

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO AGRICULTURA E AMBIENTE  
CURSO DE AGRONOMIA

**DESEMPENHO DA MANDIOCA (*Manihot esculenta*  
Crantz) EM FUNÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE  
ADUBO FOSFATADO, COM E SEM CALAGEM EM  
CAMPOS NATURAIS**

LUKAS EMÍLIO DE OLIVEIRA RAVANI

Humaitá – AM  
Novembro 2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO AGRICULTURA E AMBIENTE  
CURSO DE AGRONOMIA

**DESEMPENHO DA MANDIOCA (*Manihot esculenta*  
Crantz) EM FUNÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE  
ADUBO FOSFATADO, COM E SEM CALAGEM EM  
CAMPOS NATURAIS**

**Aluno: Lukas Emílio de Oliveira Ravani**  
**Orientador: Váirton Radmann**

Trabalho apresentado como parte  
das exigências do curso de  
Agronomia para a obtenção do título  
de Engenheiro Agrônomo.

Humaitá – AM  
Novembro2019

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

R252d Ravani, Lukas Emílio de Oliveira  
Desempenho da mandioca (manihot esculenta crantz) em função de diferentes doses de adubo fosfatado, com e sem calagem em campos naturais / Lukas Emílio de Oliveira Ravani, Vairton Radmann. 2019  
31 f.: il.; 31 cm.

Orientador: Vairton Radmann  
TCC de Graduação (Agronomia) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Fertilidade. 2. Calagem. 3. Mandioca. 4. Incremento. I. Radmann, Vairton. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO AGRICULTURA E AMBIENTE  
CAMPUS VALE DO RIO MADEIRA  
CURSO DE AGRONOMIA  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC)

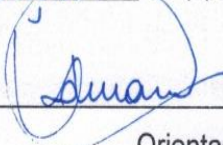
ATA DA AVALIAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

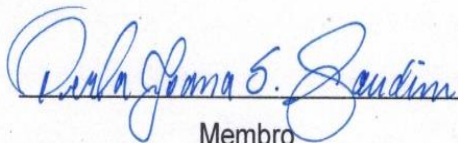
Número da Ata:

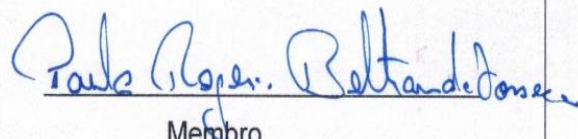
Aos **19** dias no mês de **dezembro** do ano de **2019**, às **17:00** horas nas dependências do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente (IEAA) da Universidade Federal do Amazonas realizou-se a defesa de monografia do Trabalho de Conclusão de Curso intitulada "**Desempenho da mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz), em função do adubo fosfatado, com e sem calagem em campos naturais**" do(a) acadêmico (a) **Lukas Emílio De Oliveira Ravani**, do curso de Agronomia perante a banca examinadora, composta pelos professores:

1. Dr. Vairton Radmann
2. Dra. Perla Joana Souza Gondim
3. Dr. Paulo Rogerio Beltramin da Fonseca

Após a apresentação e arguições a banca deliberou, segundo os critérios estabelecidos nas Normas Internas para Realização do TCC e o Projeto Político Pedagógico do Curso de Agronomia pela aprovação do (a) Acadêmico (a) com Média Final: 9,30.

  
Orientador

  
Membro

  
Membro

Humaitá (AM), 19/12/2019.

**LUKAS EMÍLIO DE OLIVEIRA RAVANI**

**DESEMPENHO DA MANDIOCA (*Manihot esculenta*  
Crantz) EM FUNÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE  
ADUBO FOSFATADO, COM E SEM CALAGEM EM  
CAMPOS NATURAIS**

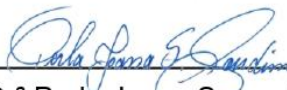
Trabalho apresentado como parte  
das exigências do curso de  
Agronomia para a obtenção do título  
de Engenheiro Agrônomo (Bacharel  
em Agronomia)

Trabalho de conclusão de curso defendido e **APROVADO** em:  
19/12/2019, com a banca examinadora composta pelos seguintes  
professores:



---

Prof. Dr Vairton Radmann  
(Orientador)



---

Prof. Drª Perla Joana Souza Gondim  
(Avaliador 1)



---

Prof. Dr Paulo Rogério Beltramin da Fonseca  
(Avaliador 2)

Aos meus pais, Josuel Ângelo Ravani, Vanusa de Oliveira Ravani e às minhas irmãs, Thaís Hercília de Oliveira Ravani e Ioanna Marcelle de Oliveira Ravani, pelo apoio e incentivo para seguir a minha jornada mesmo nos momentos mais complicados.

## **OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

A minha família por ter me incentivado a sair da minha cidade natal e vir estudar em uma cidade, inicialmente, desconhecida e por sempre me dar suporte em todos os momentos.

Ao meu orientador, Professor Vairton Radmann, por todos os ensinamentos e por ter me aceitado como orientado.

Aos Professores Perla Joana de Sousa Gondim e Paulo Rogério Beltramin da Fonseca, por fazerem parte da banca examinadora deste trabalho;

Aos professores e instituição que puderam me proporcionar ensinamentos e retirada de lições para a vida toda.

A todos os envolvidos na realização do experimento, pois toda ajuda em cada etapa foi essencial para se chegar aos resultados.

Aos meus amigos que formei durante a minha graduação, em especial, Leone dos Santos Zoppi, Mário Zoppi Neto, Nair Flor dos Santos, Handerson José Melo, Wilarde Magalhães de Azevedo, Náira Cintia Belfort Araújo, Lucas Eduardo Realto da Silva, Rita de Cássia Barros Nunes Ronei Leite.

A minha namorada, Laís dos Santos Bezerra que me ajudou desde o início da formação do projeto até o final e por sempre me apoiar em momentos críticos que ocorreram durante o período.

**INDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Croqui do experimento realizado na Fazenda Experimental Mangabeira da Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente – Campus Vale do Rio Madeira, localizado na BR 230, km 3, sentido Humaitá – Porto Velho, no ano agrícola 2018/2019. ....	14
<b>Figura 2.</b> Altura da planta de mandioca var. Pirarucu em função das doses de $P_2O_5$ , Humaitá-AM. *Significativo a 5% e **significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. ♦ para plantas submetidas a solo com calagem e ■ para plantas submetidas a solo sem calagem. ....	19
<b>Figura 3.</b> Espessura da planta de mandioca var. Pirarucu em função das doses de $P_2O_5$ , Humaitá-AM. *Significativo a 5% e **significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. ♦ para plantas submetidas a solo com calagem e ■ para plantas submetidas a solo sem calagem. ....	20
<b>Figura 4.</b> Área Foliar da planta de mandioca var. Pirarucu em função das doses de $P_2O_5$ , Humaitá-AM. *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. ♦ para plantas submetidas a solo com calagem e ■ para plantas submetidas a solo sem calagem. ....	21
<b>Figura 5.</b> APB - Altura da primeira bifurcação da planta de mandioca var. Pirarucu em função das doses de $P_2O_5$ , Humaitá-AM. *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. ♦ para plantas submetidas a solo com calagem e ■ para plantas submetidas a solo sem calagem. ....	22
<b>Figura 6.</b> MR – Massa de raiz da planta de mandioca var. Pirarucu em função das doses de $P_2O_5$ , Humaitá-AM. *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. ♦ para plantas submetidas a solo com calagem e ■ para plantas submetidas a solo sem calagem. ....	23



**ÍNDICE DE TABELAS**

<b>Tabela 1.</b> Resumo da análise de variância para Altura de Primeira Bifurcação (ABP), altura de planta (AP), espessura de haste (EH), área foliar (AF) e massa de raiz (MR) obtido a partir da avaliação de aplicação de doses de calcário e doses crescentes de adubo fosfatado, em Humaitá-AM, 2019.....	22
<b>Tabela 2.</b> Valores médios das variáveis, altura de planta (AP), espessura de haste (EH), área foliar (AF) e massa de raiz (MR), obtidos a partir da aplicação de doses de calcário e doses crescentes de adubo fosfatado, em Humaitá-AM, 2019.....	18

## RESUMO

A baixa produtividade da raiz de mandioca está atribuída principalmente aos solos de baixa fertilidade, após sucessivos e longos cultivos na mesma área. Nesse sentido, objetivou-se com o presente trabalho, determinar a dose de  $P_2O_5$  que proporcione a máxima eficiência relativa da espessura de haste, altura e área foliar da mandioca var. Pirarucu (*Manihot esculenta* Crantz). O estudo foi realizado à campo na fazenda experimental Mangabeira da Universidade Federal do Amazonas – UFAM/IEAA, localizado na BR 319 km 3. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com quatro repetições, constituído por dois fatores: calagem com 2 níveis, com e sem, e Doses de  $P_2O_5$  com cinco níveis (0; 30; 60; 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$ ) aleatorizados. Ao final de todas as coletas dos dados, as informações obtidas foram submetidas à análise de variância pelo teste F com 5 % de significância e análise de regressão por polinômios ortogonais para os níveis de doses de fósforo. As variáveis respostas avaliadas que apresentaram valores significativos dentro dos fatores calagem e doses de P foram altura de planta e espessura do caule. A área foliar apresentou resultado significativo dentro do fator calagem. Os componentes do crescimento da cultura, altura de planta, espessura da haste são afetados positivamente pela adição de calcário e pelas doses crescentes de  $P_2O_5$  até 60 e 120 Kg ha<sup>-1</sup> respectivamente. A área foliar não foi afetada positivamente pela dose de fósforo, mas sim pela dose de calcário. A massa de raiz apresentou incremento produtivo com a calagem e as doses de P não influenciaram em aumento significativo na produção quando aplicado junto com calcário.

**Palavras-chave:** Fertilidade, Calagem, Mandioca, Incremento.

## ABSTRACT

The low productivity of cassava root is mainly attributed to low fertility soils, after successive and long cultivations in the same area. In this sense, the objective of this study was to determine the  $P_2O_5$  dose that provides the maximum relative efficiency of cassava stem thickness, height and leaf area. Pirarucu (*Manihot esculenta* Crantz). The study was carried out in the field at the Mangabeira experimental farm of the Federal University of Amazonas - UFAM / IEAA, located at BR 319 km 3. The experimental design was a randomized complete block with four replications, consisting of two factors: two-level liming with and without, and  $P_2O_5$  doses with five levels (0, 30, 60, 90 and 120 kg ha<sup>-1</sup> of  $P_2O_5$ ) randomized. At the end of all data collections, the information obtained was subjected to analysis of variance by the F test with 5% significance and regression analysis by orthogonal polynomials for phosphorus dose levels. The evaluated response variables that presented significant values within the liming factors and P doses were plant height and stem thickness. Leaf area showed significant results within liming factor. The components of crop growth, plant height, stem thickness are positively affected by the addition of limestone and increasing doses of  $P_2O_5$  up to 60 and 120 kg ha<sup>-1</sup> respectively. Leaf area was not positively affected by phosphorus dose, but by limestone dose. Root mass showed a productive increase with liming and P rates did not influence significant increase in yield when applied together with limestone.

