

Desenvolvimento de plantas de mandioca jurará creme submetidas a adubação química em diferentes períodos

Objetivou-se no presente estudo avaliar as respostas da variedade de Mandioca Jurará creme submetida à adubação química com fósforo e nitrogênio em diferentes dias de aplicação após a brotação (DAB). O experimento foi realizado na Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém-PA. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com cinco tratamentos (T1- adubação fosfatada na fundação + adubação nitrogenada 30 DAB; T2- adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 60 DAB; T3- adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 90 DAB; T4- adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 120 DAB; T5- adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 150 DAB) e cinco repetições. As variáveis analisadas foram: diâmetro do caule; altura da planta; número de raízes totais e comerciais; número de folhas; massa fresca (cepa, raízes totais sem cepa, raízes comerciais, caule e folhas); comprimento de raízes total e comerciais; diâmetro de raízes comerciais; massa seca (cepa, raízes comerciais, caule e folhas); e índice de colheita. Os dados foram submetidos a Análise de Variância e teste de Tukey a 5%. Constatou-se que os tratamentos T4 e T5 afetaram positivamente o número de folhas, diâmetro do caule, número de raízes totais e comerciais, comprimento de raízes totais e comerciais, diâmetro de raízes comerciais, massa fresca de raízes totais e comerciais, massa fresca do caule, massa fresca das folhas, massa seca da cepa, massa seca do caule e índice de colheita. Dessa forma, concluiu-se que a variedade de mandioca jurará creme foi mais responsiva quando a adubação fosfatada foi realizada aos 30 dias após a brotação e adubação nitrogenada realizada aos 120 e 150 dias após a brotação.

Palavras-chave: Manihot esculenta Crantz; Períodos de adubação; Adubação fosfatada; Adubação nitrogenada.

Development of cassava plants jurará creme submitted to chemical fertilization in different periods

The aim of this study was to evaluate the responses of the Jurará Creme cassava variety submitted to chemical fertilization with phosphorus and nitrogen in different days of application after sprouting (DAS). The experiment was carried out at the Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém – PA. The experimental design was in randomized blocks with five treatments (T1 – phosphate fertilization on foundation + 30 DAS nitrogen fertilization; T2 – 30 DAS phosphate fertilization + 60 DAS nitrogen fertilization; T3 – 30 DAS phosphate fertilization + 90 DAS nitrogen fertilization; T4 – phosphate fertilization 30 DAS + nitrogen fertilization 120 DAS; T5 – phosphate fertilization 30 DAS + nitrogen fertilization 150 DAS) and five repetitions. The variables analyzed were: stem diameter; plant height; number of total and commercial roots; number of sheets; fresh mass (stump, total roots without strain, commercial roots, stem and leaves); total and commercial root length; diameter of commercial roots; dry mass (strain, commercial roots, stem and leaves); and harvest index. Data were submitted to Analysis of Variance and Tukey test at 5%. It was found that treatments T4 and T5 positively affected the number of leaves, stem diameter, number of total and commercial roots, length of total and commercial roots, diameter of commercial roots, fresh mass of total and commercial roots, fresh mass of the stem, leaf fresh mass, stump dry mass, stem dry mass and harvest index. Thus, it was concluded that the variety of cassava Jurará Creme was more responsive when phosphorus fertilization was performed at 30 days after sprouting and nitrogen fertilization performed at 120 and 150 days after sprouting.

Keywords: Manihot esculenta Crantz; Fertilization periods; Phosphate fertilization; Nitrogen fertilization.

Topic: **Proteção de Plantas e Fitotecnia**

Received: **02/10/2021**

Approved: **25/10/2021**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Flavia dos Passos Alves

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5498613192691206>
alvesflavia10@gmail.com

Leonardo Elias Ferreira

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9716950171771254>
leonardo.ferreira@ufrpa.edu.br

Antonio Vinicius Correa Barbosa

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2429645188250592>
<http://orcid.org/0000-0001-9961-2485>
profvinibarbo@gmail.com

Eliziete Pereira de Souza

Instituto Federal do Pará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6055053638353934>
<http://orcid.org/0000-0002-1797-4827>
eliziete.souza@ifpa.edu.br

Fabiano Luis de Sousa Ramos Filho

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4202258389249198>
fabiano.agro.filho@gmail.com

Isabela Lima Cordeiro Perdigão

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5931632526900043>
<http://orcid.org/0000-0002-2067-2475>
isa.perdigao1707@gmail.com

Raimara Reis do Rosário Reis Rosário

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6618355248660710>
<http://orcid.org/0000-0003-0502-2420>
raimara.reis.rr@gmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.010.0006

Referencing this:

