHARKAWY; LOPEZ; BERNAL, 2008). Das 98 espécies descritas pertencentes ao gênero *Manihot*, é a única que é amplamente cultivada para a produção de alimentos (NASSAR, 2005).

É plantada em todas as regiões brasileiras devido a sua ampla adaptação às diferentes condições edafoclimáticas e ao seu potencial de produção. Seu cultivo deve-se, principalmente, por suas raízes tuberosas serem ricas em amido, sendo importante fonte de carboidratos para mais de 800 milhões de pessoas (BURNS et al., 2010). No Estado de Roraima, a cultura da mandioca é cultivada pela maioria dos pequenos agricultores, que a utiliza, quase que exclusivamente, para o consumo familiar (ALBUQUERQUE et al., 2009).

Embora a mandioca seja mais produtiva do que a maioria das outras culturas quando cultivada em solos de baixa fertilidade, é também uma cultura sensível quanto à disponibilidade de nutrientes, podendo exigir altos níveis de adubação para alcançar seu máximo potencial de rendimento (ADEKAYODE; ADEOLA, 2009). Portanto, recomenda-se atender às necessidades da planta por meio da utilização de adubos em quantidades economicamente ajustadas para o alcance de melhores resultados na produção e qualidade (NGUYEN et al., 2002).

Dentre os elementos, o Potássio (K^+) é extraído em maior quantidade pela mandioca (OTSUBO; LORENZI, 2004) e sua disponibilidade afeta a produtividade da cultura e das plantas a serem originadas de suas ramas (TAKAHASHI; BICUDO, 2005). De acordo com Susan John et al., (2010), uma colheita de mandioca rendendo uma produtividade de 30 mil kg ha⁻¹, remove de 180 a 200 kg N, 15 a 22 kg de P₂O₅ e 140 a 160 kg K₂O por hectare de solo. Esses resultados demonstram que a mandioca responde a adubação e possui elevada exigência quanto a necessidade de K, sendo necessário, portanto, restaurar e manter níveis adequados de nutrientes no solo durante o cultivo por meio do uso de práticas adequadas de adubação.

Em áreas de cerrado, o manejo da adubação potássica é de grande relevância por se tratar da região de maior expressão e de maior potencial de expansão na agricultura do país (ERNANI; ALMEIDA; SANTOS, 2007).

Adekayode e Adeola (2009), estudando o efeito de fertilizantes potássicos na mandioca obtiveram resposta linear no rendimento e produtividade das raízes, onde as maiores doses de potássio (120 e 150 kg ha⁻¹ de K²O) apresentaram um incremento de 73,3 e 90,3%, respectivamente.

Como o K é facilmente lixiviado em solos arenosos em comparação a solos com maiores teores de argila (WERLE; GARCIA; ROSOLEM, 2008), doses maiores de K, parceladas com maior frequência de aplicações em cobertura, poderiam promover ganho de produtividade da cultura da mandioca, que apresenta ciclo longo e crescimento lento. Contudo, doses acima daquelas necessárias para o satisfatório crescimento e desenvolvimento das plantas podem reduzir a produção de tubérculos e elevar os custos de produção (COGO et al., 2006).

Outro importante aspecto a ser observado quanto à produção da mandioca é a época de colheita. Segundo Benesi et al. (2008), a época de colheita ideal da mandioca não é bem definida, podendo variar em função de fatores ambientais, nutricionais e de acordo com a variedade. Assim, se as raízes são colhidas muito cedo, há redução na sua produtividade, enquanto que, se colhidas tardiamente, podem apresentar perda de qualidade, com desenvolvimento de raízes fibrosas e redução do teor de amido.

Em Roraima, as mandiocas para consumo *in natura* (macaxeiras) podem ser colhidas a partir de sete meses, tendo maior produtividade, teor de amido e qualidade de polpa aos 13 meses (ALVES et al., 2008). O encurtamento do ciclo, para menos de 12 meses, requer solo com melhor fertilidade e investimento em variedades modernas. A fertilização do solo permite, ainda, a sustentabilidade da área de cultivo, não necessitando da abertura de novas áreas (ASARE; AYEH; AMENORPE, 2009).

Dessa forma, verifica-se que a produção de mandioca pode ser limitada pelo fornecimento inadequado de nutrientes para as plantas, sendo necessários mais estudos que possam identificar nutrientes e quantidades que limitam a produção da cultura na região. Assim, objetivou-se com esta pesquisa avaliar as características agrônômicas da mandioca em função de diferentes níveis de adubação potássica e épocas de avaliação na savana de Roraima.

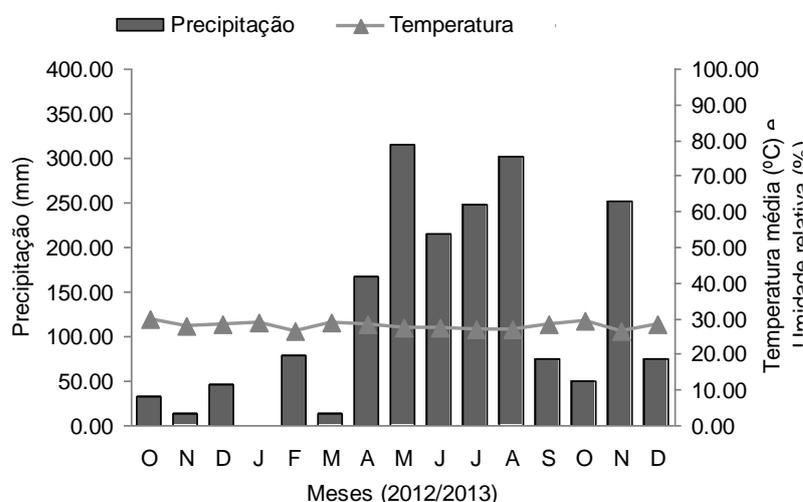
4.3 MATERIAL E MÉTODOS

4.3.1 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.

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).

Figura 1 - Médias mensais de precipitação pluvial e temperatura média do ar, no período de outubro de 2012 a dezembro de 2013. Boa Vista, Roraima, 2014.



Fonte: INMET (2013).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Amarelo distrocoeso típico (PA_{dx}), de textura Franco-Argilo-Arenosa e relevo suave ondulado. Estes solos são profundos, bem drenados, com sinais de erosão laminar, ausência de pedregosidade e rochiosidade, cuja vegetação dominante é do tipo savana parque (BENEDETTI et al., 2011). Constitui-se de uma área de segundo ano de plantio de mandioca. Os atributos químicos e físicos do solo, antes da instalação do experimento, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Atributos químicos e físicos do solo nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, Boa Vista-RR, 2012/2013

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

Camadas	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.

4.3.2 Caracterização da Cultivar

A cultivar de mandioca utilizada foi a Aciolina, pertencente ao Banco 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). Possuem a cor do córtex Roxa, e a cor da polpa crua branca, apresentando facilidade em destacar tanto a película quanto o córtex da raiz (Oliveira et al., 2011).

4.3.3 Instalação e Condução do experimento em campo

O experimento foi realizado no período de outubro de 2012 à dezembro de 2013. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As cinco doses de potássio foram aleatorizadas nas parcelas (0, 30, 60, 120 e 240 kg ha⁻¹ de K₂O), aplicadas no plantio e em cobertura aos 30 e 60 dias após o plantio (DAP), e cinco épocas de avaliação (150, 210, 270, 360 e 420 DAP), nas subparcelas.

A parcela experimental foi constituída por nove fileiras simples de mandioca com 6,4 m de comprimento contendo 11 plantas (99 plantas por parcela), em que os 4,8 m no meio das fileiras centrais corresponderam à área útil (23,04 m²). Na fase inicial de preparo do solo foi feita a dessecação das plantas daninhas com o produto comercial Roundup original (princípio ativo *glyphosate*) na dosagem de 2,5 L ha⁻¹, 10

dias antes do plantio.

A recomendação de calagem foi de 800 kg ha^{-1} de acordo com a análise do solo e para elevar a saturação de base a aproximadamente 55%, sendo metade da dose (400 kg ha^{-1}) de calcário dolomítico (PRNT 100%) aplicada a lanço, sem incorporação, logo após a dessecação da área, e o restante aplicado nas covas juntamente com a adubação de plantio: 80 kg ha^{-1} de P_2O_5 , correspondendo a metade da dose, fonte superfosfato simples; 50 kg ha^{-1} de N, correspondendo a um quarto da dose, fonte uréia; 40 kg ha^{-1} micronutrientes, FTE BR 12, e um terço da dose de cloreto de potássio, conforme as doses de K_2O estabelecidas para cada tratamento. As recomendações foram feitas de acordo com Schwengber; Smiderle; Mattioni (2005).

As coberturas com potássio foram feitas aos 30 e 60 dias após o plantio (DAP); as de nitrogênio aos 30, 60 e 270 DAP. Na última cobertura de N foi empregando 30 kg do formulado (14-34-0+FTE) mais 5 kg de uréia.

O plantio foi feito 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, medindo aproximadamente 20 cm , colocadas na posição horizontal em covas abertas manualmente, por meio de enxada, numa profundidade média de 10 cm . Durante a condução do experimento foram realizadas capinas manuais sempre que necessário, com uso de enxadas para o controle das plantas levando em consideração o período crítico de prevenção a interferência, de 25 a 75 dias, segundo Albuquerque et al. (2008). As pragas que ocorreram no desenvolvimento da cultura foram identificadas e controladas, fazendo-se uso de produtos químicos conforme recomendação dos fabricantes. Fez-se uso de irrigação complementar, por macroaspersão, entre outubro de 2012 a abril de 2013.

4.3.4 Variáveis Avaliadas

As colheitas, conforme as épocas estabelecidas foram realizadas de forma manual, retirando-se três plantas inteiras da área útil por subparcela, sendo avaliadas as seguintes variáveis: altura da planta - medida em centímetros da inserção com a cepa até a extremidade do ponteiro; produtividade de parte aérea (kg ha^{-1}) - estimada pela obtenção da massa fresca da parte aérea; número de raízes tuberosas - unidades de raízes tuberosas colhidas por planta; maior diâmetro da raiz (cm) - obtido por meio do paquímetro; produtividade de raiz (kg ha^{-1}) -

estimada pela obtenção da massa fresca das raízes tuberosas; índice de colheita (IC) - relação expressa em %, entre a massa das raízes tuberosas e a massa total da planta $(IC \%) = [(Massa \text{ de raízes}) / (Massa \text{ de raízes} + massa \text{ da parte aérea})] \times 100$;

Algumas variáveis foram analisadas apenas aos 360 DAP, sendo; número de raízes comerciais - unidades de raízes tuberosas com diâmetro igual ou superior a 5,0 cm; produtividade de raiz comercial ($kg \text{ ha}^{-1}$) - estimada pela obtenção da massa fresca das raízes tuberosas com diâmetro igual ou superior a 5,0 cm; Teor de amido e matéria seca - obtido pelo método da balança hidrostática, conforme metodologia preconizada por Grossman e Freitas (1950); Rendimento de farinha - obtido pelo método da balança hidrostática, conforme metodologia de Fukuda e Caldas (1987).

4.3.5 Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão, a 5% de probabilidade pelo teste F, empregando o programa SISVAR (FERREIRA, 2003). Os coeficientes dos componentes de cada modelo foram testados para cada variável, escolhendo-se os modelos em função da significância dos parâmetros estatísticos da equação e dos valores de R^2 . Quando houve significância na interação realizou-se o desdobramento da mesma, submetendo ambos os fatores (doses de adubação potássica e épocas de avaliação) ao estudo de regressão. O teste “t” foi utilizado para testar os coeficientes da regressão no mesmo nível de probabilidade.

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da análise de variância (Tabela 2), observou-se que a interação entre doses de K_2O e épocas de avaliação foi significativa para as variáveis: produtividade de raízes tuberosas, índice de colheita e diâmetro das raízes. Para as demais variáveis estudou-se o efeito simples dos fatores. O modelo linear foi o que melhor descreveu as variáveis analisadas em função das épocas de avaliação nas diferentes doses de K_2O estudadas.

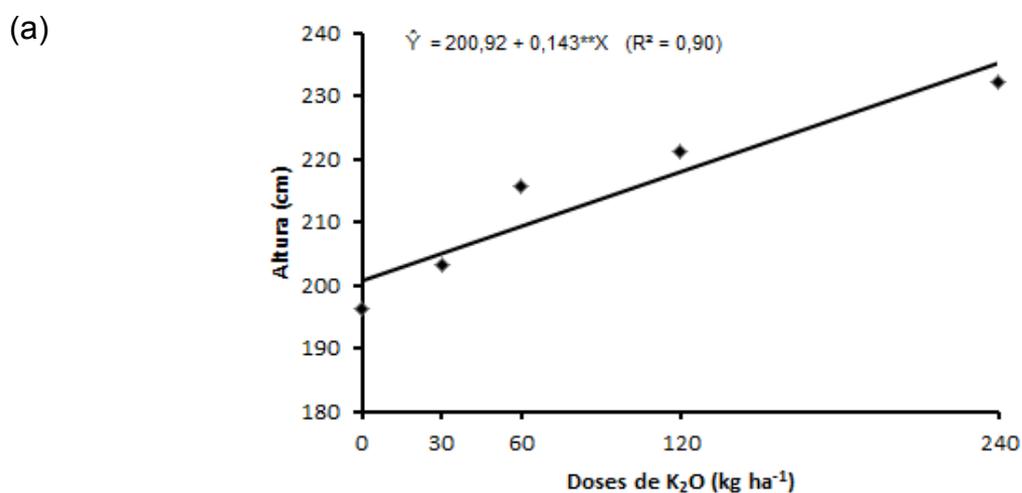
Tabela 1. Resumo da análise de variância das características de plantas de mandioca cv. Aciolina, em função de doses de K₂O e épocas de avaliação, Boa Vista-RR, 2012/2013

FV	Quadrados Médios					
	ALT	MFPA	NR	DMT	PDRA	IC
Bloco	145,41 ^{NS}	3811626,89 ^{NS}	4,86 ^{NS}	0,05 ^{NS}	26188736,94 ^{NS}	76,01 ^{NS}
Dose (DS)	8196,16**	583611404,16**	55,63**	9,63**	5.48**	1395,68**
Erro 1	133,36	6719944,64	2,31	0,23	81262982,22	60,05
Época (EP)	17229,40**	356771758,87**	2,12 ^{NS}	33,21**	6.23**	1479,81**
DS x EP	178,03 ^{NS}	12652861,54 ^{NS}	0,81 ^{NS}	0,57**	500635257,07**	103,79**
Erro 2	115,37	8471423,84	2,11	0,24	63717881,30	49,71
CV 1 (%)	5,4	12,7	25,6	10,2	29,1	14,6
CV 2 (%)	5,0	14,3	24,5	10,2	25,8	13,3

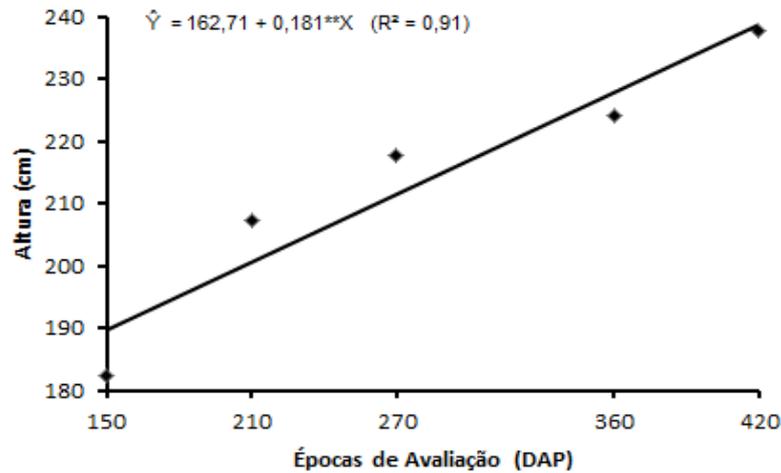
FV- Fontes de variação; ALT – Altura; MFPA – Massa fresca da parte aérea; NR – Número de raízes; DMT – Diâmetro da raiz; PDRA – produtividade de raiz; IC – Índice de colheita; ^{NS} - não significativo; ** - significativo a 1% de probabilidade, pelo Teste F.