**Key words:** Fertility, Liming, Cassava, Increment.

**SUMÁRIO**

1. INTRODUÇÃO .....	13
2. OBJETIVOS .....	10
2.1. Objetivo Geral.....	10
2.2. Objetivos Específicos .....	10
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	11
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	13
4.1. Delineamento experimental .....	13
4.2. Preparo da área para instalação da pesquisa .....	14
4.3. Variáveis analisadas.....	15
4.4. Análise estatística.....	16
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
6. CONCLUSÕES .....	24
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25

## 1. Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é um dos principais alimentos energéticos para mais de 700 milhões de pessoas, principalmente nos países em desenvolvimento. Em vista disso, mais de 100 países produzem mandioca, o Brasil participou com 10% da produção mundial, em 2005, sendo o segundo nesse aspecto (MATTOS; FARIAS; FILHO, 2006). No ano de 2016 o Brasil se destaca com aproximadamente 13% da produção mundial. O continente africano concentra mais de 50% da produção, seguido pelo asiático, com 31%, e pelo americano, com 12%. Apenas cinco países respondem por mais de 50% da produção mundial. Os melhores rendimentos médios não necessariamente estão entre os países com as maiores produções (NUNES & PERUCH, 2018)

No Brasil, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produção de raiz de mandioca atingiu 23,71 milhões de toneladas no ano de 2016, com uma área colhida de 1,55 milhões de hectares, com um rendimento médio de 15,33 t ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2018). Entretanto, o estado do Amazonas no ano de 2016 teve uma área de plantio de 174.355 ha e uma produtividade de 9,92 t ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2018). A região sul do Amazonas proporciona um local vasto de áreas propícias para produção, pois se encontra em baixa altitude, topografia plana que favorece a mecanização, precipitação pluviométrica de 2000 mm com época bem definida (MARTINS et. al., 2019). Contudo, os solos encontrados na região apresentam baixa fertilidade, o que leva a baixa produtividade de diversas culturas, dentre elas a mandioca (MARTINS; MACEDO; BARRETO, 1999).

"Em trabalho de Fidalski (1999) foi relatado que dentre os nutrientes N, P e K, a mandioca somente respondeu à adubação fosfatada. A calagem e a adubação nitrogenada e potássica não provocaram incrementos na produção de raízes de mandioca, nesse mesmo trabalho". (FIDALSKI, 1999 apud PEREIRA et al., 2012, p.717). O incremento de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> eleva de forma significativa a produção de raízes, conseqüentemente o rendimento por área, caracterizando assim um nutriente importante.

Dada a grande importância socioeconômica da cultura da mandioca na região sul do Amazonas, visto que, a população tem um consumo elevado de farinha e por ser uma cultura de subsistência, no entanto, para o cultivo não há uma recomendação técnica para doses de fósforo baseado em estudos de pesquisa para as diferentes classes de solos da região. Neste sentido, o projeto tem por objetivo determinar a dose de fósforo, que venha fornecer a máxima eficiência relativa da mandioca, no município de Humaitá/AM.

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo Geral**

Avaliar o desempenho da variedade de mandioca Pirarucu, submetida a diferentes doses de fósforo.

### **2.2. Objetivos Específicos**

Determinar a dose de fósforo de máxima eficiência técnica e econômica para massa de raízes.

Determinar o rendimento com e sem calagem e em função de diferentes doses de fósforo.

### 3. Revisão de Literatura

A cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é importante para os países com latitude situada entre os paralelos 30° norte e sul, onde as condições climáticas são favoráveis ao seu cultivo. No Brasil ela não evoluiu tecnologicamente como as culturas de clima temperado, devido ao estímulo à produção de alimentos de exportação e à cana-de-açúcar. Esse estímulo ocasionou um desequilíbrio tecnológico entre culturas de exportação e aquelas de consumo interno, como arroz, mandioca e feijão (LORENZI & MONTEIRO, 1980).

A calagem é prática agrícola necessária e que resulta no aumento da produtividade das culturas pelas diversas reações químicas nos solos, que implicam no aumento da disponibilidade de nutrientes (Ca, Mg, P, N, K, S, Mo e Cl) e na redução de outros (Fe, Zn, Cu, e Mn), podendo favorecer, também, diversas atividades biológicas (LOPES, 1998). Em trabalho realizado por Perin (1982), em experimento em casa de vegetação, estudando doses de calcário e de fósforo no crescimento da parte aérea e das raízes de cultivares de mandioca, observou que embora não tenha ocorrido interação entre os dois fatores, o crescimento das plantas foi significativo nas doses maiores, tanto de fósforo como de calagem (PERIN, 1982 apud CAMPOS et al., 2013).

Em solos pobres de nutrientes, a planta reduz seu tamanho, mantendo, todavia a concentração desses nutrientes em nível ótimo, permitindo assim maior eficiência na utilização dos elementos nutritivos. Toleram bem solos ácidos, porque suportam altos níveis de saturação com alumínio, porém é muito susceptível à salinidade (CARVALHO, 2007).

Os efeitos dos sistemas de preparo sobre as condições físicas do solo dependem do tipo de solo, do tipo de implemento e da sua intensidade de uso (GAVANDE, 1972). Verifica-se que, para algumas culturas, o preparo mínimo do solo propicia maiores produções em comparação com o convencional (SOUZA & CARVALHO, 1995). No entanto, especificamente para a cultura da mandioca, são poucos os resultados de avaliações dos efeitos dos sistemas de preparo do solo (SOUZA & CARVALHO, 1995). A percentagem de germinação das manivas-sementes e a produção de raízes tuberosas da mandioca foram



influenciadas significativamente pelos métodos de preparo do solo (HOWELER & CADAVID, 1984).

#### **4. Material e Métodos**

O estudo foi instalado na Fazenda Experimental Mangabeira da Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente – Campus Vale do Rio Madeira, localizado na BR 230, km 3, sentido Humaitá – Porto Velho, no ano agrícola 2018/2019, em área de campo natural.

##### **4.1. Delineamento experimental**

O Delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Os fatores estudados foram: Calagem e Doses de  $P_2O_5$ .

Fator Calagem com dois níveis:

- Com calagem;
- Sem Calagem.