ALVES, F. P.; FERREIRA, L. E.; BARBOSA, A. V. C.; SOUZA, E. P.; RAMOS FILHO, F. L. S.; PERDIGÃO, I. L. C.; ROSÁRIO, R. R.. Desenvolvimento de plantas de mandioca jurará creme submetidas a adubação química em diferentes períodos. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.12, n.10, p.56-70, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.010.0006>

INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma das culturas de maior importância, tanto na alimentação básica, quanto na forma de amido para as indústrias de papel, alimentos, entre outras, sendo crescente o interesse em melhorias na produção (ANDRADE, 2020). Dentre os países com maior produção, o Brasil destaca-se como o quarto maior produtor mundial atrás somente da Nigéria, Tailândia e Indonésia (CONAB, 2018; IBGE, 2021), a sua produtividade ainda é muito baixa (EMBRAPA, 2016). A baixa produtividade pode ter relação com vários fatores, dentre os quais a ausência de manejo nutricional adequado para a mandiocultura.

De acordo com Andrade (2020), muitos produtores acreditam que essa cultura não responde à aplicação de fertilizantes e não requer alta fertilidade do solo quando cultivada individualmente, o que justifica a baixa preocupação de alguns produtores com a fertilização do solo. Segundo Naz et al. (2019), a mandioca tem a capacidade de crescer nos solos mais pobres. Na maioria dos casos os agricultores cultivam a mandioca em solos de baixa fertilidade sem uso de adubos químicos, o que também prejudica a produtividade da cultura (OLIVEIRA et al., 2014). O cultivo contínuo na mesma área, sem reposição dos nutrientes exportados, também pode ocasionar o esgotamento das reservas de nutrientes dos solos (CRAVO et al., 2014), e conseqüentemente a redução da produção e produtividade. Contudo, pode-se verificar através de estudos que a mandioca se beneficia da adubação (MIRANDA et al., 2005), portanto torna-se uma prática essencial para o aumento da produtividade.

Andrade (2020) reporta que para atingir rendimento comercial ideal nos cultivos de mandioca, é preciso condições favoráveis de fertilização do solo e sistema de cultivo adequado, considerando o padrão de chuvas durante a estação de crescimento. Geralmente para se obter crescimento máximo e rendimentos adequados se faz necessária a aplicação de fertilizantes (CUVACA et al., 2017; EZUI et al., 2016; KINTCHÉ et al., 2017). As recomendações de adubação para mandioca sugerem que seja feita a adubação fosfatada no momento do plantio e adubação nitrogenada e potássica em cobertura 30 a 60 dias após a brotação para uma produtividade de 30 t ha⁻¹ a 40 t ha⁻¹ de raízes (CRAVO et al., 2014; EMBRAPA, 2016). López (2002), afirma que a planta de mandioca utiliza as reservas nutritivas da estaca até os 40 dias após o plantio, assim a partir dos 40 dias a planta começa a absorver os nutrientes da solução do solo.

Segundo Cadavid (2002) entre 60 e 120 dias após o plantio a planta extrai mais nutrientes do solo, período que coincide com a maior taxa de acúmulo de matéria seca, após seis meses, a taxa de absorção da maioria dos nutrientes diminui. Dentre os macronutrientes exigidos pela planta da mandioca encontram-se o Nitrogênio (N) e Fósforo (P). O nitrogênio participa da formação de diversos compostos como proteínas e clorofilas, assim plantas cultivadas em solos com deficiência de nitrogênio podem não expressar seu potencial produtivo (CRUZ et al., 2006). O P não é extraído em grandes quantidades pela mandioca, porém sua aplicação é importante porque os solos brasileiros em geral, são pobres em fósforo, assim, é grande a resposta da cultura à adubação fosfatada (MATTOS et al., 2003).

Segundo Vance et al. (2003) e Omondi et al. (2019), o P é um dos nutrientes com maior capacidade

de limitar a produtividade da cultura da mandioca, pois está relacionado com diversos processos metabólicos (transferência de energia, síntese de ácidos nucléicos, respiração, síntese e estabilidade de membranas, ativação e desativação de enzimas, reação redox e metabolismo de carboidratos). Nesse contexto, Mattos et al. (2003), afirmam que a adubação é uma prática importante para o aumento significativo dos rendimentos da mandioca, visto que essa cultura absorve grandes quantidades de nutrientes e praticamente exporta tudo o que foi absorvido. Contudo, verificou-se na literatura que ainda existe escassez de informações com relação as respostas da planta no que se refere a adubação nitrogenada e fosfatada e período ideal de aplicação dos fertilizantes. Neste sentido, objetivou-se no presente estudo avaliar as respostas da variedade de mandioca Jurará creme submetida à adubação química com fósforo e nitrogênio em diferentes dias de aplicação após a brotação (DAB).