Na Figura 2a observa-se que as plantas de mandioca apresentaram taxa média de incrementos em altura de 0,14 cm por kg ha⁻¹ de K₂O, independente da época de avaliação. A maior altura alcançada foi de 235,3 cm para a dose de 240 kg ha⁻¹ de K₂O e de 200,9 cm na ausência de adubação com K₂O. Em relação às épocas de avaliação a taxa média de incrementos foi de 0,18 cm em altura por dia, entre 150 e 420 DAP, independente da dose de K₂O (Na Figura 2b). A maior altura alcançada foi de 238,8 cm aos 420 DAP em relação a 189,9 cm aos 150 DAP.

Figura 2 – Altura de plantas de mandioca, cv. Aciolina, em função das doses de K₂O (a), e em função das épocas de avaliação (b), Boa Vista-RR, 2012/2013



(b)

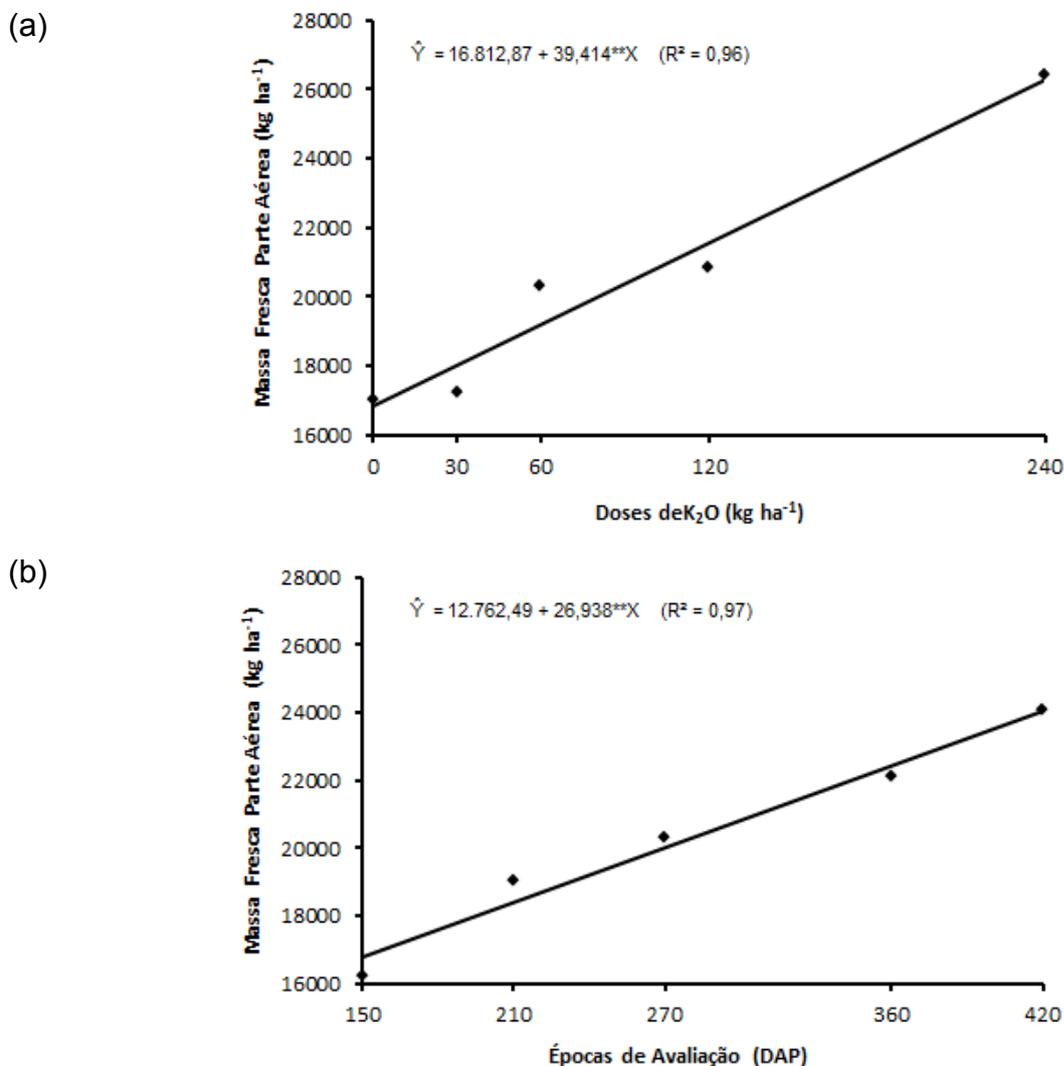


Valores inferiores foram descritos por Albuquerque et al. (2009) em sua pesquisa com dez clones de mandioca cultivadas em Latossolo Amarelo Distrófico, já incorporado ao sistema produtivo com culturas anuais, que aos 7 e 13 meses atingiram 143,0 e 208,0 cm de altura respectivamente.

Segundo Rós (2013), altura das plantas de mandioca é um fator importante tanto na competição com plantas espontâneas quanto na escolha de culturas para consórcio.

Para a produtividade de massa fresca da parte aérea observou-se taxa média de incrementos de $39,4 \text{ kg ha}^{-1}$ por kg de K_2O aplicado por ha^{-1} , independente da época de avaliação (Figura 3a). A maior produtividade de massa fresca foi de $26.271 \text{ kg ha}^{-1}$ para a dose de 240 kg ha^{-1} de K_2O em relação a $16.812 \text{ kg ha}^{-1}$ na ausência de adubação com K_2O , indicando que as plantas têm sua produção de massa fresca da parte aérea elevada à medida que há maior disponibilidade de potássio no solo. Para as épocas de avaliação (Figura 3b), a taxa média diária de incrementos de massa fresca da parte aérea foi de $26,9 \text{ kg ha}^{-1}$, produzindo $16.798 \text{ kg ha}^{-1}$ de massa fresca aos 150 DAP, chegando a uma produção de $20.061 \text{ kg ha}^{-1}$ aos 420 DAP.

Figura 3 – Massa fresca da parte aérea de plantas de mandioca, cv. Aciolina, em função das doses de K_2O (a), e em função das épocas de avaliação (b), Boa Vista-RR, 2012/2013



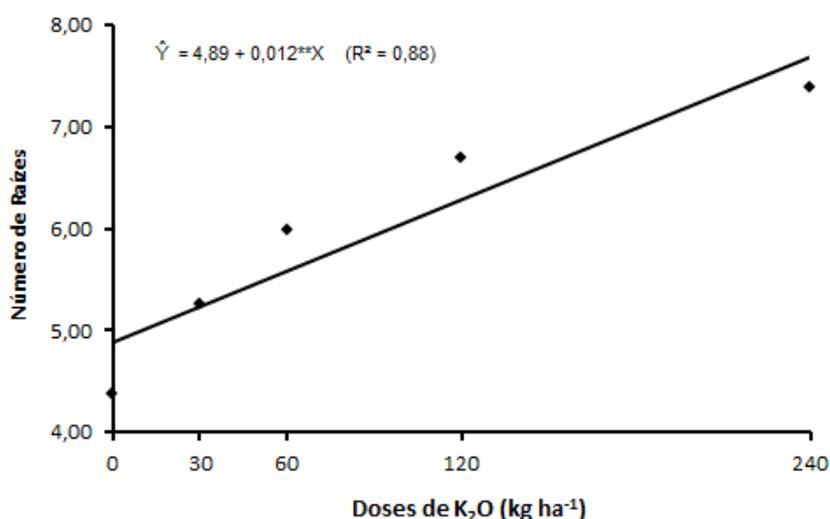
De acordo com Lin et al., (2006) esse aumento na produtividade de massa fresca da parte aérea em função do aumento nas doses de K_2O pode ser explicado com base no aumento da disponibilidade de nutrientes no solo para a planta, sobretudo o potássio, e ao equilíbrio nutricional entre o potássio e os demais nutrientes.

A adição de K_2O determinou elevado crescimento das plantas em altura e conseqüentemente em produtividade de parte aérea. Esse maior crescimento e produção da parte aérea contribui para o aumento do tecido fotossintético e, futuramente maior acúmulo de carboidratos para as raízes, aumentando a produção final da cultura (VIANA et al., 2001).

A produção de parte aérea é fator importante na mandiocultura, tanto para material de propagação quanto para produção de forragem empregada na alimentação animal (VIDIGAL FILHO et al., 2000).

O número de raízes tuberosas por planta foi influenciado pelas doses de K_2O , sendo obtida média de 4,89 raízes quando não houve adubação potássica, alcançando 7,77 raízes quando aplicados 240 kg ha^{-1} de K_2O (Figura 4), aumento de 35% pelo maior aporte de K_2O .

Figura 4 – Número de raízes em plantas de mandioca, cv. Aciolina, em função das doses de K_2O estudadas, Boa Vista-RR, 2012/2013

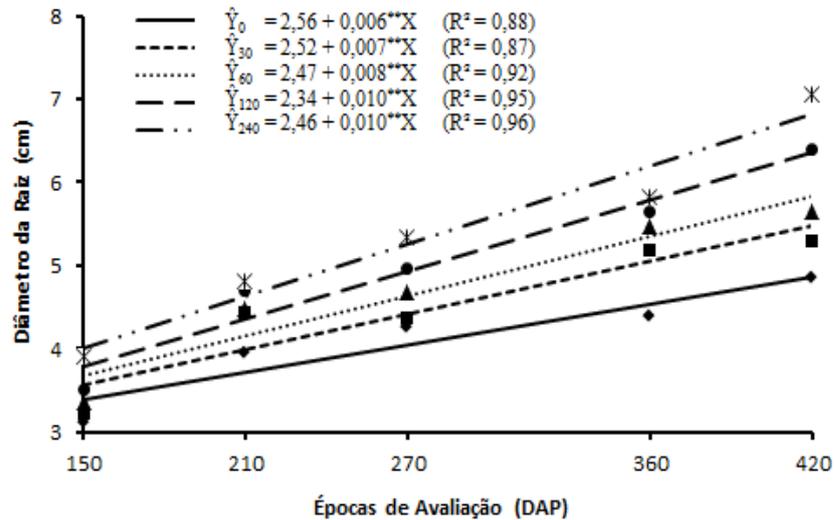


De acordo com Lorenzi (2003), o número de raízes tuberosas é definido principalmente nos primeiros 120 DAP, a partir de então começa a haver apenas crescimento contínuo dessas raízes pelo acúmulo de carboidratos, o que explica o aumento do número das raízes tuberosas apenas em função das doses, não havendo influência das épocas de colheita. Logo, a nutrição adequada, principalmente no início do desenvolvimento das plantas, determina o potencial produtivo da planta durante todo seu ciclo, proporcionando maior número de raízes tuberosas.

Houve interação entre época e doses de K_2O para diâmetro das raízes, sendo o desdobramento das épocas dentro das doses descrito por função linear crescente (Figura 5). As doses de K_2O determinaram incremento diário no diâmetro da raiz de 0,006 cm quando não houve adubação com K_2O , alcançando diâmetro de 4,88 cm aos 420 DAP. Para a maior dose (240 kg ha^{-1}) o incremento diário foi de

0,010 cm, onde aos 420 DAP chegou ao diâmetro de 6,82 cm. O aumento no diâmetro proporcionado pela maior dose equivaleu a 40%.

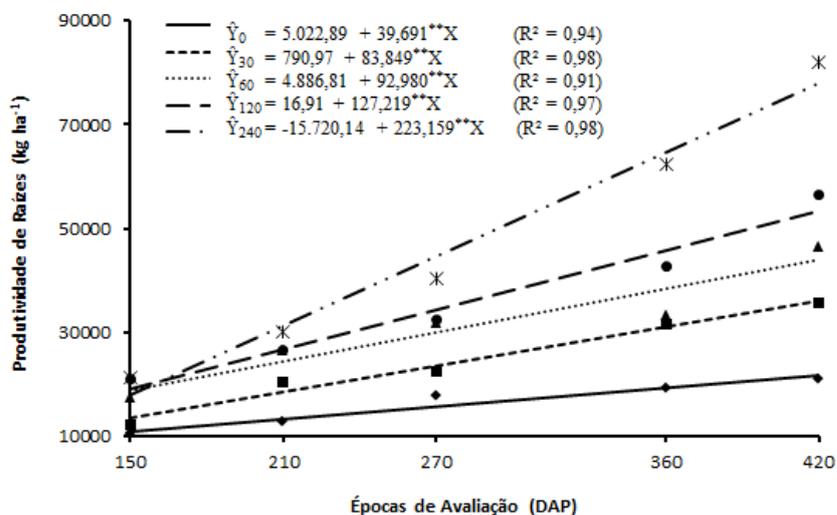
Figura 5 – Diâmetro de raízes de plantas de mandioca, cv. Aciolina, em função das épocas de avaliação, nas doses de K₂O, Boa Vista-RR, 2012/2013



Os valores encontrados são superiores aos obtidos por Albuquerque et al. (2009), onde o valor máximo encontrado foi em média de 5,07 cm aos 13 meses para mandioca cultivada em Latossolos Amarelo distrófico já incorporado ao processo produtivo com culturas anuais. Já Alves et al. (2008) nas mesmas condições do experimento realizado pelos autores citados acima, encontrou valores superiores para a mesma cultivar em estudo nesse experimento, onde aos treze meses de cultivo as raízes apresentaram diâmetro de 7,2 cm.