Fator Doses de  $P_2O_5$  com cinco níveis:

- 0 Kg ha<sup>-1</sup>;
- 30 Kg ha<sup>-1</sup>;
- 60 Kg ha<sup>-1</sup>;
- 90 Kg ha<sup>-1</sup>;
- 120 Kg ha<sup>-1</sup>;

O sistema de plantio foi feito seguindo as recomendações de Farias et al. (2006), tendo início no mês de novembro. As plantas foram dispostas com espaçamento de 1 m entre linhas e 1 m entre plantas, totalizando 5 linhas com 6 m de comprimento para cada bloco. Para efeito de bordadura, foi considerada, uma linha lateral, de cada lado e um metro em cada extremidade da unidade experimental.

com calagem	sem calagem	sem calagem	com calagem	com calagem	sem calagem	sem calagem	com calagem
0 Kq.ha-1	60 Kq.ha-1	90 Kq.ha-1	120 kq.ha-1	0 Kq.ha-1	60 Kq.ha-1	90 Kq.ha-1	120 kq.ha-1
30 Kq.ha-1	90 Kq.ha-1	30 Kq.ha-1	90 Kq.ha-1	30 Kq.ha-1	90 Kq.ha-1	30 Kq.ha-1	90 Kq.ha-1
60 Kq.ha-1	0 Kq.ha-1	120 kq.ha-1	160 Kq.ha-1	60 Kq.ha-1	0 Kq.ha-1	120 kq.ha-1	160 Kq.ha-1
90 Kq.ha-1	120 kq.ha-1	60 Kq.ha-1	30 Kq.ha-1	90 Kq.ha-1	120 kq.ha-1	60 Kq.ha-1	30 Kq.ha-1
120 kq.ha-1	30 Kq.ha-1	0 Kq.ha-1	0 Kq.ha-1	120 kq.ha-1	30 Kq.ha-1	0 Kq.ha-1	0 Kq.ha-1

**Figura 1.** Croqui do experimento realizado na Fazenda Experimental Mangabeira da Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente – Campus Vale do Rio Madeira, localizado na BR 230, km 3, sentido Humaitá – Porto Velho, no ano agrícola 2018/2019.

#### 4.2. Preparo da área para instalação do experimento

O solo foi preparado através de duas gradagens pesadas, seguido da aplicação do calcário dolomítico em metade dos blocos, onde a quantidade utilizada, foi de 2 t ha<sup>-1</sup>, seguindo a recomendação de Dias et al. (2004). Uma nova gradagem pesada foi feita para poder incorporar o calcário. Posteriormente foram realizadas duas gradagens de nivelamento do solo e construção de camalhões com o auxílio de um arado de disco, em profundidade de 20 cm, tendo em vista as características do solo de reter muita água em superfície, com isso facilitando a drenagem da água de dentro da área experimental. As gradagens propiciarão melhores condições ao plantio, à brotação das manivas-sementes, à emergência das plântulas, ao crescimento e desenvolvimento da mandioca. A aplicação do calcário dolomítico, baseado no resultado da análise química do solo, foi realizada dois meses antes do plantio, tendo em vista uma melhor reação do corretivo, para a correção da acidez do solo.

Em relação à adubação da cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), a dose e a formulação do fertilizante para a adubação de base e de cobertura foram baseadas nas recomendações técnicas do cultivo de mandioca no Amazonas (DIAS, et al., 2004), a exceção do fósforo. O fertilizante utilizado como fonte de fósforo foi o superfosfato simples, e para nitrogênio e potássio foram utilizados como fonte, sulfato de amônio e cloreto de potássio, nas respectivas quantidades 45 Kg ha<sup>-1</sup> de N e 60 Kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

O controle de plantas invasoras ocorreu do mês de novembro de 2018 até o mês de março de 2019, onde se adotou o método de arranquio manual até que não pudesse mais haver interferência na cultura analisada. No controle de insetos, foi utilizado, no mês de maio de 2019, iscas para formigas cortadeira, *Atta* spp., no local de predação que se fez dentro da área experimental.

#### **4.3. Variáveis analisadas**

Foram escolhidas de forma aleatória, em cada bloco, 5 (cinco) plantas para serem coletados os dados, e estes coletados no mês de julho de 2019 ao completar 270 dias após o plantio. Altura de planta (do nível do solo, em m) com o auxílio de uma trena, altura de primeira bifurcação (do nível do solo até a primeira divisão, em m) com o auxílio de uma trena. Para a medição de espessura de haste (10 cm acima do solo, em mm) com um paquímetro digital; área foliar (quinta folha do ápice para baixo, em cm<sup>2</sup>) seguindo a metodologia de Matos et. al. (2015). Na última variável, massa de raiz (colheita de 12 plantas de cada bloco, em Kg), foram coletados os dados no início do mês de novembro de 2019, ao completar 1 ano após o plantio, com a utilização de uma balança digital de campo na ordem de 0,01 Kg.

#### **4.4. Análise estatística**

Após tabulação dos dados, os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, com 5 % de significância. Para o teste de médias foi aplicado o teste de Tukey, com 5% de significância, no fator calagem e análise de regressão dos valores médios por polinômios ortogonais para os níveis de doses de fósforo, por meio do programa Sisvar® Free versão 5.7.



## 5. Resultados e Discussão

De acordo com a análise de variância, a interação entre as doses de  $P_2O_5$  e calagem não foi significativa ( $p \leq 0,05$ ) para altura da planta, altura da primeira bifurcação, espessura de haste (Tabela 1). Os resultados corroboram com o trabalho de Perin (1982) que realizando em casa de vegetação, avaliando o crescimento da parte aérea e sistema radicular de plantas de mandioca, observou que não houve interação entre doses de fósforo e doses de calcário. No entanto, observou-se que as plantas responderam melhor a doses crescentes de fósforo e calcário. Já para a variável massa de raiz, observou-se que houve interação entre doses de  $P_2O_5$  e calagem ( $p \leq 0,05$ ). O incremento na produção de raiz ocorre pela fosfatagem, não havendo interação entre calagem e fosfatagem (NOGUEIRA; PAULA; CURI, 1988; GOMES & CARVALHO, 1986; TANAKA et al., 1981). Para estabelecer a resposta da planta às doses de calcário nas diferentes doses de  $P_2O_5$ , realizaram-se os desdobramentos desses fatores.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para altura de primeira bifurcação (ABP), altura de planta (AP), espessura de haste (EH), área foliar (AF) e massa de raiz (MR) obtido a partir da avaliação de aplicação de doses de calcário e doses crescentes de adubo fosfatado, em Humaitá-AM, 2019.