METODOLOGIA

O experimento foi realizado na área experimental do Instituto de Ciências Agrárias (ICA), da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), campus Belém-PA, no período de 10 de julho de 2018 a 05 de março de 2019. O município de Belém localiza-se a 1°27'21"S de latitude e 48°26'14"W de longitude. Segundo a classificação de Köppen e Geiger, o clima do município é caracterizado como Equatorial Af, com temperaturas médias anuais de 25,9 a 32 °C, a época de maior pluviosidade está concentrada entre os meses de dezembro a maio (KOTTEK et al., 2006). Os dados climatológicos do período de execução do experimento constam no gráfico 1 e a precipitação total mensal no gráfico 2.

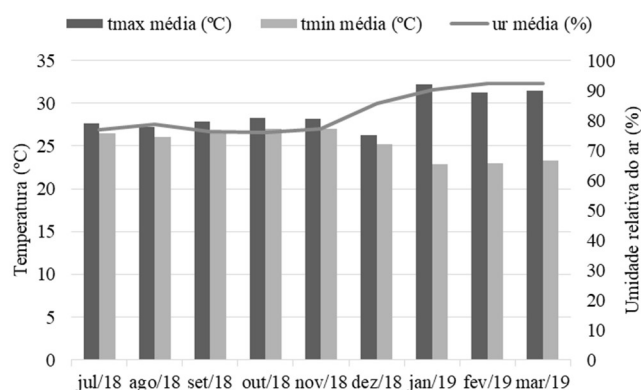


Gráfico 1: Temperaturas máximas e mínimas médias mensais, umidade relativa média do ar mensal) no período de julho de 2018 a março de 2019 em Belém-PA

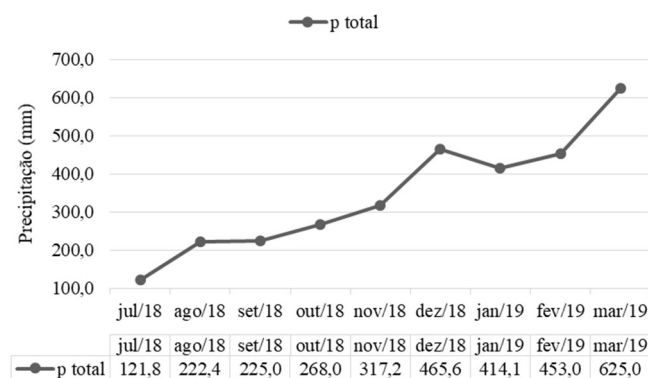


Gráfico 2: Precipitação total mensal no período de julho de 2018 a março de 2019 em Belém-PA.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Amarelo Distrófico de textura média (SANTOS et al., 2013). Na área do experimento havia a presença de plantas de gliricídia entre as linhas de plantio de mandioca. Aos 90 dias antes da instalação do experimento foi realizada a amostragem do solo para fins de análise de fertilidade e adotou-se metodologia descrita por Brasil et al. (2010). Foram coletadas com trado holandês 20 amostras simples na camada arável na profundidade de 0-20 cm. A análise química de solo foi feita pelo Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA, e os resultados estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Caracterização química do solo, na profundidade 0-20 cm, na área experimental do Instituto de Ciências Agrárias, UFRA, campus Belém-PA.

Prof. cm	P mg/dm ³	K mg/dm ³	Na mg/dm ³	Al cmolc/dm ³	Ca cmolc/dm ³	Ca+Mg cmolc/dm ³	pH água	H+Al cmolc/dm ³	CTC		Saturação	
									Total cmolc/dm ³	Efetiva cmolc/dm ³	Base V%	Alumínio m%
0-20	2	136	4	1,3	0,1	0,2	5,04	7,78	8,35	1,91	6,91	69,72

A calagem da área experimental foi calculada pelo método da Saturação por Bases, a quantidade de calcário necessária foi de 1,678 kg ha⁻¹, adotando-se PRNT de 90% e 25% para a saturação por bases desejada após a calagem. Fórmula para determinação da necessidade de calagem (NC): $NC = T(V2-V1)/100xf$; T: CTC total; V2: saturação por bases desejada após a calagem; V1: saturação por bases atual do solo; f: 100/PRNT (EMBRAPA, 2010).