A produtividade de raízes tuberosas é apresentada na Figura 6. Houve interação significativa entre os fatores estudados, onde a taxa de incrementos em produtividade variou de 39,69 a 223,16 kg ha⁻¹ por dia para as doses 0 e 240 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente. O aumento linear da produtividade de raízes em função das épocas de avaliação dentro de cada dose demonstra a importância da disponibilidade do potássio em cultivos de mandioca.

Figura 6 – Produtividade de raízes de plantas da cv. Aciolina em função das épocas de avaliação, para diferentes níveis de adubação com K_2O , Boa Vista-RR, 2012/2013



O aumento da produtividade em função do aumento das doses de K_2O pode ser justificado pelo fato de o potássio está envolvido na ativação de diversas enzimas que participam de processos essenciais do metabolismo da planta, dos quais destacam-se a fotossíntese e a utilização de energia na translocação e armazenamento dos assimilados da parte aérea para as regiões de drenos da planta (FIGUEIREDO et al., 2008).

De acordo com El-Sharkawy (2012), quando a mandioca é cultivada em ambientes com condições favoráveis, a produção de raízes é elevada. Alves et al., (2008), estudando a cv. Aciolina verificaram que a colheita aos 210 DAP rendeu produtividade de raízes frescas de $22.294 \text{ kg ha}^{-1}$, enquanto que aos 390 DAP a produtividade foi de $54.087 \text{ kg ha}^{-1}$, ambas superiores ao rendimento médio do Estado de Roraima.

Comparando à produtividade do estado, média de $13.309 \text{ kg ha}^{-1}$ (IBGE, 2014), com os resultados obtidos, observa-se que na menor dose de K_2O (30 kg ha^{-1}) a partir dos 160 DAP, a produção já se encontrava acima de $14.000 \text{ kg ha}^{-1}$, chegando a atingir $36.000 \text{ kg ha}^{-1}$ aos 420 dias. Para a maior dose de K_2O aplicada (240 kg ha^{-1}), a produtividade foi de $78.000 \text{ kg ha}^{-1}$ aos 420 dias, rendimento esse superior ao do Paraná que apresenta maior produtividade entre os estados brasileiros, com média de $23.929 \text{ kg ha}^{-1}$ (IBGE, 2014).

Adekayode e Adeola (2009), estudando o efeito de fertilizantes potássicos na

mandioca obtiveram resposta linear no rendimento e produtividade das raízes, onde as maiores doses de potássio (120 e 150 kg ha⁻¹) apresentaram um incremento de 73,3 e 90,3 %, respectivamente.

O modelo linear para os componentes de produção da mandioca obtidos por Oliveira et al. (2010) são corroborados no presente estudo. Estes autores obtiveram aumento linear para produtividade de raízes tuberosas e teor de amido até 16 meses de idade, variedade Coqueiro, em Vitória da Conquista, estado da Bahia. Estando de acordo também com Alves et al. (2008), que encontraram efeito linear positivo em função de épocas de colheitas até os 13 meses na cv. Aciolina, em Boa Vista, Roraima.

Resultados semelhantes, também, foram encontrados por Fialho et al. (2007), que avaliaram a produtividade de variedades de mandioca aos 300, 360 e 480 DAP, onde constataram que houve maior produtividade de raízes tuberosas quanto mais tardia foi a colheita. Souza et. al. (2010) relatou que a maior permanência das plantas em campo proporcionou incremento da produção da parte aérea e da produtividade de raízes tuberosas, com aumento de 16.890 kg ha⁻¹ (270 DAP) para 36.730 kg ha⁻¹(540DAP).

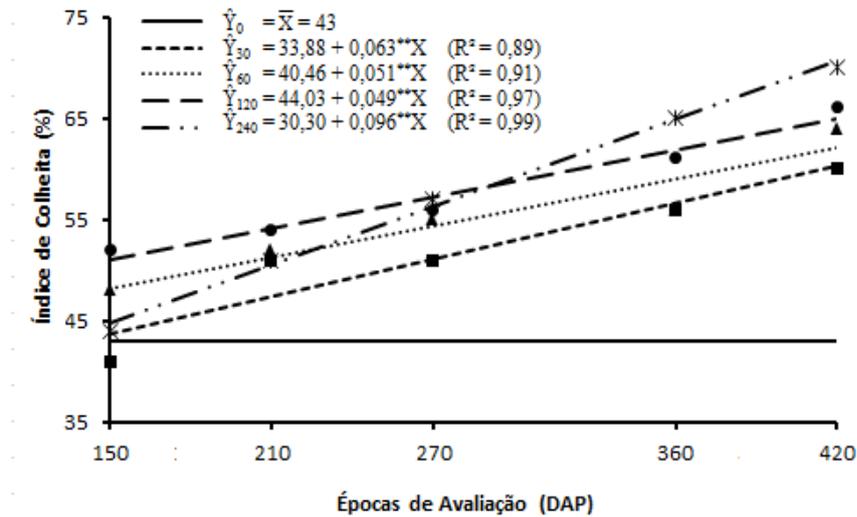
O comportamento linear para produtividade de raízes em função das épocas de avaliação deve ser avaliado considerando outras características de interesse, como por exemplo, o teor de amido e a finalidade do consumo da raiz (indústria ou *in natura*). Para Aguiar et al. (2011) quando se trata de cultivos de mandioca de mesa, as colheitas devem ser realizadas mais cedo com um ciclo vegetativo, 6 a 14 meses após o plantio por apresentarem suas raízes menos fibrosas e com melhores qualidades culinárias e sensoriais quando comparadas à colheitas realizadas com dois ciclos para serem processadas em farinhas ou féculas.

De acordo com Albuquerque et al. (2009), a mandioca pode ser colhida em larga faixa de tempo, variando de 6 a 24 meses, dependendo da cultivar, região, tipos de uso, tratos dispensados e demanda de mercado.

O índice de colheita (IC) apresentou comportamento linear para o desdobramento das épocas de avaliação dentro de cada dose de K₂O (Figura 7). Não houve diferença estatística entre os índices de colheita quando não foi realizada adubação com K₂O independente das épocas, mantendo a média de 43%. Para as demais doses o IC aumentou significativamente em função das épocas de avaliação, onde o melhor resultado encontrado foi de 70% para a dose de 240 kg ha⁻¹ aos 420

DAP.

Figura 7 – Índice de colheita de plantas de mandioca, cv. Aciolina, em função das épocas de avaliação, nas doses de K₂O, Boa Vista-RR, 2012/2013



Para o desdobramento das doses de K₂O dentro das épocas de avaliação, o IC foi modelado por função quadrática (Tabela 3). A derivada primeira das funções determinou a dose de máxima eficiência técnica de K₂O nas diferentes épocas de avaliação, que variou de 140,0 a 198,7 kg ha⁻¹ de K₂O. O maior índice de colheita (71,5%) foi obtido com 173,1 kg ha⁻¹ de K₂O aos 420 DAP.

Tabela 3 – Índice de colheita em função de doses de K nas diferentes épocas de avaliação, Boa Vista-RR, 2012/2013

Equações	R ²	DMT (kg ha ⁻¹)	Índice de colheita (%)
$\hat{Y}_{150} = 38,32 + 0,197^{***}X - 0,0007^{***}X^2$	0,88	140,71	52,2
$\hat{Y}_{210} = 43,51 + 0,168^{***}X - 0,0006^{***}X^2$	0,82	140,00	55,3
$\hat{Y}_{270} = 46,41 + 0,141^{***}X - 0,0004^{**}X^2$	0,96	176,25	58,8
$\hat{Y}_{360} = 48,53 + 0,159^{***}X - 0,0004^{*}X^2$	0,92	198,75	64,3
$\hat{Y}_{420} = 47,57 + 0,277^{***}X - 0,0008^{***}X^2$	0,85	173,13	71,5

DMT=Dose de máxima eficiência técnica

Alves et al. (2008) encontrou índice de colheita de 64,6% para plantas colhidas aos 210 DAP, e 53,1% quando colhidas aos 390 DAP, para cultivar Aciolina. O maior

IC aos 210 DAP deve-se, provavelmente, as propriedades químicas e físicas da área utilizada por Alves et al. (2008), com mais de dez anos de cultivo e bons atributos químicos.

Segundo Cardoso Júnior et al. (2005), o valor do IC considerado ideal (50%) pode variar também em função da finalidade de cultivo, por exemplo, o baixo índice de colheita, devido à grande produção de parte aérea, pode ser adequado quando o objetivo da lavoura de mandioca é produzir parte aérea para a alimentação animal. Sendo as raízes os órgãos de maior interesse no cultivo de mandioca, o IC pode fornecer um bom balanço entre a produção total de carboidratos pelas plantas e sua distribuição para as raízes. Em trabalho realizado por Peixoto 2005, verificou-se índice de colheita maior que 50% aos 270 DAP.

De acordo com Sagrilo et al. (2002), se as raízes permanecem muito tempo no solo, o amido tende a aumentar até determinado ponto, com esse prolongamento da colheita as raízes tornam-se mais fibrosas e duras, dificultando sua comercialização. Para consumo de mesa as plantas podem ser colhidas mais precocemente, obtendo-se raízes menos fibrosas.

Por meio da análise de variância (Tabela 4), verificou-se que todas as características analisadas aos 360 DAP, foram significativas em função das doses de K_2O .

Tabela 4. Resumo da análise de variância das características de plantas de mandioca cv. Aciolina, em função de doses de K_2O analisadas aos 360 DAP, Boa Vista-RR, 2012/2013

FV	Quadrados Médios					
	NRC	PDRC	TA	PDA	TMS	RF
Bloco	0,67 ^{NS}	55975820.38 ^{NS}	0,17 ^{NS}	1658042.48 ^{NS}	0,17 ^{NS}	0,30 ^{NS}
Dose	6,57**	1,08**	2,76**	54221192.54**	2,76**	4,91**
Erro	1,37	91933616.10	0,13	2995279.69	0,13	0,23
CV (%)	45,1	33,2	1,6	20,7	1,4	2,8

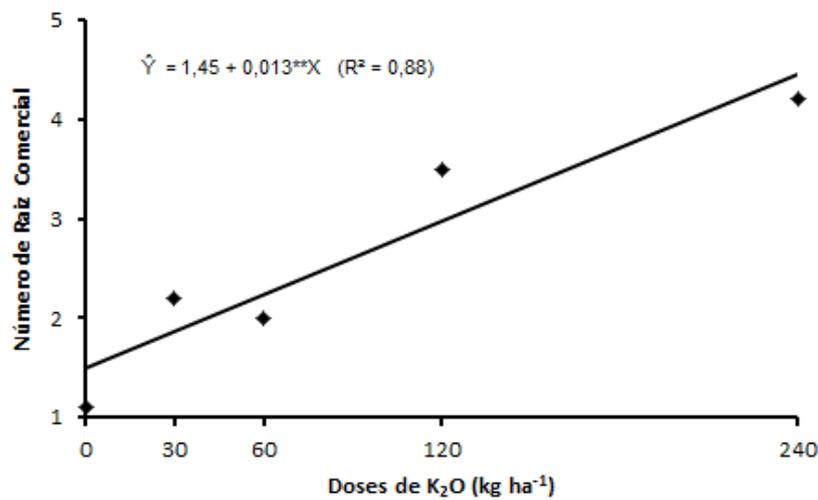
FV- Fontes de variação; NCR – Número de raiz comercial; PDRC – produtividade de raiz comercial; TA– Teor de amido; PDA – produtividade de amido; TMS – Teor de massa seca; RF – Rendimento de farinha; ^{ns} - não significativo; ** - significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F.

O número de raízes comerciais (Figura 8a) e produtividade de raízes comerciais (Figura 8b) avaliadas aos 360 DAP aumentaram significativamente em função das doses de K_2O . Para o número de raízes os valores variaram de 1,45 na

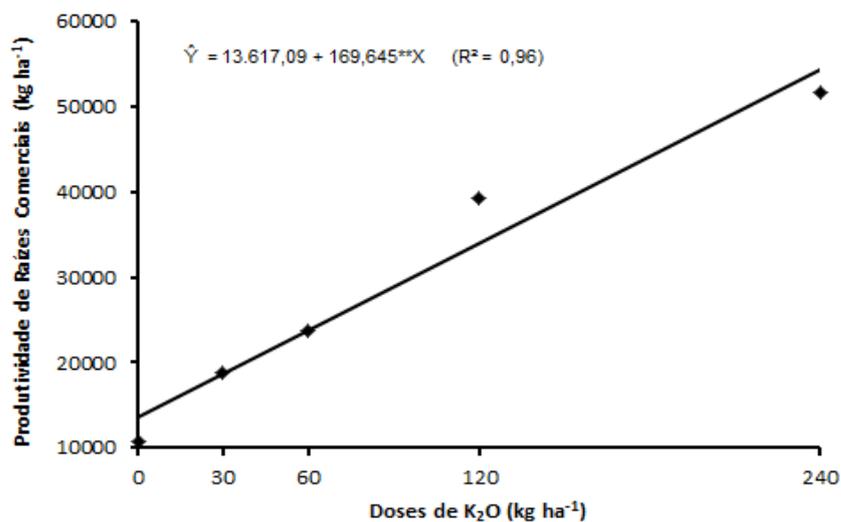
menor dose (0 kg ha^{-1} de K_2O) a 4,57 para a maior dose (240 kg ha^{-1} de K_2O). Em relação à produtividade de raízes comerciais obteve-se $13.617 \text{ kg ha}^{-1}$ quando não foi realizada adubação potássica, e $54.162 \text{ kg ha}^{-1}$ quando utilizados 240 kg ha^{-1} de K_2O . Esses valores confirmam a importância e viabilidade da adubação na cultura da mandioca.