	QM				
	APB	AP	EH	AF	MR
CALAGEM (C)	0,0119	1,798* **	592,706* **	22572,618* **	11,330* **
DOSES DE P (P)	0,0327	0,343*	55,499* **	2656,442	0,661*
C X P	0,0368	0,124	16,3150	2496,071	0,927
BLOCOS	0,1623* **	0,153	22,1574*	3170,340	9,018* **
CV (%)	31,27	21,78	15,00	18,26	89,12

\*Significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade e \*\* significativo, pelo teste F, a 1% de probabilidade.

Para as variáveis: altura da primeira bifurcação, altura de planta, espessura de haste e área foliar foram estudados os efeitos médios para cada fator e a variável massa de raiz foi estudada o valor obtido no final do ciclo da cultura para cada fator. A espessura da haste, altura da planta e massa de raiz foram afetadas pelos fatores calagem e doses de fósforo. A área foliar foi afetada pelo fator calagem e altura da primeira bifurcação não foi afetado por nenhum dos dois fatores (Tabela 1).

Na variável altura foi constatado que no desdobramento do nível de P mostrou-se significativo somente dentro da área sem calagem. Nesta área a altura da planta apresentou uma tendência de crescimento linear conforme o acréscimo de fósforo. A maior altura encontrada entre as doses de fósforo, foi de 1,39 m na dose de 90 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, tendo um incremento de 0,32 m, em relação a planta, que não recebeu dose de fósforo (Tabela 2). Na área com calagem, as doses de fósforo não apresentaram incremento significativo e que independente da dose de P aplicado, não houve diferença significativa entre os valores médios de altura.

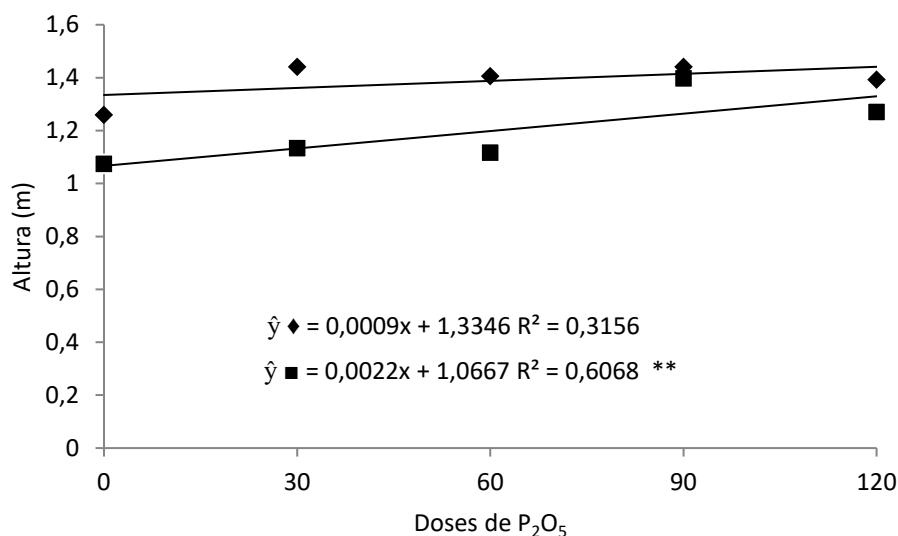
**Tabela 2.** Valores médios das variáveis, altura de planta (AP), espessura de haste (EH), área foliar (AF) e massa de raiz (MR), obtidos a partir da aplicação de doses de calcário e doses crescentes de adubo fosfatado, em Humaitá-AM, 2019.

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	AP		EH		AF		MR	
	S/C	C	S/C	C	S/C	C	S/C	C
$\bar{x}$	1.198 a	1.387 b	16.59 a	20,04 b	215.74 a	236.99 b	0,445 a	0,753 b

Médias seguidas de mesma letra na linha não apresentam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando as médias das doses de P dentro dos níveis de calagem, constatou que aplicar calcário na área, houve resultados superiores significativos em relação as plantas submetidas a solo sem calagem (Tabela 2).

Segundo Normanha & Pereira (1963) a acidez do solo interfere no desenvolvimento vegetativo e na produção de raízes de reserva. A sensibilidade da cultura está relacionada com a toxicidade do alumínio, manganês e deficiência de cálcio fósforo ou molibidênio (NORMANHA & PEREIRA 1963 apud. ASHER et. al., 1980).