Realizou-se o preparo da área experimental, com aração na profundidade de 0-30 cm, feita a aplicação de calcário dolomítico no dia 12 de junho de 2018 e levantamento das leiras. Utilizou-se a variedade de mandioca de uso industrial jurará creme. Foi realizada uma capina mecânica uma semana antes do plantio e no dia 10 de julho de 2018 foi realizado o plantio; para o plantio utilizou-se manivas/sementes do terço médio da planta, com 20 cm de comprimento, em média 5 a 7 gemas, provenientes de plantas com 10 meses de idade, conforme indicado por Mattos et al. (2003). As manivas/sementes foram plantadas manualmente com auxílio de enxadas, com espaçamento de 1,0 m x 0,8 m, com densidade de 12.500 plantas/ha⁻¹. A área total do experimento foi de 240 m², com 300 plantas.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com cinco tratamentos e cinco repetições. Cada bloco teve cinco parcelas. A área total do experimento foi de 240 m², com espaçamento de 1,0 m x 0,8 m por planta, totalizando 12 plantas por parcela. Os tratamentos foram: adubação fosfatada na fundação + adubação nitrogenada 30 dias após a brotação (T1), adubação fosfatada 30 dias após a brotação + adubação nitrogenada 60 dias após a brotação (T2), adubação fosfatada 30 dias após a brotação + adubação nitrogenada 90 dias após a brotação (T3), adubação fosfatada 30 dias após a brotação + adubação nitrogenada 120 dias após a brotação (T4), adubação fosfatada 30 dias após a brotação + adubação nitrogenada 150 dias após a brotação (T5).

Os cálculos de adubação dos tratamentos foram realizados conforme os resultados da análise de solo, de acordo, com o Manual de Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Pará (2010). Conforme análise de solo constatou-se que não era necessária a aplicação de adubação potássica. Na tabela 2 estão as doses de adubação calculadas.

Tabela 2: Tratamentos de acordo com as doses e épocas de adubações fosfatada e nitrogenada aplicados na mandioca Jurará creme

Tratamentos	Adubação Fosfatada	Adubação Nitrogenada	Dose kg/ha ⁻¹ de P ₂ O ₅	Dose kg/ha ⁻¹ de SFS	Dose g/planta de SFS	Dose kg/ha ⁻¹ de N	Dose kg/ha ⁻¹ de Uréia	Dose g/planta de Uréia
T1	No plantio	30 DAB	80	400	32	40	88,88	7,11
T2	30 DAB	60 DAB	80	400	32	40	88,88	7,11
T3	30 DAB	90 DAB	80	400	32	40	88,88	7,11
T4	30 DAB	120 DAB	80	400	32	40	88,88	7,11
T5	30 DAB	150 DAB	80	400	32	40	88,88	7,11

DAB: Dias após a brotação

No dia 13 de julho de 2018 foi feita a aplicação de 2 litros/ha de Glifosato, aplicado com aparelho pulverizador costal em toda área. Duas vezes por mês realizou-se capinas mecânicas para o controle de plantas daninhas. A adubação com micronutrientes foi realizada no dia 09 de agosto de 2018, conforme recomendação do Manual de Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Pará (2010) que consistiu em 30 kg ha⁻¹ de FTE BR 12 ou 0,72 kg em 240 m² aplicado em cobertura. Na figura 1 consta o esquema das fases fisiológicas da mandioca e tratamentos aplicados de acordo com a fase da planta.

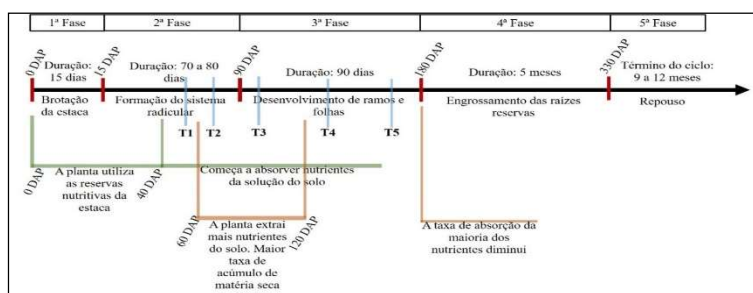


Figura 1: Fases fisiológicas da planta e tratamentos aplicados

A coleta de plantas e dados foi realizada 237 dias após o plantio entre os dias 02 e 05 de março de 2019. Os dados coletados foram: diâmetro do caule (DC), altura da planta (AP), número de raízes totais (NRT), número de raízes comerciais (NRC), número de folhas (NF), massa fresca da cepa (MFC), massa fresca de raízes totais sem cepa (MFRT), massa fresca de raízes comerciais (MFRC), massa fresca do caule (MFCA), massa fresca das folhas (MFF), comprimento de raízes total (CRT), comprimento de raízes comerciais (CRC), diâmetro de raízes comerciais (DRC), massa seca da cepa (MSC), massa seca de raízes comerciais (MSRC), massa seca do caule (MSCA), massa seca das folhas (MSF) e índice de colheita (IC).