Figura 8 – Número de raízes comerciais (a) e produtividade de raízes comerciais (b) de plantas da cv. Aciolina em função de doses de K_2O , avaliadas aos 360 DAP, Boa Vista-RR, 2012/2013

(a)



(b)



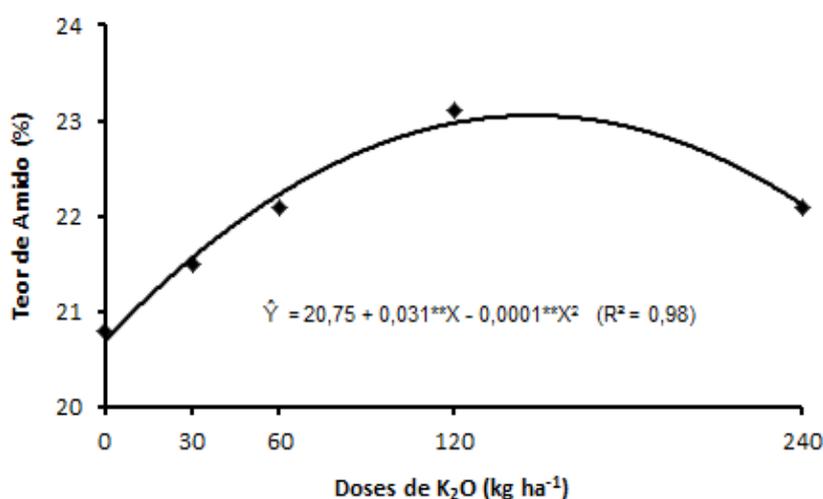
O aumento linear do número de raízes comerciais e da produtividade de raízes comerciais em função do aumento das doses de K_2O mostra a importância da disponibilidade do potássio em cultivos de mandioca.

O teor de amido apresentou comportamento quadrático em função das doses

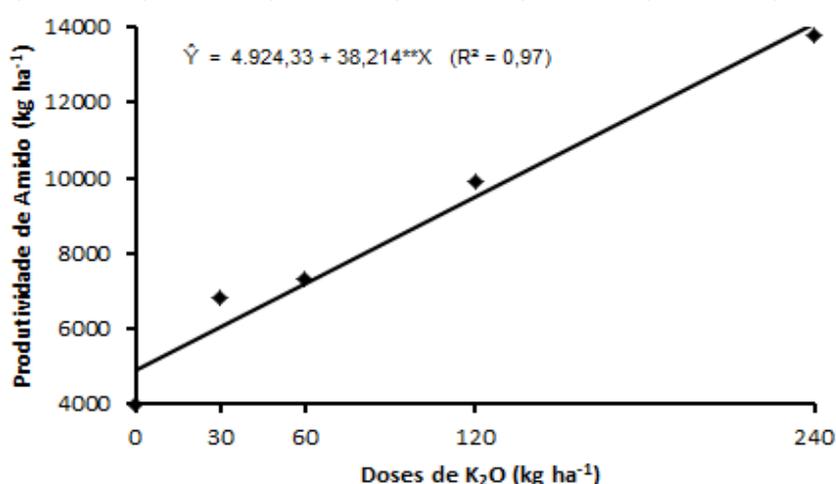
de K_2O (figura 9a), diferente da produtividade de amido que aumentou linearmente em função das doses (figura 9b). O teor de amido apresentou melhor resultado (23,2%) com a aplicação de 155 kg ha^{-1} de K_2O . Devido a produtividade de raízes apresentar valores crescente em função das doses, a produtividade de amido seguiu o mesmo comportamento, obtendo valores de 4.924 a $14.096 \text{ kg ha}^{-1}$ de amido na menor (0 kg ha^{-1} de K_2O) e maior (240 kg ha^{-1} de K_2O) dose aplicadas, com incremento de $38,2 \text{ kg ha}^{-1}$ para cada kg de K_2O .

Figura 9 – Teor de Amido (a) e produtividade de amido (b) de plantas da cv. Aciolina em função de doses de K_2O , avaliadas aos 360 DAP, Boa Vista-RR, 2012/2013

(a)



(b)



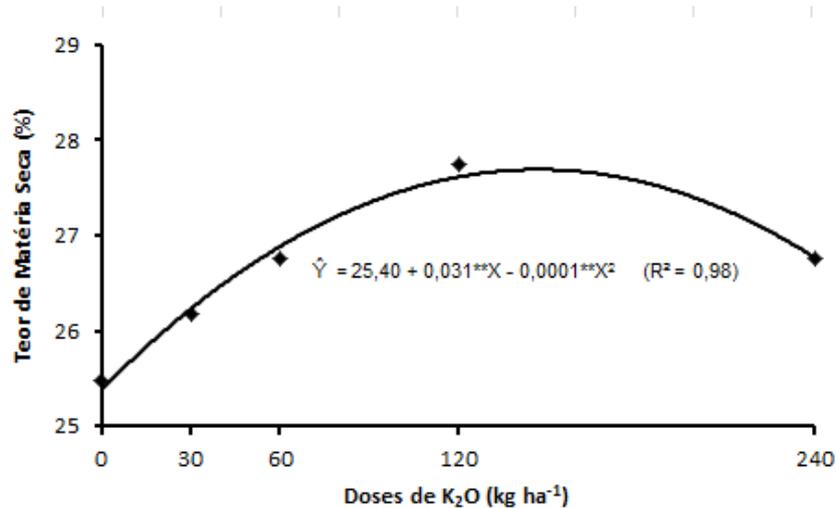
Fukuda (2005) relatou que em vários estudos sobre o potencial de produção de amido desenvolvidos com a cultura da mandioca no Brasil, observou-se uma ampla diversidade genética da espécie para este fator, variando de 5 a 43%.

Mendonça; Moura; Cunha (2003) consideram que o teor de amidos em raízes tuberosas entre 21% a 33% são satisfatórios, estando os valores encontrados neste estudo dentro do proposto.

Guedes et al. (2007), estudando dez variedades de mandioca, encontraram teor de amido de 22,45%, resultado semelhante aos constatados nessa pesquisa. Motta et al. (2012), trabalhando com seis cultivares de mandioca, também, encontraram teor de amido próximos (entre 21,3% e 25,1%), valores esses corroborados por Sagrilo et al. (2010), quando estudaram cultivares industriais na região de Ivinhema-MS.

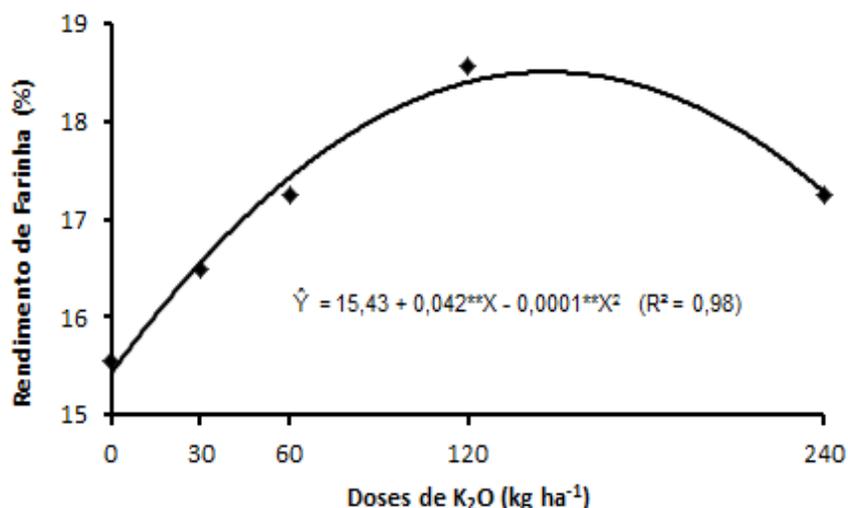
O teor de matéria seca (Figura 10) apresentou comportamento quadrático em função das doses de K_2O , obtendo maior percentual (27,8%) com aplicação de 155 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O .

Figura 10 – Teor de matéria seca de plantas da cv. Aciolina em função de doses de K_2O , avaliadas aos 360 DAP, Boa Vista-RR, 2012/2013



O rendimento de farinha (Figura 11) também apresentou comportamento quadrático em função das doses de K_2O , com maior percentual (19,8%) quando aplicado 210 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O .

Figura 11 – Rendimento de farinha de plantas da cv. Aciolina em função de doses de K₂O, avaliadas aos 360 DAP, Boa Vista-RR, 2012/2013



Saber qual o teor de matéria seca e o rendimento de farinha, torna-se importante do ponto de vista da comercialização, pois de acordo com Álvares et al. 2013, grande parte da mandioca produzida na região Norte e Nordeste é utilizada por pequenos agricultores para a produção de farinha, sendo importante fonte de renda para as mesmas.

Cereda e Vipoux (2003) relatam em suas pesquisas que o rendimento de farinha varia de acordo com a variedade e a idade da cultura, variando entre 25% e 35%, estando os dados dessa pesquisa abaixo do recomendado por esses autores. No entanto, estudos realizados por Ponte et al. (2009), em Vitória da Conquista – BA, encontraram rendimento de farinha em média de 12,3% trabalhando com seis cultivares, resultados estes inferiores ao do presente estudo.

Borges; Fukuda; Rossetti (2002), trabalhando com 26 variedades de mandioca, encontraram valores médios de 30,1% de amido e 34,9% de matéria seca aos 360 DAP. Oliveira et al. (2011) encontraram teor de amido de 29% e rendimento de farinha de 27% para cv. Aciolina aos 240 DAP, resultados estes superiores ao obtidos neste estudo, esta frase está incompleta

Resultados diversos são relatados por vários pesquisadores, Siviero; Evangelista; Schott (2009) avaliaram 44 cultivares de mandioca em Rio Branco – AC, tendo encontrado teor de amido entre 25,3% e 38,4% e teor de matéria seca variando de 20,6% a 34,8%. Barbosa et al. (2007) obtiveram teor de amido de 29%

e teor de matéria seca de 33,6% para cv. Aciolina, colhida aos 450 DAP. Agwu e Anyaeche (2007), em estudo realizado em seis comunidades rurais na Nigéria, observaram que os valores de massa seca em raízes tuberosas variaram entre 43% e 25%, e o teor de amido, de 27% a 19%. Foloni; Tiritan; Santos (2010), trabalhando com dez cultivares no estado de São Paulo verificaram teor de amido em média de 19,6%, quando avaliadas aos 330 DAP.

De acordo com Roesler et al. (2008), teor de matéria seca tem relação direta com teor de amido, característica de interesse para as indústrias, pois serve como base para definir preços para a comercialização.

Esses fatores são importantes para decisão quanto à época de realização da colheita. Souza et al. (2010), afirmaram que realizar a colheita muito cedo pode levar a redução na produtividade, no entanto, adiar a colheita também pode resultar em raízes fibrosas, redução do amido e aumento do tempo de cocção. Em Roraima, o amido e a farinha de mandioca destacam-se como os principais subprodutos da mandioca, em grande parte fabricadas nas chamadas casas de farinha, utilizando mão-de-obra familiar.

O teor de matéria seca é a característica que determina o maior ou menor rendimento industrial das raízes, uma vez que está diretamente relacionado aos diversos produtos derivados da mandioca (SARMENTO, 1997). É desejável que as variedades responsáveis pelas maiores produções de raízes tuberosas sejam também as que tenham os maiores teores de matéria seca, maximizando, assim, o rendimento do produto final por unidade de área cultivada (VIDIGAL FILHO et al., 2000).

Nas fecularias de mandioca da Tailândia e do Brasil, o pagamento baseado no teor de massa seca com o uso de balanças hidrostáticas, é comum entre os negociadores, servindo como incentivo para os agricultores cultivarem variedades de mandioca de melhor qualidade, ao invés de perseguirem apenas a quantidade, bem como a busca por raízes com maior teor de amido, sendo de interesse tanto das empresas, que pagam suas matérias primas em função do rendimento industrial, quanto dos produtores, que recebem em função da qualidade de sua produção (ABAM, 2014).

4.6 CONCLUSÕES

1. A altura da planta, produtividade de parte aérea, diâmetro de raiz e produtividade de raiz, aumentam, tanto em função das épocas de colheita, quanto em função das doses de K_2O , não sendo observado período de repouso fisiológico na cv. Aciolina, nas condições desta pesquisa.

2. O número de raízes tuberosas, número de raízes comerciais, produtividade de raiz comercial e produtividade de amido, aumentaram em função das doses de K_2O .

3. O maior índice de colheita, 71,5% é obtido com $173,1 \text{ kg ha}^{-1}$ de K_2O aos 420 DAP.

5. O teor de amido, teor de matéria seca e rendimento de farinha apresentaram os maiores percentuais nas doses de 150 kg ha^{-1} , 147 kg ha^{-1} e 203 kg ha^{-1} de K_2O , respectivamente.

5 ARTIGO B: TEOR DE ÁCIDO CIANÍDRICO EM PLANTAS DE MANDIOCA EM FUNÇÃO DOSES DE POTÁSSIO E ÉPOCAS DE COLHEITAS E NA SAVANA DE RORAIMA

5.1 RESUMO

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o teor de ácido cianídrico em plantas de mandioca em função de doses potássio e épocas de colheitas na savana de Roraima. 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, RR. A cultivar de mandioca utilizada foi a Aciolina, pertencente ao Banco de Germoplasma de Mandioca do Departamento de Fitotecnia do CCA/UFRR. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As cinco doses de potássio foram aleatorizadas nas parcelas (0, 30, 60, 120 e 240 kg ha⁻¹ de K₂O), e cinco épocas de avaliação (150, 210, 270, 360 e 420 DAP), nas subparcelas. A parcela experimental foi constituída por nove fileiras simples de mandioca com 6,4 m de comprimento contendo onze plantas (99 plantas por parcela), em que os 4,8 m no meio das fileiras centrais corresponderam à área útil (23,04 m²). O plantio foi feito em fileiras simples, obedecendo ao espaçamento de 0,8 x 0,8 m, totalizando 15.625 plantas por hectare. As colheitas foram realizadas de forma manual, retirando-se três plantas inteiras da área útil por subparcela, sendo avaliadas as seguintes variáveis: teor de HCN nas folhas - terceira folha expandida após o ponteiro; caule - 10 cm acima da primeira ramificação; polpa da raiz e córtex da raiz - extremidade da raiz. De acordo com a análise de variância a interação entre os fatores doses de adubação potássica e épocas de avaliação (DAP) não foi significativa para nenhuma das variáveis estudadas, passando-se a estudar o efeito simples dos fatores. As variáveis HCN no córtex da raiz e HCN na folha apresentaram comportamento linear crescente em função das doses de K₂O, e quadrático em função das épocas de avaliação. As variáveis HCN no caule e HCN na raiz apresentaram comportamento quadrático negativo em função das doses de K₂O, e linear decrescente em relação às épocas de avaliação. A partir do 235 DAP o teor de HCN diminui com idade de colheita. O teor de HCN varia entre as partes da planta, sendo as maiores concentrações encontradas nas folhas e as menores na raiz.