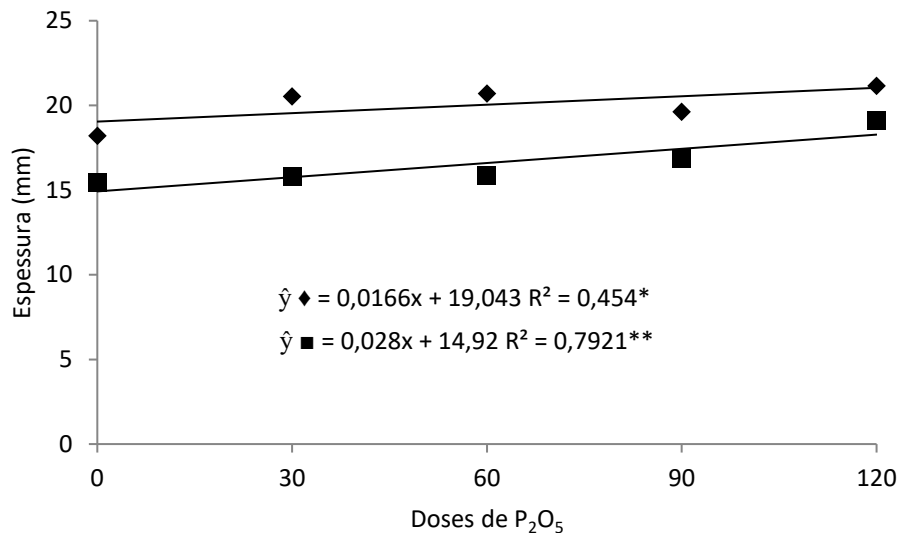
**Figura 2.** Altura da planta de mandioca var. Pirarucu em função das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Humaitá-AM. \*Significativo a 5% e \*\*significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. ♦ para plantas submetidas a solo com calagem e ■ para plantas submetidas a solo sem calagem.

No desdobramento do fator calagem dentro de cada nível de P na variável Espessura de Haste, observou-se que todos os níveis de P tiveram valores significativos e ao aplicar o teste de Tukey a 5%, mostrou que há diferença significativa entre os fatores calagem dentro de todos os níveis de P (Tabela 1). Quando analisado o desdobramento de doses de P dentro de cada nível do fator calagem, observa-se que com calagem e sem calagem tiveram valores significativos e ao serem feitas as regressões, a espessura do caule apresentou aumento linear em função das doses de fósforo, nos níveis do fator com calagem. Dentro área experimental estudada, a maior média encontrada foi na área com calagem e com a dose de 120 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, onde o valor observado foi de 21,15 mm, tendo um incremento de 2,95 mm em relação ao sem aplicação de fósforo. Mostrando que a adição de calcário e fósforo na variedade estudada irá proporcionar uma resposta positiva na variável analisada (Figura 3).

Experimentos realizados por Albuquerque et al. (2009) indicaram a importância do diâmetro do caule para a escolha do material de propagação. Manivas selecionadas para a propagação vegetativa apresentaram alta variabilidade no material propagado, por serem oriundas de diferentes partes da planta, conseqüentemente há variação da quantidade de reservas nutritivas em função do diâmetro (ALBUQUERQUE, et al., 2009 apud SILVA, et al., 2017).



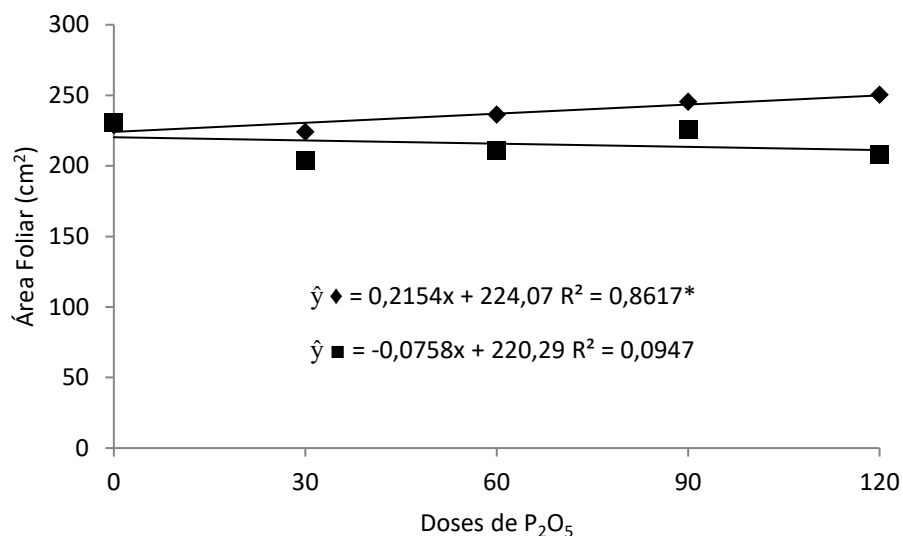
Brinholi (1977), ao estudar a influencia da calagem na cultura da mandioca em Latosolo Vermelho Amarelo fase arenosa , observou aumento na produção de matéria seca da planta e das raízes de reserva, bem como aumentos no diâmetro, comprimento e número de raízes por planta. As doses que determinaram maiores aumentos percentuais foram 1,5 e 3,0 toneladas por hectare.



**Figura 3.** Espessura da planta de mandioca var. Pirarucu em função das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Humaitá-AM. \*Significativo a 5% e \*\*significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. ◆ para plantas submetidas a solo com calagem e ■ para plantas submetidas a solo sem calagem.

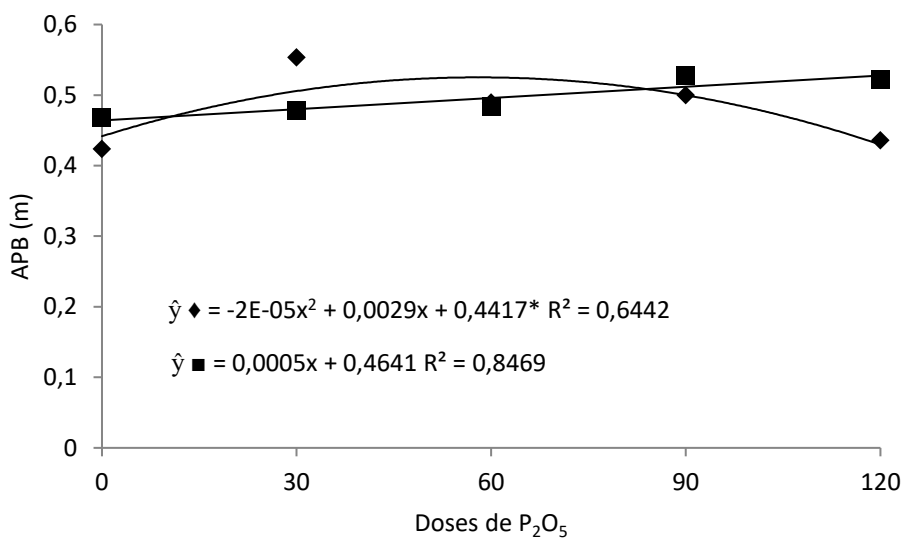
Na variável, área foliar, houve um incremento médio de 21,25 cm<sup>2</sup> em área que recebeu calcário em comparação a área que não recebeu calcário (Tabela 2). A variável não sofreu influencia pelas doses de P, mostrando que a mesma sofreu influência, no incremento, pela adição de calcário (Figura 4).