Os dados das variáveis DC e DRC foram obtidos com uso do paquímetro digital. Os dados das variáveis AP, CRT, CRC foram obtidos com uso de fita métrica. As variáveis MFC, MFRT, MFRC, MFCA e MFF foram obtidas com uso de balança analítica. A variável IC foi obtida pela fórmula: IC = (massa fresca de raízes comerciais/ peso total da planta) x 100. Para obtenção das variáveis MSC, MSRC, MSCA e MSF o material foi colocado em estufa de circulação de ar forçada a uma temperatura de 65º C durante 72 horas, até atingir o peso constante. Após a colheita foi realizada outra amostragem do solo para fins de análise de fertilidade e adotou-se a metodologia descrita por Brasil et al. (2010). Foram coletadas com trado holandês 20 amostras simples nas áreas de cada tratamento, na camada arável na profundidade de 0-20 cm. A análise química de solo foi feita pelo Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk com o uso do SAS 9.1.3. Foi feita

a Análise de Variância (ANAVA) e teste de Tukey a 5% com o uso do SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise química do solo da área experimental, após colheita consta na Tabela 3.

Tabela 2: Caracterização química do solo, na profundidade 0-20 cm, na área experimental do Instituto de Ciências Agrárias, UFRA, campus Belém-PA, março de 2019

Trat.	P	K	Na	Al	Ca	Ca+Mg	pH	H+Al	CTC		Saturação	
									Total	Efetiva	Base	Alumínio
	mg/dm ³			cmol _c /dm ³			água	cmol _c /dm ³	cmol _c /dm ³	V%	m%	
T1	13	10	5	1,06	0,3	0,49	4,76	5,70	6,24	1,60	8,63	66,31
T2	12	11	5	2,23	0,3	0,50	4,75	6,41	6,96	2,78	7,88	80,25
T3	16	11	6	1,00	0,5	0,67	4,61	6,11	6,84	1,72	10,59	58,01
T4	12	11	7	1,00	0,4	0,60	4,68	6,04	6,70	1,66	9,83	60,31
T5	13	11	6	0,13	0,4	0,54	4,77	6,15	6,74	0,72	8,78	18,01

T1: adubação fosfatada na fundação + adubação nitrogenada 30 DAB; T2: adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 60 DAB; T3: adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 90 DAB; T4: adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 120 DAB; T5: adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 150 DAB.

Fonte: Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA.

No que se refere aos teores de P no solo após a colheita de raízes de mandioca, verificou-se que a adubação fosfatada elevou os teores de P em relação aos teores originais no solo. O aumento do teor de P pode ter ocorrido, em razão de aplicações sucessivas de adubação fosfatada devido a implantação de outros experimentos ao longo do tempo na mesma área. Também é possível que o calcário tenha influenciado para o aumento da disponibilidade de fósforo no solo.

Os teores iniciais de K no solo diminuíram após a colheita de raízes de mandioca, devido provavelmente à elevada extração de K, que segundo Mattos et al. (2003) é o nutriente extraído em maior quantidade pela planta da mandioca. Respostas a esse nutriente são observadas em áreas sob cultivo contínuo devido à redução das reservas do solo pela elevada remoção de K, tornando-se indispensável a sua reposição (HOWELER, 1991). A redução do teor de K após a colheita também pode estar relacionada com a elevada precipitação do período em que o experimento foi realizado, facilitada pela textura do solo, pois a lixiviação ocorre com maior intensidade nos solos de textura média a arenosa (WERLE et al., 2008). Segundo Rosolem et al. (2006) dependendo da concentração do nutriente na solução do solo o K da forma trocável pode passar rapidamente para a forma não-trocável, fazendo com que seja possível a ocorrência de perdas por lixiviação das formas inicialmente não disponíveis, devido à tendência natural de equilíbrio do solo.

Em relação a concentração de alumínio observou-se que apenas para T2 a quantidade de alumínio aumentou, sendo que o T5 teve um decréscimo significativo na concentração de alumínio. A saturação por alumínio aumentou no T2 e diminuiu em T1, T3, T4 e T5, sendo que o T5 teve o maior decréscimo.

A calagem do solo elevou a saturação por bases, o teor de cálcio e magnésio na área de cultivo. No que se refere ao pH, houve decréscimo nas áreas de todos os tratamentos. Isso pode ter acontecido devido à alta extração de K que contribui para a acidificação do solo (CADAVID, 2002).