Palavras-chave: HCN. *Manihot esculenta*. Linamarina. Glicosídeos cianogênicos.

ARTICLE B: HYDROCYANIC ACID CONTENT OF CASSAVA PLANTS FUNCTION IN TIMES OF CROPS AND LEVEL OF POTASSIUM FERTILIZATION IN SAVANNAH RORAIMA

5.2 ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the hydrocyanic acid content of cassava plants depending on seasons and harvest levels of potassium fertilization at Roraima's savannah. The experiment was conducted in the experimental area of the Center for Agricultural Sciences/Federal University of Roraima - CCA/UFRR, Campus Cauamé, in Boa Vista, RR. The cassava cultivar used was Aciolina, owned by Cassava Germplasm Bank of the Department of Plant Science CCA / UFRR. The experimental design was randomized blocks in a split plot design with four replications. The five levels of potassium were randomized in plots applied at planting and cover for 30 and 60 days after planting (DAP), and five-year assessment (150; 210; 270; 360 and 420 DAP), the subplots. The experimental plot consisted of nine single rows of cassava with 6.4 m long containing eleven plants (99 plants per plot), where 4,8 m in the middle of the central rows corresponded to floor area (23.04 m²). The planting was done in single rows, according to the spacing of 0.8 x 0.8 m, totalizing 15,625 plants per hectare. Harvests were performed manually, removing three entire plants of floor area per plot, the following variables were evaluated: HCN content in leaves - after the third expanded leaf pointer; Stem - 10 cm above the first branch; pulp of the root cortex and root - root end. According to analysis of variance interaction between potassium fertilizer levels factors and evaluation periods (DAP) was not significant for any of the variables studied, going to study the effect of simple factors. The HCN variables in the cortex of the root and the leaf HCN exhibited an increasing linear behavior as a function of K₂O levels, and quadratic in terms of sampling times. The HCN HCN variables stem and the root had negative quadratic behavior as a function of K₂O levels, and decreased linearly in relation to the evaluation times. From 235 DAP, the HCN content decreases with age harvest. The HCN content ranging from parts of the plant, and the highest concentrations found in the smaller leaves and the root.

Key words: HCN. *Manihot esculenta*. Linamarin. Cyanogenic glycosides.

5.3 INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), família *Euphorbiaceae* é cultivada em todas as regiões brasileiras, possuindo grande diversidade de variedades adaptadas a cada um desses diferentes biomas (GALERA e VALLE, 2007).

Possui grande versatilidade, sendo totalmente aproveitada, desde a parte aérea (folhas e hastes) até a raiz. As folhas têm seu aproveitamento na alimentação humana (suplemento) e animal (triturada e ração) e as hastes são utilizadas na alimentação animal, sob a forma de silagens, fenos ou *in natura*. A raiz é utilizada na alimentação humana, animal e pelas indústrias, principalmente de farinha, de féculas e de energia (CONAB, 2013).

Um dos problemas quanto à segurança alimentar em relação à mandioca é a presença de quantidades consideráveis de cianeto, que ocorre na forma de glicosídeos cianogênicos, a linamarina e a lotaustralina, geralmente na proporção de 97:3 (UYOH et al., 2007). A mandioca é uma das mais de 2.000 espécies de plantas conhecidas que contém esses glicosídeos cianogênicos (MOLLER, 2010).

Todas as cultivares de mandioca possuem essa característica, onde a concentração dos mesmos podem variar em função das cultivares e partes da planta, apresentando ainda alterações de acordo com o ambiente, idade da planta e até práticas culturais, sendo observados valores que vão de 1 a 2.000 mg kg⁻¹ (CARDOSO JÚNIOR et al., 2005; CIAT, 2007). Tais compostos, em quantidades maiores ou menores, são encontrados em todas as partes da planta exceto nas sementes (CALATAYUD; MÚNERA, 2002).

O teor de ácido cianídrico (HCN) contido nas raízes constituem-se em parâmetro utilizado para classificar as mandiocas em mansas (baixos teores) e bravas (teores elevados) (MAGALHÃES et al., 2009; MAZETTE et al., 2009), definindo a finalidade de uso da mandioca. As variedades bravas ou as mansas destinam-se geralmente à industrialização; as variedades mansas, também denominadas macaxeiras, macaxera ou aipim, são destinadas ao consumo fresco humano (PONTE, 2008).

Segundo Silva et al. (2004), níveis elevados de HCN são encontrados na massa fresca das partes da planta como 1.140 mg kg⁻¹ nos limbos foliares, 1.110 mg kg⁻¹ nos pecíolos e 900 mg kg⁻¹ nos caules. Nas raízes têm sido observados teores que variam de 9 a 660 mg kg⁻¹.

Hidayat et al. (2002), trabalhando com 99 variedades de mandioca constataram que existe correlação significativa entre a quantidade de HCN nas raízes e nas folhas sendo maior nas folhas mais jovens, sugerindo redução na quantidade de HCN em função da idade da planta, estando de acordo com os resultados encontrados por Chotineeranati et al. (2006).

Oliveira et al. (2012) relacionaram negativamente época de colheita e teor de HCN, recomendando a colheita da cv. Aciolina aos 360 dias após o plantio por apresentar baixo teor de HCN, sendo classificada como mansa, portanto indicada para o consumo *in natura*.

Na literatura há registros que adubação potássica em plantas de mandioca reduz o teor de HCN, além de elevar a produção de matéria seca e teor de amido (EL-SHARKAWY; CADAVID, 2000; SUSAN JOHN; RAVINDRAN; GEORGE, 2005; OKPARA et al., 2010).

O potássio é o segundo nutriente mais absorvido pela maioria das plantas, podendo ser encontrado em todos os tecidos vegetais. Por ter alta mobilidade intracelular e nos tecidos, transloca-se com facilidade dos tecidos mais velhos para os mais novos, participando, ainda, de inúmeros processos em diversos compartimentos da planta (MEURER, 2006), como: translocação do açúcar, síntese do amido. A maior disponibilidade do K resulta em melhor rendimento de raízes, conseqüentemente em produto de boa qualidade (REIS JUNIOR; MONNERAT, 2001).

As interações entre as características qualitativas da mandioca e a aplicação de fertilizantes são e importantes para que se possa obter raízes com melhor qualidade nutricional, justificando mais estudos que visem alta produtividade aliada à qualidade das raízes. Assim, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o teor de ácido cianídrico em plantas de mandioca em função de doses de potássio e épocas de colheitas na savana de Roraima.

5.4 MATERIAL E MÉTODOS

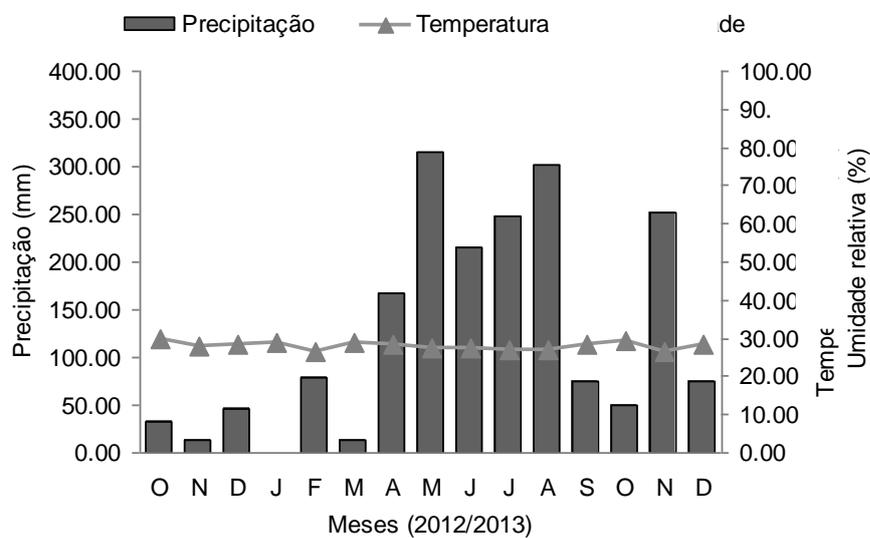
5.4.1 Caracterização da Área Experimental

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.

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).

Figura 1 - Médias mensais de precipitação pluvial e temperatura média do ar, no período de outubro de 2012 a dezembro de 2013. Boa Vista, Roraima, 2014.



Fonte: INMET (2013).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Amarelo distrocoeso típico (PA_{dx}), de textura Franco-Argilo-Arenosa e relevo suave ondulado. Estes solos são profundos, bem drenados, com sinais de erosão laminar, ausência de pedregosidade e rochosidade, cuja vegetação dominante é do tipo savana parque (BENEDETTI et al., 2011). Esta área constitui-se de uma área de segundo ano de plantio de mandioca. Os atributos químicos e físicos do solo, antes da instalação do experimento, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Atributos químicos e físicos do solo nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, Boa Vista-RR, 2012/2013

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

Camadas	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.

5.4.2 Caracterização da Cultivar

A cultivar de mandioca utilizada foi a Aciolina, pertencente ao Banco 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). Possuem a cor do córtex Roxa, e a cor da polpa crua branca, apresentando facilidade em destacar tanto a película quanto o córtex da raiz (Oliveira et al., 2011).

5.4.3 Instalação e condução do experimento em campo

O experimento foi realizado no período de outubro de 2012 à dezembro de 2013. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As cinco doses de potássio foram aleatorizadas nas parcelas (0, 30, 60, 120 e 240 kg ha⁻¹ de K₂O), aplicadas no plantio e em cobertura aos 30 e 60 dias após o plantio (DAP), e cinco épocas de avaliação (150, 210, 270, 360 e 420 DAP), nas subparcelas.

A parcela experimental foi constituída por nove fileiras simples de mandioca com 6,4 m de comprimento contendo 11 plantas (99 plantas por parcela), em que os 4,8 m no meio das fileiras centrais corresponderam à área útil (23,04 m²). Na fase inicial de preparo do solo foi feita a dessecação das plantas daninhas com o produto comercial Roundup original (princípio ativo *glyphosate*) na dosagem de 2,5 L ha⁻¹, 10

dias antes do plantio.

A recomendação de calagem foi de 800 kg ha^{-1} de acordo com a análise do solo e para elevar a saturação de base a aproximadamente 55%, sendo metade da dose (400 kg ha^{-1}) de calcário dolomítico (PRNT 100%) aplicada a lanço, sem incorporação, logo após a dessecação da área, e o restante aplicado nas covas juntamente com a adubação de plantio: 80 kg ha^{-1} de P_2O_5 , correspondendo a metade da dose, fonte superfosfato simples; 50 kg ha^{-1} de N, correspondendo a um quarto da dose, fonte uréia; 40 kg ha^{-1} micronutrientes, FTE BR 12, e um terço da dose de cloreto de potássio, conforme as doses de K_2O estabelecidas para cada tratamento. As recomendações foram feitas de acordo com Schwengber; Smiderle; Mattioni (2005).

As coberturas com potássio foram feitas aos 30 e 60 dias após o plantio (DAP); as de nitrogênio aos 30, 60 e 270 DAP. Na última cobertura de N foi empregando 30 kg do formulado (14-34-0+FTE) mais 5 kg de uréia.

O plantio foi feito 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 aproximadamente 20 cm , colocadas na posição horizontal em covas abertas manualmente, por meio de enxada, numa profundidade média de 10 cm . Durante a condução do experimento foram realizadas capinas manuais sempre que necessário, com uso de enxadas para o controle das plantas levando em consideração o período crítico de proteção a interferência, de 25 a 75 dias, segundo Albuquerque et al. (2008). As pragas que ocorreram no desenvolvimento da cultura foram identificadas e controladas, fazendo-se uso de produtos químicos conforme recomendação dos fabricantes. Fez-se uso de irrigação complementar, por macroaspersão, entre outubro de 2012 a abril de 2013.

5.4.4 Variáveis avaliadas

As colheitas, conforme as épocas estabelecidas foram realizadas de forma manual, retirando-se três plantas inteiras da área útil por subparcela, sendo avaliadas as seguintes variáveis: teor de HCN nas folhas - terceira folha expandida após o ponteiro; caule - 10 cm acima da primeira ramificação; polpa da raiz e córtex da raiz - extremidade da raiz. Para a sua determinação utilizou-se metodologia estabelecida por Egan; Yeoh; Bradbury (1998).

5.4.5 Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão, a 5% de probabilidade pelo teste F, empregando o programa SISVAR (FERREIRA, 2003). Os coeficientes dos componentes de cada modelo foram testados para cada variável, escolhendo-se os modelos em função da significância dos parâmetros estatísticos da equação e dos valores de R^2 . Quando houve significância na interação realizou-se o desdobramento da mesma, submetendo ambos os fatores (doses de adubação potássica e épocas de avaliação) ao estudo de regressão. O teste “t” foi utilizado para testar os coeficientes da regressão no mesmo nível de probabilidade.

5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância (Tabela 2) a interação entre os fatores doses de adubação potássica e épocas de avaliação (DAP) não foi significativa para nenhuma das variáveis estudadas, passando-se a estudar o efeito simples dos fatores.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para o teor de HCN nas diferentes partes das plantas de mandioca cv. Aciolina, em função de doses de K_2O e épocas de avaliação, Boa Vista-RR, 2012/2013

FV	Quadrados Médios			
	HCNC	HCNF	HCNCL	HCNR
Bloco	67,61 ^{NS}	51,90,85 ^{**}	527,86 ^{NS}	108,98 ^{NS}
Dose (DS)	9426,68 ^{**}	6173,61 ^{**}	9415,98 ^{**}	11403,48 ^{**}
Erro 1	625,69	711,99	615,66	745,92
Época (EP)	102350,51 ^{**}	200563,08 ^{**}	122178,02 ^{**}	271192,37 ^{**}
DS x EP	342,73 ^{NS}	787,50 ^{NS}	386,97 ^{NS}	543,08 ^{NS}
Erro 2	359,78	607,96	234,66	364,32
CV 1 (%)	9,2	9,0	10,0	12,8
CV 2 (%)	7,0	8,3	6,1	8,9

FV- Fontes de variação; HCNC – teor de HCN no córtex da raiz; HCNF – teor de HCN na folha; THCNCL– teor de HCN no caule; HCNR – teor de HCN na raiz; ^{NS} - não significativo; ^{**} - significativo a 1% de probabilidade, pelo Teste F.