Em estudos conduzidos na Colômbia, (CIAT, 1977) avaliou-se a influencia da calagem (0,0; 0,5; 2,0 e 6,0 toneladas por hectare de calcário) em cinquenta cultivares de mandioca. Nas parcelas em que o calcário não foi aplicado, as plantas apresentaram crescimento reduzido e folhas baixas amareladas, devido à deficiência de cálcio e de magnésio.



**Figura 4.** Área Foliar da planta de mandioca var. Pirarucu em função das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Humaitá-AM. \*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. ♦ para plantas submetidas a solo com calagem e ■ para plantas submetidas a solo sem calagem.

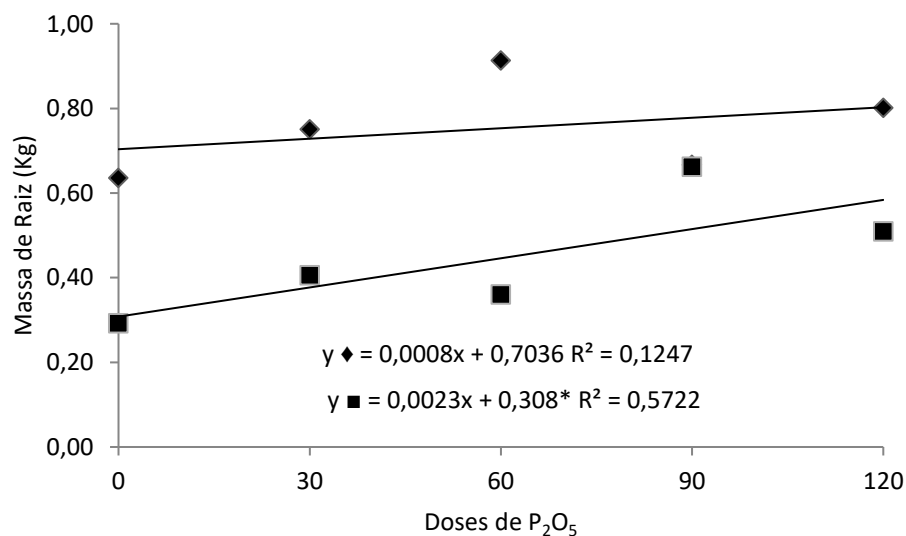
Com relação a variável altura da primeira bifurcação, não foram encontrados valores significativos para nenhum nível (Tabela 1), onde o P valor destes dois fatores ficaram bastante altos, ficando acima de 0,20 m, podendo apontar que a calagem e nem o fósforo influenciam na maior ou menor altura da primeira bifurcação, podendo outros fatores influenciar nessa variável.



**Figura 5.** APB - Altura da primeira bifurcação da planta de mandioca var. Pirarucu em função das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Humaitá-AM. \*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. ♦ para plantas submetidas a solo com calagem e ■ para plantas submetidas a solo sem calagem.

Ao analisar os dados de massa de raiz, apresentou incremento em dois fatores. Na área que recebeu calagem as plantas apresentaram produtividade significativamente iguais independentemente da quantidade de P aplicado no solo (Figura 6). Em área que não recebeu calagem, o incremento produtivo ocorreu de forma linear com a adição de P, a produtividade alcançou 0,509 Kg de massa de raiz por planta aos 120 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. A calagem proporcionou um ganho de 0,244 Kg de massa de raiz por planta em relação a maior dose de P aplicada em área sem calagem (Figura 6). O sistema radicular da mandioca possui limitada superfície específica, tendo poucos pelos absorventes, o que condiciona baixa eficiência para utilização do fósforo, ocorrendo assim o incremento de doses mais elevadas de fósforo para se obter resultados significativos (EZETA & CARVALHO 1982).

Segundo Rós et al. (2013) a resposta da mandioca à adubação depende das condições do solo. Quando cultivada em solos com fertilidade média a alta, geralmente, há pouca ou nenhuma resposta à adubação, ao passo que, em solos com baixa fertilidade, a cultura apresenta incremento de produtividade, quando há o uso de fertilizantes.



**Figura 6.** MR – Massa de raiz da planta de mandioca var. Pirarucu em função das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Humaitá-AM. \*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. ♦ para plantas submetidas a solo com calagem e ■ para plantas submetidas a solo sem calagem

## 6. Conclusões

Os componentes de crescimento da mandioca, altura de planta, e espessura de haste são afetados positivamente pelas doses crescentes de  $P_2O_5$  até  $120 \text{ Kg ha}^{-1}$  e pela adição de calcário. A dose de  $2 \text{ t ha}^{-1}$  de calcário dolomítico e  $120 \text{ Kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$  proporcionaram a maior altura de planta e espessura de haste da planta de mandioca var. Pirarucu.

A área Foliar foi afetada positivamente apenas na área com calagem.