Em relação as variáveis analisadas, com base nos resultados da análise de variância, no Gráfico 3 verifica-se que para Altura da planta (AP) não houve diferença estatística entre os tratamentos (Gráfico 3 A),

e no Gráfico 3 B observa-se diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% de probabilidade para o Diâmetro do caule (DC) com maior média de diâmetro no T4 que diferiu estatisticamente dos T2, T3 e T5. Para a variável Número de folhas (NF) foi observada diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% de probabilidade, sendo que os tratamentos T1, T4 e T5 foram iguais estatisticamente, porém o T4 obteve a maior média de NF (Gráfico 3 C). Com relação a variável Diâmetro de raízes comerciais (DRC) foi observado que as plantas que receberam os tratamentos T4 e T5 obtiveram as maiores médias, e o tratamento cinco diferiu estatisticamente de todos os tratamentos (Gráfico 3 D).

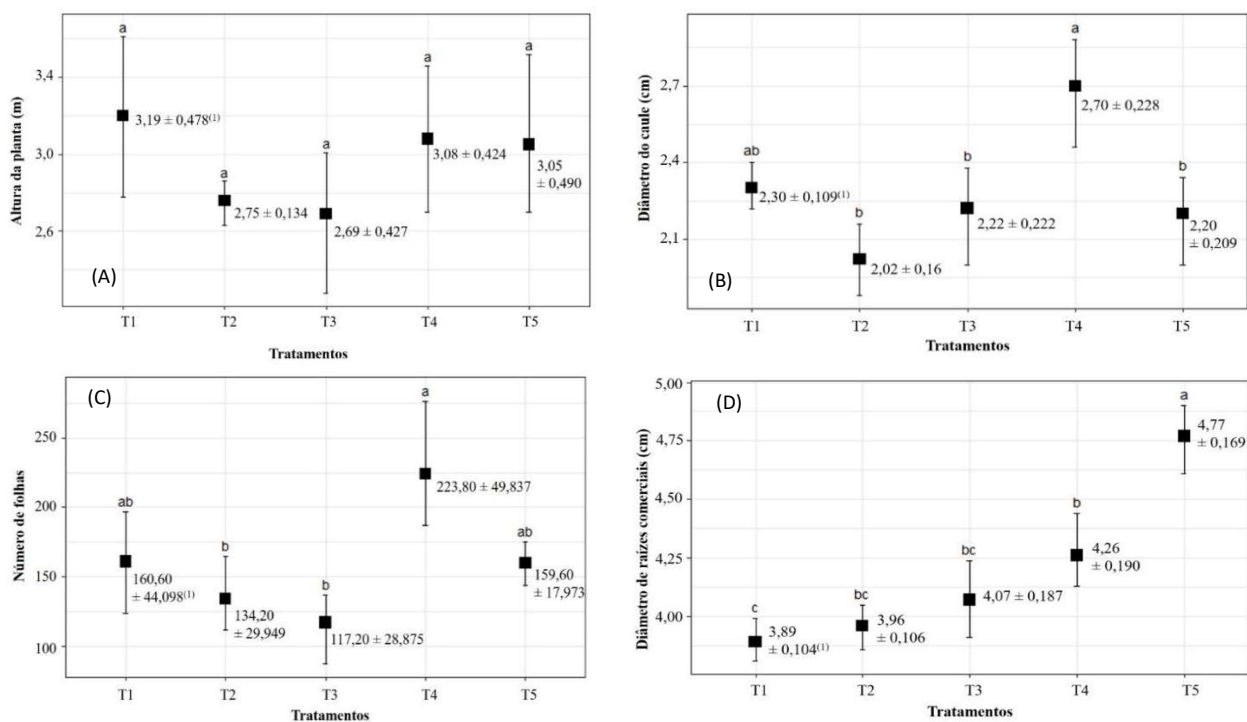


Gráfico 3: Altura da planta (A), Diâmetro do caule (B), Número de folhas (C) e Diâmetro de raízes comerciais (D) de plantas de mandioca submetidas aos tratamentos (T1: adubação fosfatada na fundação + adubação nitrogenada 30 DAB; T2: adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 60 DAB; T3: adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 90 DAB; T4: adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 120 DAB; T5: adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 150 DAB). CV (%) = 16,28 para AP; CV (%) = 9,73 para Diâmetro do Caule; CV (%) = 26,08 para NF; CV (%) = 4,09 para Diâmetro de Raízes Comerciais ⁽¹⁾: média ± desvio padrão.