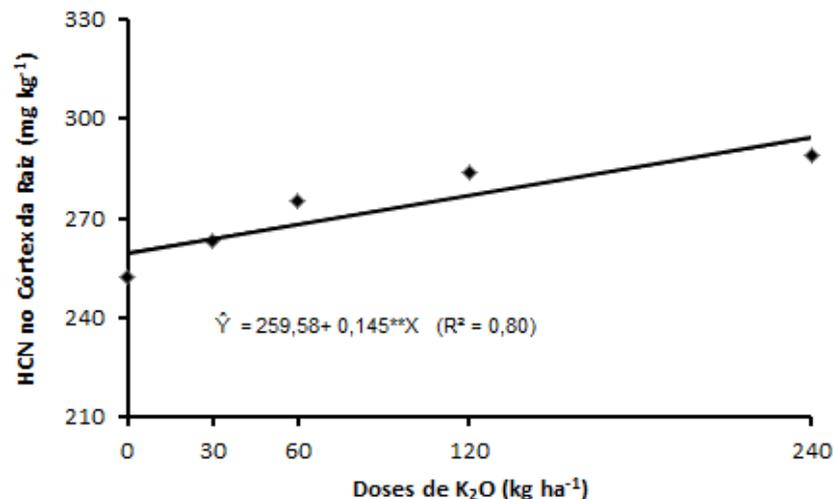
As variáveis HCN no córtex da raiz e HCN na folha apresentaram comportamento linear crescente em função das doses de K_2O (Figuras 2a e 2c), e

quadrático em função das épocas de avaliação (Figuras 2b e 2d). O córtex da raiz e a folha apresentaram incrementos positivos com o aumento da dose de K_2O , sendo de $0,145 \text{ mg kg}^{-1}$ e $0,129 \text{ mg kg}^{-1}$ de K_2O respectivamente. O teor de HNC variou de 260 mg kg^{-1} (0 kg ha^{-1}) a 294 mg kg^{-1} (240 kg ha^{-1}) para o córtex da raiz e de 285 mg kg^{-1} (0 kg ha^{-1}) a 316 mg kg^{-1} (240 kg ha^{-1}) para a folha.

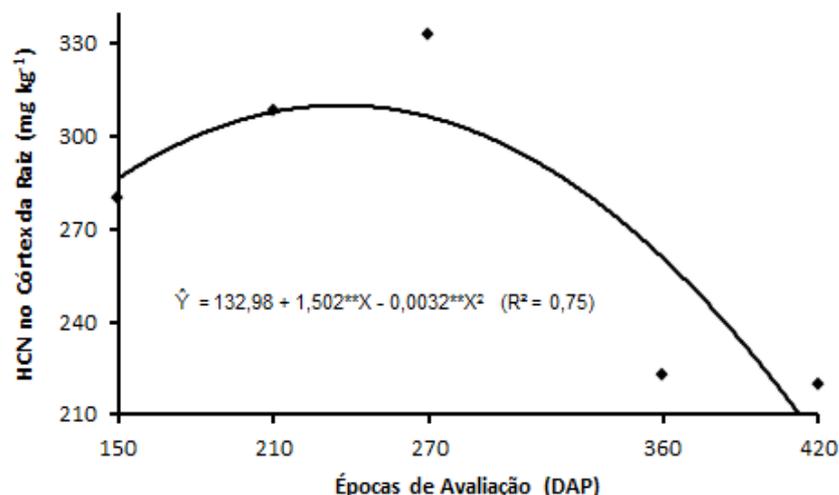
Para as épocas de avaliação, o córtex da raiz apresentou máximo teor de HCN (309 mg kg^{-1}), aos 235 DAP, e a folha obteve máximo teor de HCN (354 mg kg^{-1}) aos 246 DAP.

Figura 2 – Teor de HCN no córtex da raiz em função das doses de K_2O (a), teor de HCN no córtex da raiz em função das épocas de avaliação (b), teor de HCN na folha em função das doses de K_2O (c), teor de HCN na folha em função das épocas de colheita (d) de plantas de mandioca cv. Aciolina, Boa Vista-RR, 2012/2013

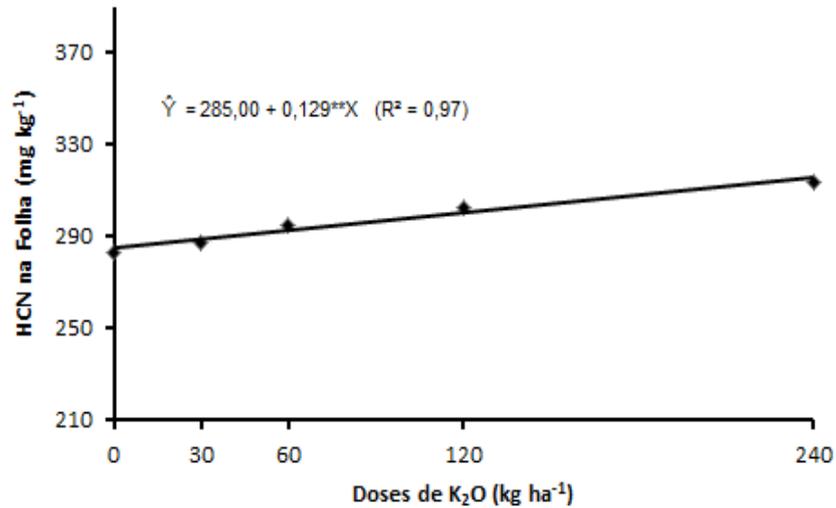
(a)



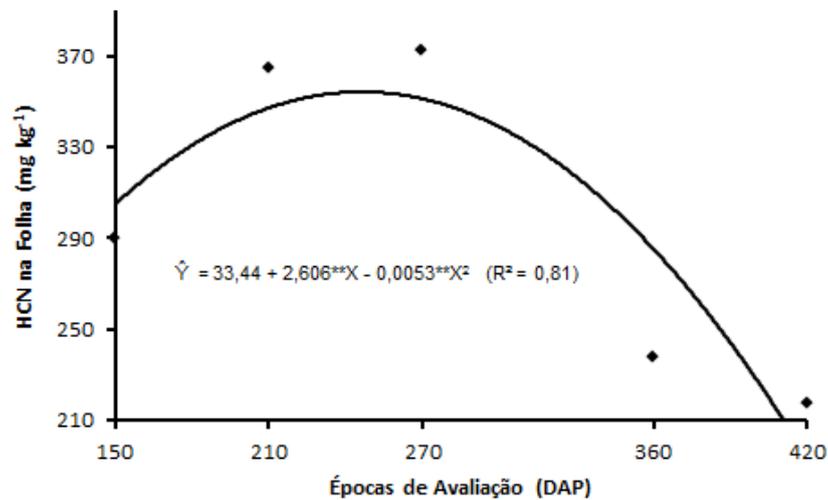
(b)



(c)



(d)

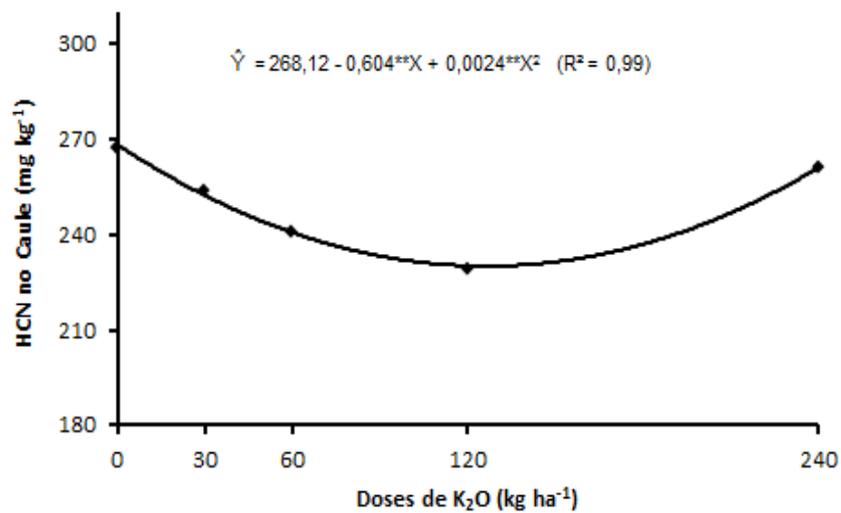


As variáveis HCN no caule e HCN na raiz apresentaram comportamento quadrático negativo em função das doses de K₂O (Figuras 3a e 3c), e linear decrescente em relação às épocas de avaliação (Figuras 3b e 3d). A dose de K₂O que determinou o mínimo teor de HCN (DMT) foi calculada com base na derivada primeira da equação de regressão. O menor teor de HCN no caule 230 mg kg⁻¹ foi obtido na dose de 126 kg ha⁻¹ de K₂O, enquanto que na raiz o mínimo teor de HCN (191 mg kg⁻¹) com 147 kg ha⁻¹ de K₂O.

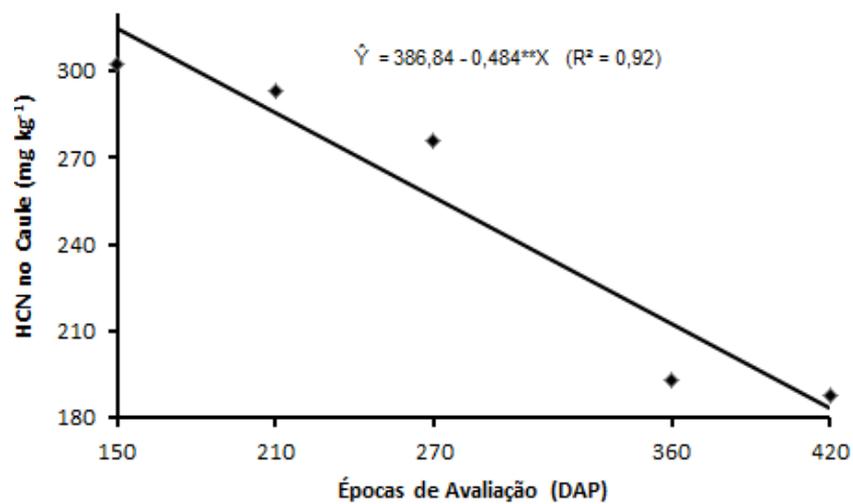
Em relação às épocas de colheita, o teor de HCN no caule e na raiz decresceu linearmente com o aumento da dose de K₂O, variando de 314 mg kg⁻¹ (150 DAP) a 184 mg kg⁻¹ (420 DAP) para o caule, e de 305 mg kg⁻¹ (150 DAP) a 117 mg kg⁻¹ (420 DAP).

Figura 3 – Teor de HCN no caule em função das doses de K₂O (a), teor de HCN no caule em função das épocas de avaliação (b), teor de HCN na raiz em função das doses de K₂O (c), teor de HCN na raiz em função das épocas de colheita (d) de plantas de mandioca cv. Aciolina, Boa Vista-RR, 2012/2013

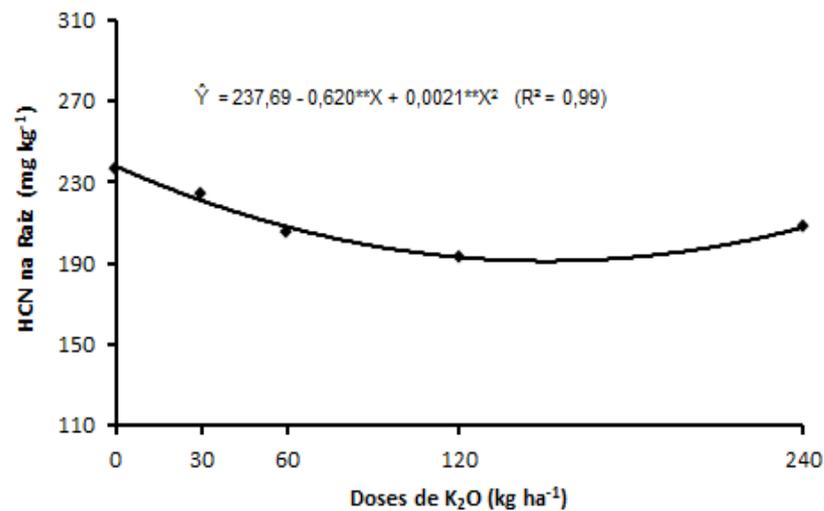
(a)



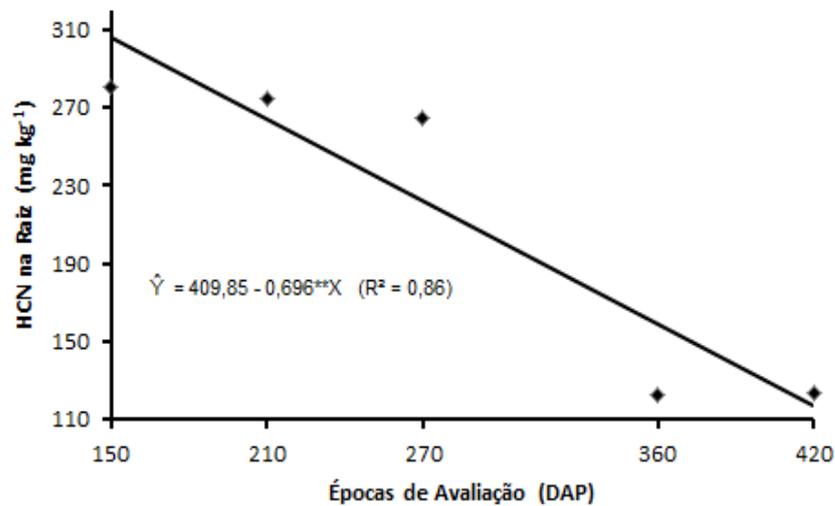
(b)



(c)



(d)



Estudos realizados por Oliveira et al. (2011) indicaram valores de 257,8 mg kg⁻¹ de HCN em raízes de mandioca cv. Aciolina, quando avaliadas aos 240 DAP, valores esses superiores aos encontrados neste estudo.

Aguiar (2003) observou efeito linear no teor de HCN em função das épocas de colheita, ocorrendo decréscimo de 42% à medida que se avançou no tempo, entre a primeira colheita (aos 164 dias) e a última (aos 507 dias).