A variável massa de raiz é afetada positivamente pela adição de calcário, onde este componente proporcionou uma produção média superior a maior dose de  $P_2O_5$  aplicada na área sem calcário, proporcionando uma produção média de  $7,53 \text{ t ha}^{-1}$  somente pela adição de  $2 \text{ t ha}^{-1}$  de calcário no solo. Apesar de apresentar uma produtividade relativamente baixa, o experimento fora conduzido em área de primeiro cultivo em região de campo natural, onde o mesmo apresenta baixa fertilidade natural, pH baixo, elevada saturação por alumínio e o material utilizado não passou por processo de melhoramento, podendo assim ter influenciado no resultado final.

## 7. Referências Bibliográficas

ASHER, C.J., EDWARDS, D. G., HOWELER, R. H. **Desordenes nutricionales de la yuca** (*Manihot esculenta* Crantz). Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1980. 48p.

BRINHOLI, O. **Efeitos de calcário, fósforo, nitrogênio, potássio e boro em duas cultivares de mandioca**. Botucatu, 1977. 158p. Tese (Livre-Docência, Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA.

CAMPOS, M. F. et al. Desenvolvimento da mandioca em função da calagem e adubação com zinco. In: Workshop Agroenergia, VII, Ribeirão Preto, SP, 2013. **Resumo...** Ribeirão Preto: VII Workshop Agroenergia, 2013.

CARVALHO, F. M. et al. Manejo de solo em cultivo com mandioca em treze municípios da região sudoeste da Bahia. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, MG, vol. 31, núm. 2, mar. – abr., 2007, pp. 378 – 384.

CIAT. Suelos y nutrición de la planta. **Inf. An. Ciat** (Cali), 1977, Cali, p. 59-69, 1977.

CONAB - **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em: <[https://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_05\\_16\\_14\\_33\\_30\\_17.pdf](https://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_05_16_14_33_30_17.pdf)>. Acesso em: 04 abr. 2018.

DIAS, M.C., et al. Recomendações Técnicas do Cultivo de Mandioca para o Amazonas. **Circular Técnica n. 23**, Embrapa, 2004.

EZETA, F.N. & CARVALHO, P.C.L. Influência da endomicorriza na absorção de fósforo e potássio no crescimento da mandioca. **R. bras. C. Solo**, 6(1):25.8, 1982.

FIDALSKI, J. **Respostas da mandioca à adubação NPK e calagem em solos arenosos do noroeste do Paraná**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 34:1353-1359, 1999.

GAVANDE, S.A. **Física de suelos: principios y aplicaciones**. México, Limusa-Willey, 1972. 351p.

GOMES, J. C.; CARVALHO, P. C. L. de. Adubação com macro e micronutrientes na cultura da mandioca em Inhambupe-BA. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almes, v. 5, n. 1, p. 7-13, 1986.

HOWELER, R.H. & CADAVID, L.F. **Prácticas de conservación de suelos para producción de yuca en ladera**. In: Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Suelos Ecuatoriales, 14:310-313, 1984.

LOPES, A.S. **Manual internacional de fertilidade do solo**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1998.177p.

MARTINS, G. C.; MACEDO, J. R. de; BARRETO, J. B. Características gerais de manejo e fertilidade dos solos de cerrado do município de Humaitá-Amazonas. Manaus: Embrapa Amazonônia Ocidental, 1999. 21p. (Embrapa Amazônia Ocidental. **Boletim de Pesquisa, 5**)

MARTINS, P. A. S.; QUERINO, C. A. S.; MOURA, M. A. L.; QUERINO, J. K. A. S.; MOURA, A. R. M.. Variabilidade espaço-temporal de variáveis climáticas na mesorregião sul do Amazonas. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.10, n.2, p.169-184, 2019.

MATTOS, P.L.P.de.(E.); FARIAS, A.R.N.(E.); FILHO, J.R.F.(E.). **Mandioca: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa informações Tecnológicas, 2006. 176 p.

MATOS, W. S.; SILVA, D. C. O.; ALVES, J. M. A.; UCHÔA, S. C. P.; BARRETO, G. F.; SILVA, M. R. Efeito de doses de potássio na área foliar e características da folha de plantas de mandioca. **XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. Natal, RN, 2015.

NOGUEIRA, F. D.; PAULA, M. B.; CURI, N. Calagem e adubação fosfatada corretiva na cultura da mandioca em latossolo vermelho-escuro distrófico textura muito argilosa fase cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, DF, 23(8):911-918, ago, 1988.

NORMANHA, E. S., PEREIRA, A. S. Cultura da mandioca. **Agrônômico**, v. 15, n. 9/10, p. 9-35, 1963.

NUNES, E. C. da; PERUCH, L. A. M. (Orgs.) Recomendações técnicas para a produção de mandioca de indústria e mesa em Santa Catarina. Florianópolis: Epagri, 2018. 80p. (**Epagri. Sistema de Produção, 51**).

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, MG, vol. 59, núm. 5, set - out, 2012, pp. 716-722.

RÓS, A.B.; HIRATA, A.C.S.; NARITA, N. Produção de raízes de mandioca e propriedades química e física do solo em função de adubação com esterco de galinha. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.43, n.3, jul./set. 2013.

SILVA, D. C. O.; ALVES, J. M. A.; UCHÔA, S. C. P.; SOUSA, A. A.; BARRETO, G. F.; SILVA, C. N. Curvas de crescimento de plantas de mandioca submetidas a doses de potássio. **Revista de Ciências Agrárias**. Lavras, MG, vol. 60, núm. 2, abr. – jun., 2107, pp 158 – 165.

SOUZA, L.S. & CARVALHO, F.L.C. Alterações em propriedades físicas e químicas do solo causadas por sistemas de preparo em mandioca. **R. Bras. Mandioca**,14:39-50, 1995.

TANAKA, R. T.; ROCHA, B. V. da; CORREA, H.; GUEDES, G. A. A.; ANDRADE, A. M. S. Estudos sobre aplicação de diferentes níveis de fósforo , potássio e calagem na produção de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em solo sob vegetação de cerraddo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 1., 1979, Salvador. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa-DID:SBM, 1981. V. 1, p. 307-315.