A ausência de efeito estatístico para a variável Altura de Plantas pode estar relacionada com as características genéticas da variedade utilizada, pois, segundo Tafur (2002) o crescimento e desenvolvimento das plantas depende da genética, de fatores ambientais como a umidade, temperatura, intensidade de luz e da interação de processos fisiológicos que fazem possível a diferenciação celular e estes processos estão ligados a fotossíntese e a respiração. A cultura da mandioca possui características morfológicas e fisiológicas que favorecem sua sobrevivência em ambientes diversos, é altamente eficiente no uso da água, sendo que a condição hídrica da planta e a luz influencia notadamente no crescimento (TAFUR, 2002). Durante os 237 dias de cultivo as plantas estiveram sob as mesmas condições climáticas, são da mesma variedade e as manivas sementes são provenientes de plantas-mãe do mesmo cultivo, dado essas condições não houve diferença entre os tratamentos para a variável Altura de Plantas.

Os maiores valores de diâmetro do caule verificados nas plantas do T4 podem estar relacionados a

interação das características genéticas da cultura e ao manejo do ambiente de plantio. O T4 foi aplicado na fase de desenvolvimento da parte aérea da planta, dessa forma pode-se inferir que a aplicação da adubação nitrogenada influenciou para que o T4 tivesse a maior média de diâmetro do caule, visto que o nitrogênio é importante no desenvolvimento da parte aérea (FARIAS et al., 2006).

No que se refere ao número de folhas, segundo Cardoso Júnior et al. (2005) a planta tende a aumentar a produção de matéria verde da parte aérea, à medida que encontra maiores quantidades de nitrogênio disponível, e no experimento realizado as plantas que receberam o T4 coincide com o período em que a cultura da mandioca extrai mais nutrientes do solo e coincide também com a fase de desenvolvimento de ramos e folhas, justificando, dessa forma, o maior número de folhas no T4. O resultado para o Número de folhas não corrobora com Magolbo (2019), que avaliou o efeito de diferentes níveis de adubação fosfatada (P - 0 = sem adubação com P; P - 80 = adubação com 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no sulco de plantio; P - 160 = adubação com 160 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no sulco de plantio) em mandioca de indústria (IAC – 14) sobre o Número de Folhas e constatou que o número de folhas por planta não foi afetado pelos tratamentos nos primeiros 9 meses após o plantio.

Os resultados do presente trabalho corroboram com os dados obtidos no trabalho de Figueiredo et al. (2014), que verificaram que as maiores taxas do crescimento em diâmetro ocorreram entre 60 e 210 dias após o plantio e no presente trabalho o maior valor de diâmetro ocorreu no T5, podendo este fato estar relacionado a alta taxa de fotossíntese líquida que ocorre após a fase de estabelecimento da parte aérea em condições favoráveis de água e temperatura.

O resultado para o Diâmetro de Raízes discorda dos resultados obtidos por Magolbo (2019), que avaliou o Diâmetro médio de Raízes de reserva de mandioca de indústria (IAC – 14) cultivada sob adubação fosfatada (P - 0 = sem adubação com P; P - 80 = adubação com 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no sulco de plantio; P - 160 = adubação com 160 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no sulco de plantio) e constatou que o diâmetro médio das raízes de reserva não foi afetado significativamente pelos tratamentos.

Para as variáveis Número de raízes totais (NRT) e Número de raízes comerciais (NRC) foi observada diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% de probabilidade. Os tratamentos T1, T4 e T5 foram iguais estatisticamente na variável NRT, sendo os maiores valores obtidos nos tratamentos T1 e T4 (Gráfico 4 A). Para NRC os tratamentos diferiram estatisticamente entre si, sendo que T1 e T4 obtiveram as maiores médias (Gráfico 4 B). Para as variáveis Comprimento de raízes total (CRT) (Gráfico 4 C) e Comprimento de raízes comerciais (CRC) (Gráfico 4 D) o T1, T4 e T5 foram estatisticamente superiores.

Os resultados obtidos para as variáveis NRT e NRC podem ser explicados pelo trabalho realizado por Cardoso Júnior et al. (2005), onde verificaram que a produção de raízes tuberosas foi afetada positivamente pela adubação nitrogenada. Cabe ressaltar também que o T1 recebeu adubação fosfatada na fundação, e o fósforo é responsável por aumentar significativamente a produção de raízes de mandioca (FIDALSKI, 1999).

Os tratamentos T4 e T5 receberam adubação nitrogenada aos 120 e 150 dias após a brotação, períodos que não correspondem mais a fase de formação do sistema radicular, no entanto, a adubação fosfatada para esses tratamentos foi aos 30 dias após a brotação, que corresponde a fase de formação do

sistema radicular, e isso pode justificar as médias de NRT e NRC nos tratamentos. Porém, apesar desses tratamentos terem sido iguais estatisticamente, o número e o comprimento de raízes, normalmente, não constituem componentes de produção limitante à produtividade da mandioca, já que o número e o comprimento de raízes podem ser compensados pelo crescimento em diâmetro (FIGUEIREDO et al., 2014).