A raiz apresentou o menor teor de HCN, tanto em função das doses (145 kg ha⁻¹ de K₂O) 191 mg kg⁻¹, quanto em função das épocas de avaliação (420 DAP) 117 mg kg⁻¹. Já o maior teor de HCN foi encontrado na folha, tanto em função das doses (240 kg ha⁻¹ de K₂O) 316 mg kg⁻¹, quanto em função das épocas de avaliação (244 DAP) 354 mg kg⁻¹, evidenciando que a síntese desses glicosídeos variam de acordo com as diferentes partes da planta.

Barbosa et al. (2007) determinaram teores de HCN acima de 150 mg kg⁻¹ no

córtex da raiz, e abaixo de 85 mg kg^{-1} na polpa da raiz fresca para cv. Aciolina aos 450 DAP. Silva et al. (2004), também, encontraram valores superiores de HCN nas folhas, diferente do resultado encontrado por Oliveira et al. (2012), em que os maiores valores de HCN foram encontrados no córtex da raiz.

Utilizando a classificação de Sánchez (2004), verifica-se que aos 330 DAP a cv. Aciolina apresentou teor de HCN de 180 mg kg^{-1} , podendo ser classificada como mandioca mansa, destinada ao consumo *in natura*. O teor de 180 mg kg^{-1} de HCN foi obtido por Oliveira et al (2012) aos 360 DAP, ao avaliar o efeito de doses de N na cv. Aciolina. Em seus resultados, Oliveira (2011), ressalta que a classificação da mandioca em mansa ou brava deve levar em consideração a época da colheita da raiz, quanto mais tardia for a colheita das raízes, menor será a sua toxicidade.

Outros autores estabelecem limites de até 100 mg kg^{-1} de HCN na polpa das raízes para serem consideradas mansas, o que classificaria a cv. Aciolina, nesse estudo, como mandioca brava, por apresentar teores acima de 100 mg kg^{-1} de HCN na polpa das raízes em todas as épocas avaliadas. No entanto, a cv. Aciolina é consumida como mandioca mansa.

A identificação de variedades de mandioca com baixos teores de HCN nas raízes é necessária, a fim de aumentar a segurança destas para alimentação humana, diminuindo-se os riscos de intoxicação dos consumidores. Para níveis altos de HCN é necessário o processamento da mandioca mesmas, visando diminuir a quantidade desses glicosídeos cianogênicos.

Ao analisar as quantidades de HCN presentes na farinha de mandioca e no polvilho, Sant'Ana e Domene (2008) constataram que esses valores diminuem consideravelmente em relação aos encontrados nos produtos *in natura*, verificando também, que no polvilho, esse valor é ainda menor do que os encontrados na farinha, isso devido ao processo de fabricação, pois os compostos cianogênicos são arrastados juntamente com a manipueira que é extraída da massa triturada durante o processo da prensagem.

CHISTÉ et al. (2010) mostraram em seus estudos que a fabricação da farinha de mandioca é uma técnica efetiva na redução da concentração de HCN presente nas raízes de mandioca, uma vez que a mesma decresceu consideravelmente (aproximadamente 97%) durante as etapas, em ambos os processos, garantindo a qualidade alimentar do produto final, sem risco a saúde do consumidor, sendo uma boa opção para agregar valor e garantir a segurança alimentar.

5.6 CONCLUSÕES

1. O teor de HCN no córtex da raiz e na folha aumentam com o aumento das doses de K_2O ;
2. A partir do 235 DAP o teor de HCN diminui com idade de colheita;
3. O teor de HCN no caule e HCN na raiz apresentaram comportamento quadrático em função das doses de K_2O , e linear negativo em relação às épocas de avaliação;
4. O teor de HCN varia entre as partes da planta, sendo as maiores concentrações encontradas nas folhas e as menores na raiz.

5.7 CONCLUSÕES GERAIS

1. Os valores para as variáveis altura da planta, produtividade de parte aérea, diâmetro de raiz e produtividade de raiz, aumentam, tanto em função das épocas de colheita, quanto em função das doses de K_2O .

2. O número de raízes tuberosas, número de raízes comerciais, produtividade de raiz comercial e produtividade de amido, aumentaram em função das doses de K_2O .

3. O teor de HCN no córtex da raiz e na folha aumentam com o aumento das doses de K_2O . O teor de HCN no caule e HCN na raiz apresentaram comportamento quadrático em função das doses de K_2O , e linear negativo em relação às épocas de avaliação. O teor de HCN varia entre as partes da planta, sendo as maiores concentrações encontradas nas folhas e as menores na raiz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAM - Associação Brasileira dos Produtores de Amido de Mandioca. **Produção de fécula no Brasil em 2007**. Disponível em: <www.abam.com.br>. Acesso em 17 de fevereiro de 2014.

ADEKAYODE, F. O.; ADEOLA, O. F. The response of cassava to potassium fertilizer treatments. **Journal of Food, Agriculture & Environment** Vol.7 (2): 279-282, 2009.

AGUIAR, E.B. **Produção e qualidade de mandioca de mesa (*Manihot esculenta* Crantz) em diferentes densidades populacionais e épocas de colheita**. Campinas-SP. Instituto Agronomico de Campinas,. ii, 90 p. (Dissertacao de Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical), 2003.

AGUIAR, B. D.; VALLE, T. L.; LORENZI, J. O.; KANTHACK, R. A. D.; FILHO, H.M.; GRANJA, N. P. Efeito de densidade populacional e época de colheita na produção de raízes de mandioca de mesa. **Bragantia**, Campinas, v. 70, p. 561-569, 2011.

AGWU, A.E.; ANYAECHE, C.L. Adoption of improved cassava varieties in six rural communities in Anambra State, Nigeria. **African Journal of Biotechnology**, vol.6 (2), PP.089-098, January, 2007.

ALBUQUERQUE, J. A. A.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A. A. da; 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-MG, v. 26, n. 2, p. 279-289, 2008.

ALBUQUERQUE, J. A. A.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A. A. da; ALVES, J. M. A.; FINOTO, E. L.; 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.

ÁLVARES, V. S.; COSTA, D. A.; FELISBERTO, F. A. V.; SILVA, S. F., MADRUGA, A. L. S. Atributos físicos e físico-químicos da farinha de mandioca artesanal em Rio Branco, Acre. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 2, p. 50-58, abr.-jun., 2013.

ALVES, A. A. C. Fisiologia da Mandioca. In: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G.(Eds). **Aspectos Socioeconômicos Mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cap. 7, p. 138-169. 2006.

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.; OLIVEIRA, D. C. Avaliação agroeconômica da produção de cultivares de feijão-caupi em consórcio com cultivares de mandioca em Roraima. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 3, n. 1, p.15-30, 2009.

ALVES, J. M. A.; COSTA, F. A.; UCHÔA, S. C. P.; SANTOS, C. S. V.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; RODRIGUES, G. S. Avaliação de dois clones de mandioca em duas épocas de colheita. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 2, n. 2,

p. 15-24, 2008.

AMORIM, S. L.; MEDEIROS, R. M. T.; RIET-CORREA, F. Intoxicação por plantas cianogênicas no Brasil. **Ciência animal**. v.16, n.1 ,p. 17-26, 2006.

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.

ASARE, D. K.; AYEH, E. O.; AMENORPE G. Response of Rainfed Cassava to Methods of Application of Fertilizer-Nitrogen in a Coastal Savannah Environment of Ghana. **World Journal of Agricultural Sciences**, 5 (3): 323-327, 2009.

ATTALLA, A.R.; GREISH, M.H.M.; KAMEL, A.S. Effect of potassium fertilizer rates and row spacing on some cassava varieties (*Manihot esculenta*, Cranz.), under new reclaimed soil. **Journal of Agricultural Sciences** 26:4731 – 4707. 2001.

BARBOSA, C.Z. dos R.; ALVES, J.M.A.; SCHWENGBER, D.R.; SMIDERLE, O.J. Características morfológicas e agronômicas de dez clones de mandioca cultivados no Estado de Roraima. **Revista Agro@ambiente On-line**, v.1, p.28-31, 2007.

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 pliopleistocênicos e de rochas vulcânicas básicas em Roraima, norte amazônico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p. 299-312, 2011.

BENESI, I.R.M.; LABUSCHAGNE, M.T.; HERSELMAN, L.; MAHUNGU, N.M.; SAKA, J.K. The effect of genotype, location and season on cassava starch extraction. **Euphytica**, 160:59-74. 2008.

BORGES, M.F.; FUKUDA, W.M.G.; ROSSETTI, A.G. Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 11, p. 1559- 1565, 2002.

BREGAGNOLI, M. **Qualidade e produtividade de cultivares batata para indústria sob diferentes adubações**. 2006. 141 p. Tese (Doutorado em Agronomia, Área de Concentração Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

BURNS, A.; GLEADOW, R.; CLIFF, J.; ZACARIAS, A.; CAVAGNARO, T. Cassava: The Drought, War and Famine Crop in a Changing World. **Sustainability**, 2, 3572-3607, 2010.

C.; SEDIYAMA, T.; MORAIS, O. T. Características agronômicas da mandioca relacionadas à interação entre irrigação, épocas de colheita e cloreto de mepiquat. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, PR, v. 32, n. 1, p. 45-53, 2010.

CADAVID, L.F.; EL-SHARKAWY, M.A.; ACOSTA, A.; SANCHEZ, T. Long-term effects of mulch, fertilization and tillage on cassava grown in sandy soils in northern

Colombia. **Field Crops Research** 57, 45-56, 1998.

CAGNON, J. R.; CEREDA, M. P.; PANTAROTTO, S. **Cultura de tuberosas amiláceas latino-americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, v.2, 2002.

CALATAYUD, P. A.; MÚNERA, D. F. Defensas naturales de la yuca a las plagas e artrópodos. In: OSPINA, B. CEBALLOS, H. **La yuca en el tercer milenio: sistemas 83 modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización**. Cali: CIAT, p. 250-254. 2002.

CARDOSO JÚNIOR, N. dos S.; VIANA, A. E. S; MATSUMOTO, S.N.; SEDIYAMA, T.; AMARAL, C. L. F.; PIRES, A. J. V.; RAMOS, P. A. Efeito do nitrogênio sobre o teor de ácido cianídrico em plantas de mandioca. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 4, p. 603-610, 2005.

CARVALHO, A. J. C.; MARTINS, D. P.; MONERAT, P. H.; BERNADO, S. Produtividade e qualidade do maracujazeiro-amarelo em resposta à adubação potássica sob lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura Cruz das Almas**, v.21, n.3, p.333-337, 1999.

CARVALHO, F. M; VIANA, A. E. S.; MATSUMOTO, S. N.; REBOUÇAS, T. N. H.; CARDOSO, C. E. L.; GOMES, I. R. Manejo de solo em cultivo com mandioca em treze municípios da Região Sudoeste da Bahia. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 378-384, mar./abr., 2007.

CARVALHO, L. J. C. B. Biodiversidade e biotecnologia em mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, XI, **Anais...** 2005.

CARVALHO, P.R.N.; MEZETTE, T.F.; VALLE T.L.; CARVALHO, C.R.L.; FELTRAN, J.C. Avaliação da exatidão, precisão e robustez do método de análise do teor de matéria seca de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) por meio da determinação do peso específico (balança hidrostática). **RAT – Revista Raízes e Amidos Tropicais/Universidade Estadual Paulista, Centro de Raízes e Amidos Tropicais**.: Botucatu, v. 3, p. 49 – 55, 2007.

CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A. Nutrição e adubação do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Eds.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, p. 317-373. 2005.

CECÍLIO FILHO, A. B.; GRANGEIRO, L. C. Produtividade da cultura da melancia em função de fontes e doses de potássio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 3, p. 561-569, maio/jun., 2004.

CEREDA, M.; VILPOUX, O. Farinhas e Derivados. In: **Culturas Tuberosas Amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill. v. 3.p.576-620. 2003.

CHISTÉ, R.C.; COHEN, K. de O.; MATHIAS, E. de A.; OLIVEIRA, S.S. Quantificação de cianeto total nas etapas de processamento das farinhas de mandioca dos grupos seca e d'água. **Acta Amazônica**, v.40, p.221-226, 2010.

CHOTINEERANAT, S., SUWANSICHON, T., CHOMPREEEDA, P., PIYACHOMKWAN, K., VICHUKIT, V., SRIROTH, K., HARUTHAITHANASAN, V. Effect of root ages on the quality of low cyanide cassava flour from Kasetsart 50. *Kasetsart Journal Natural Science*. 40, 694-701. 2006.

CIAT-CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Annual report 2007: Improved Cassava for Developing World**. Cali, Colombia, 2008. Available online at: <http://www.ciat.cgiar.org/yuca/inicio.htm> [Accessed 30 Sept. 2009].

COGO, C. M.; ANDRIOLO, J. L.; BISOGNIN, D. A.; GODOY, R. DOS S.; BORTOLOTO, O. C.; BARROS, G. T. Crescimento, produtividade e qualidade de processamento de tubérculos de batata produzidos sob alta disponibilidade de potássio. *Ciência Rural*, v. 36, n. 3, 2006.

CONAB - **Perspectivas agropecuárias**, Brasília, v.1, p. 1-154, ISSN 2318-3241. 2013.

EGAN, S.V.; YEOH, H. H.; BRADBURY, J. H. Simple picrate paper kit for determination of the cyanogenic potential of cassava flour. *Journal of the Science and Food Agriculture*, Washington, v. 76, p. 39-48, 1998.

EL-SHARKAWY, M. A. Stress-tolerant cassava: the role of integrative ecophysiology-breeding research in crop improvement. *Scientific Research*. vol. 2, n. 2, 2012.

EL-SHARKAWY, M. A.; CADAVID, L. F. Genetic variations within cassava germplasm in response to potassium. *Experimental Agriculture* 36:323-334, 2000.

EL-SHARKAWY, M. A.; LOPEZ, Y.; BERNAL, L. M. Genotypic variations in activities of PEPC and correlations with leaf photosynthetic characteristics and crop productivity of cassava grown in low-land seasonally-dry tropics. *Photosynthetica*, v. 46, cap.2, p. 238-247, 2008.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, S. C. Potássio. **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 583-584, 2007.

FAO. Faostat database gateway. Disponível em: [HTTP://apps.fao.org/lim500/nph-wrap.pl](http://apps.fao.org/lim500/nph-wrap.pl). Production Crops Primary & Domain=SU. Acesso em: 26 de janeiro de 2014.

FELTRAN, J. C.; VALLE, T. L.; CARVALHO, C. R. L.; GALERA, J. M. S. V.; KANTHACK, R. A. D. Adubação e densidade populacional em mandioca de indústria: 1-efeitos na produtividade e no teor de matéria seca de raízes. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 2009, Botucatu, São Paulo. **Anais...** Botucatu, CERAT/UNESP, 2009.

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.

FIALHO, J. de F.; VIEIRA, E. A.; SILVA, M. S.; LACERDA, J. N. C.; PAULA, G. F. de; OLIVEIRA, L. de; COSTA, M. S.; DUTRA, N. J. Desempenho de variedades de mandioca de mesa no Núcleo Rural Jardim-DF. RAT- Revista Raízes e Amidos Tropicais/Universidade Estadual Paulista, Centro de Raízes e Amidos Tropicais. Vol. 3 (2007)- . - Botucatu: CERAT/UNESP, 2007-ISSN 1808 - 981X (on-line). Disponível em: <<http://www.cerat.unesp.br/revistarat/volume3/artigos/66%20josefino%20freitas%20fialho.pdf>>. Capturado em 01/02/2008.

FIGUEIREDO, M. A. de et al. Fontes de potássio no crescimento in vitro de plantas de orquídea (*Cattleya loddigesii*). **Ciência Rural**, v.38, n.1, p.255-257, 2008.

FOLONI, J. S. S.; TIRITAN, C. S.; SANTOS, D. H. Avaliação de Cultivares de Mandioca na Região Oeste do Estado de São Paulo. **Revista Agrarian**. Dourados, v.3, n.7, p.44-50, 2010.

FUKUDA, W. M. G. Embrapa pesquisa mandioca para indústrias de amido. Desenvolvimento da indústria de fécula de mandioca no Brasil tem demandado novas variedades com teores de amido mais elevados nas raízes e qualidade que agregue valores ao produto. Associação Brasileira dos Produtores de Mandioca. Revista eletrônica, ano III, no 11. jul/set. 2005. Disponível em <http://www.abam.com.br/revista/revista11/pesquisa_mandioca.php>, capturado em 08/02/2007.

FUKUDA, W. M. G.; CALDAS, R. C. Relação entre os conteúdos de amido e farinha de mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, BA, v.6, p. 57-63, 1987.

GALERA, J. M. S. V.; VALLE, T. L. Estruturação genética do germoplasma de mandioca através de informação comparativas entre estudos biológicos e antropológicos – resultados preliminares. **Raízes e Amidos Tropicais**. vol. 3, n. 1, 2007.

GROSMANN, J.; FREITAS, A. G. Determinação do teor de matéria seca pelo peso específico em raízes de mandioca. **Revista Agrônômica**, Porto Alegre, v. 14, p. 7580, 1950.

GUEDES, P. L. C.; LEMOS, P. F. B. A.; ALBUQUERQUE, R. P. F.; COSTA, R. F.; CHAGAS, N. G.; CUNHA, A. P.; CAVALCANTE, V. R. Produção de forragem de mandioca para alimentação de bovinos leiteiro no agreste paraibano. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**., João Pessoa, v.1, n.2, p.53-59, dez. 2007.

HIDAYAT A., ZURANDA N. AND HARARIDA I. The Cyanogenic Potential of Roots and Leaves of Ninety Nine CASSAVA cultivars. Indonesian **Journal of Agricultural Science**: 3(1) 25 – 32, 2002.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatística da Produção Agrícola. p.1-78 jan. 2014.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Condições de tempo registradas nas capitais de outubro de 2012 a dezembro 2013**. Disponível em:

www.inmet.gov.br/html/observacoes.php?lnk=Capitais. Acesso: 13 mar. 2014.

LIN, X. Y; ZHANG, Y. S; CAI, M. Z; ZHANG, Y.P; LI, G; YANG, X. E. Effects of phosphorus and potassium on the yield, quality and storability of citrus fruits. **Plant Nutricion Fertilizater Science** 12: 82-88. 2006.

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

LORENZI, J. O.; RAMOS, M. T. B.; MONTEIRO, D. A.; VALLE, T. L.; GODOY JUNIOR, G. Teor de acido cianidrico em variedades de mandioca cultivadas em quintais do Estado de Sao Paulo. *Bragantia*, Campinas, v. 52, n. 1, p. 1-5, 1993.

MAGALHÃES, G. C.; VIANA, A. E. S.; PONTE, C. M. A.; CARDOSO, A. D.; CARDOSO JÚNIOR, N. S.; GUIMARÃES, D. G.; ANJOS, D. N.; FERNANDES, E. T.; FOGAÇA, J. J. L. Teor de ácido cianídrico de cinco variedades de mandioca em diferentes épocas de colheita. In: XII Congresso Brasileiro de Mandioca. **Anais...Botucatu**, São Paulo, 2009.

MALAVOLTA, E. **Manual de Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MATTOS, P. L.; BEZERRA, V. S. Cultivo da mandioca para o estado do Amapá. Embrapa mandioca e fruticultura, **Sistemas de produção**, 2. ISSN 1678-8796, versão eletrônica, jan/2003.

MAZETTE, T. F.; CARVALHO, C.R.L.; MORGANO, M.A.; SILVA, M.G. da; PARRA, E.S.B.; GALERA, J.M.S.V; VALLE, T.L. Seleção de clones-elite de mesa visando a características agronômicas, tecnológicas e químicas. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n.3, p.601-609, 2009.

MENDONÇA, H. A. de; MOURA, G. de M.; CUNHA, E. T. Avaliação de Genótipos de Mandioca em Diferentes Épocas de Colheita no Estado do Acre. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 6, Jun. 2003.

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

MOLLER, B.L. Diversificações funcionais dos glicosídeos cianogênicos. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 13 , 338-347. 2010.

MOTTA, I. S.; OTSUBO, A. A.; PADOVAN, M. P.; RANGEL, M. A. S.; SILVA, F. M. Cultivares de mandioca de mesa cultivadas sob manejo de base agroecológica em Dourados, MS, Brasil. **Anais do 4º seminário de Agroecologia**, 2012.

NAMBISAN, B. **Impact of Environmental Factors on Cyanide Content in Cassava**; CCDNN News: Canberra, Australia; pp. 2-3, 2003.

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

Nassar, N.M.A., Cassava: Some ecological and physiological aspects related to plant breeding. An article published online with **Gene Conserve**. URL <http://www.geneconserve.pro.br/>. **2005**.

NGUYEN, H; SCHOENAU, J. J.; NGUYEN, D.; REES, K. V.; BOEHM. Effects of long-term nitrogen, phosphorus and potassium fertilization on cassava yield and plant nutrient composition in North Vietnam. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.25, n.3, p.425-442, 2002.

NHASSICO, D., MUQUINGUE, H., CLIFF, J., CUMBANA, A., & BRADBURY, J. H. Rising African cassava production, diseases due to high cyanide intake and control measures. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 88, 2043–2049. 2008.

NNODU, E. C.; EZUKILE T. O; ASUMUGHA, G. N. **Tuber and Fibre Crops of Nigeria: Principles of Production and Utilization**, xxii, 239 p 22-44. 2006.

OKPARA, D. A., U. S. AGOHA; M. IROEGBU. Response of cassava variety TMS/98/0505 to potassium Fertilization and time of harvest in south eastern Nigeria. **Nigerian Agriculture Journal**. 41(1):84-92. 2010.

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@ambiente 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 adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, vol.47, n. 10, p.1436-1442, 2012.

OLIVEIRA, S. P. O.; VIANA, A. E. S.; MATSUMOTO, S. N.; CARDOSO JÚNIOR, N. S.; SEDIYAMA, T.; SÃO JOSÉ, A. R. Efeito da poda e de épocas de colheita sobre características agrônômicas da mandioca. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 99-108, 2010.

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, 116 p, 2004.

PEIXOTO, J. R.; BERNADES, S. R.; SANTOS, C.M.; BONNAS, D. S.; FIALHO, J. F.; OLIVEIRA, J. A. Desempenho agrônômico de variedades de mandioca mansa em Uberlândia. **Revista Brasileira de Mandioca**, v. 18, n. 1, p.19-24, 2005.

PEREIRA, G. A. M.; LEMOS, V. T.; SANTOS, J. B.; FERREIRA, E. A.; SILVA, D.V.; OLIVEIRA, M. C.; MENEZES, C. W. G.; Crescimento da mandioca e plantas daninhas em resposta à adubação fosfatada. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n.5, p. 716-722, set/out, 2012.

PONTE, C. M. A.; VIANA, A. E. S.; CARDOSO JÚNIOR, N. S.; CARDOSO, A. D.; ANJOS, D. N.; MAGALHÃES, G. C.; FERNANDES, E. T.; NASCIMENTO, B. F. O.

Rendimento de farinha de cinco variedades de mandioca em sete épocas de colheita no município de Vitória da Conquista-BA. XIII Congresso Brasileiro de Mandioca **Anais...** 2009.

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.

RAMOS, P.A.S. **Caracterização morfológica e produtiva de nove variedades de mandioca cultivadas no sudoeste da Bahia**. Dissertação UFV, Viçosa, 2007.

REIS JÚNIOR, R. A.; FONTES, P. C. R. Morfologia e partição de assimilados na batateira em função de época de amostragem e de doses de potássio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, vol.34, n. 5, p. 795-799, 1999.

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, Nov.2001.

ROESLER, P. V. S. O.; GOMES, S. D.; MORO, E.; KUMMER, A. C. B.; CEREDA, M. P. Produção e qualidade de raiz tuberosa de cultivares de batata-doce no oeste do Paraná. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 1, p. 117-122, 2008.

RÓS, A. B. Produtividade de raízes de mandioca em função de doses de potássio. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, volume 9, n.1, p.25-32, 2013.

SAGRILO, E.; VIDIGAL FILHO, P. S.; OTSUBO, A. A.; SILVA, A. S.; ROHDEN, V. S. Performance de cultivares de mandioca e incidência de mosca branca no Vale do Ivinhema, Mato Grosso do Sul. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 1, p. 87-94, 2010.

SAGRILO, E.; VIDIGAL-FILHO, P.S.; PEQUENO, M.G. Épocas de colheita de parte aérea e de raízes tuberosas de mandioca. In: CEREDA M. P. (Coord.) Agricultura: Culturas Tuberosas Amiláceas Latino Americanas. Sao Paulo: Fundacao Cargill, v. 2. p.384-412. 2002.

SÁNCHEZ, T. **Evaluación de 6000 variedades de yuca**. Cali: CIAT, (Programa de mejoramiento de yuca). 2004.

SANT'ANA, A. F.; DOMENE, S. M. A. Teores de glicosídeos cianogênicos em derivados de mandioca determinados por protocolo adaptado ao laboratório de micronutrientes. XIII Encontro de Iniciação Científica da PUC Campinas **Anais... ISSN 1982-0178**, 2008.

SARMENTO, B.S. **Caracterização da fécula de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) no período de colheita de cultivares de uso industrial**. 162 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1997.

SCHWENGBER, D. R.; SMIDERLE, O. J.; MATTIONI, J. A. M. Mandioca: recomendações para o plantio em Roraima. **Circular técnica**, Embrapa Roraima, n.

05, p. 1-30, 2005.

SENA, J. S.; TUCCI, C. A. F.; LIMA, H. N.; HARA, F. A. S. Efeito da calagem e da correção dos teores de Ca e Mg do solo sobre o crescimento de mudas de angelim-pedra (*Dinizia excelsa* Ducke). **Acta Amazônica**, v. 40, n.2, 2010.

SILVA, G. G. C.; NUNES, C. G. F.; OLIVEIRA, E. M. M; SANTOS, M. A dos. Toxidade cianogênica em partes da planta de cultivares de mandioca cultivados em mossoró-RN. **Revista Ceres**, v.51, n.293, p.56-66, 2004.

SILVEIRA, R.L.V. de A.; MALAVOLTA, E. **Nutrição e adubação potássica em Eucalyptus**. Disponível em: <
[http://www.potafos.org/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d5fbc829a2f54298832569f8004695c5/\\$FILE/Encarte%2091.pdf](http://www.potafos.org/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d5fbc829a2f54298832569f8004695c5/$FILE/Encarte%2091.pdf) >. Acesso em: 29 mar. 2006.

SIVIERO, A.; EVANGELISTA, R. C.; SCHOTT, B. Produtividade, teor de amido, matéria seca e resistência a podridão radicular de cultivares de mandioca do Acre. **Anais. XIII Congresso Brasileiro de Mandioca**. 2009.

SOUZA, L. D.; SOUZA, L. S.; GOMES, J. C. Exigências edáficas da cultura da mandioca. 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, p. 170-214. 2006.

SOUZA, M. J. L.; VIANA, A. E. S.; MATSUMOTO, S. N.; VASCONCELOS, R. C.; SEDIYAMA, T.; MORAIS, O. M. Características agronômicas da mandioca relacionadas à interação entre irrigação, épocas de colheita e cloreto de mepiquat. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 32, n. 1, p. 45-53, 2010.

SUSAN JOHN, K. Dynamics of Nutrients under Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Grown in an Ultisol of Kerala - **Journal of Root Crops**, Vol. 36 No. 1, pp. 1-13, 2010.

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

SUSAN JOHN, K., RAVINDRAN, C.S. AND J. GEORGE. Long Term Fertilizer Experiments: Three Decades Experience in Cassava, **Technical Bulletin Series n.45**, Central Tuber Crops Research Institute, Thiruvananthapuram, Kerala, India. 83 pp, 2005.

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, 2005. 1 CD-Rom.

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

TERNES, M. Fisiologia da planta. In: CEREDA, M. P. (coord.). **Agricultura: tuberosas amiláceas latino-americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 540p. (Série: culturas de tuberosas amiláceas latino-americanas, 2), 2002.

UYOH, E. A., UDENSI, O., NATUI, V. AND URUA, I., Effect of different processing methods on cyanide content of garri from four cultivars of cassava. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, 5(3&4) 105-107. 2007.

VETTER, J. Plant cyanogenic glycosides. **Toxicon**, v 38:, p 11-36. Elsevier, 2000.

VIANA, A. E.; SEDIYAMA, T.; LOPES, S. C.; CECON, P. R.; SILVA, A. A. efeito do comprimento e de incisões no córtex da maniva sobre o cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, 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**, Campinas, v.59, n.1, p.69-75, 2000.

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

WHITE, W.; ARIAS-GARZON, D. I.; MCMAHON, J. M.; SAYRE, R. T. Cyanogenesis in cassava: the role of hydroxynitrile lyase in root cyanide production, **Plant Physiology**, Washington, DC, v. 116, p. 1219-1225, 1998.