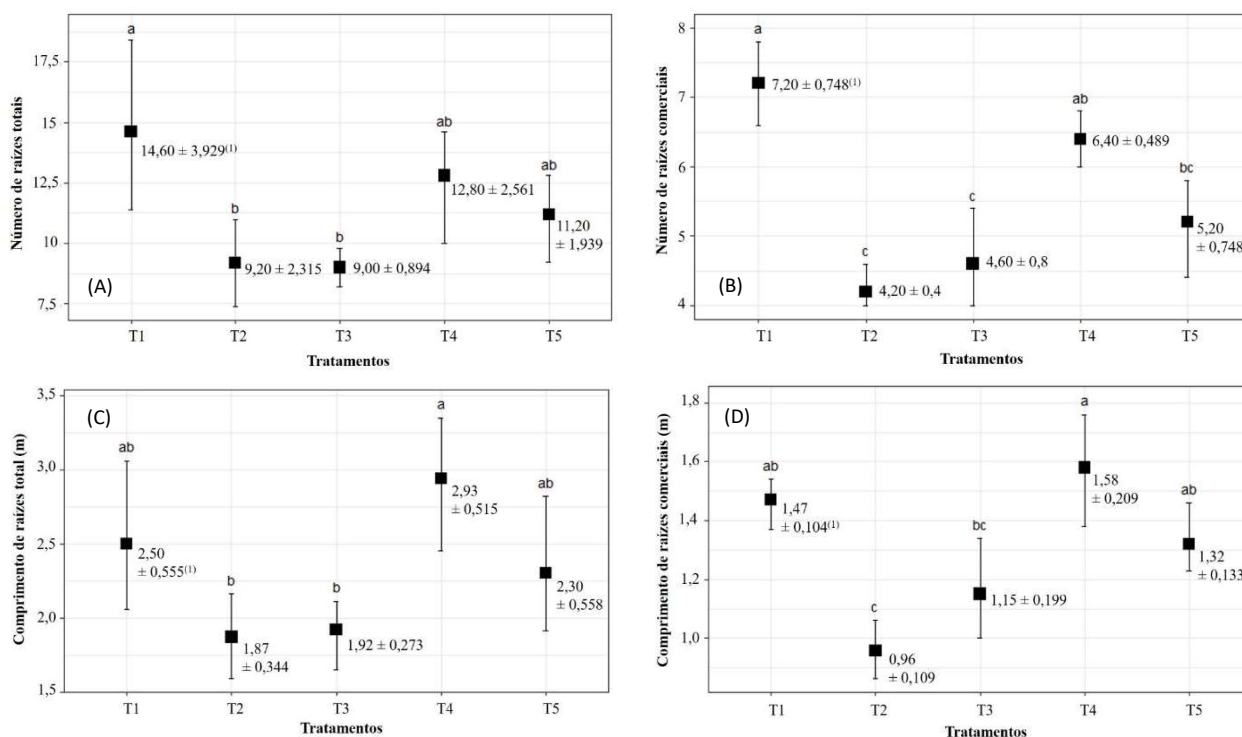


Gráfico 4: Número de raízes totais (A), Número de raízes comerciais (B), Comprimento de raízes total (C) e Comprimento de raízes comerciais (D) em função dos tratamentos (T1: adubação fosfatada na fundação + adubação nitrogenada 30 DAB; T2: adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 60 DAB; T3: adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 90 DAB; T4: adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 120 DAB; T5: adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 150 DAB. CV (%) = 23,93 para NRT; CV (%) = 12,29 para NRC; CV (%) = 22,02 para CRT e CV (%) = 14,46 para CRC. ⁽¹⁾: média ± desvio padrão.

Os resultados do presente estudo discordam de Magolbo (2019), que avaliou o crescimento de raízes de mandioca de indústria (IAC – 14) cultivada sob diferentes níveis de adubação fosfatada (P - 0 = sem adubação com P; P - 80 = adubação com 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no sulco de plantio; P - 160 = adubação com 160 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no sulco de plantio) e constatou que os tratamentos não alteraram o crescimento das raízes tuberosas em comprimento. No presente estudo, o efeito dos tratamentos sobre o comprimento das raízes pode ser atribuído a época em que a adubação nitrogenada foi realizada na cultura.

Os tratamentos T4 e T5 tiveram as maiores médias de Massa fresca de raízes totais sem cepa (MFRT) (Gráfico 5 A) e Massa fresca de raízes comerciais (MFRC) (Gráfico 5 B). Em relação a variável Massa seca de raízes comerciais (MSRC) não houve diferença estatística entre os tratamentos (Gráfico 5 C).

Segundo Devidé (2006) a mandioca não utiliza maximamente os fatores energia radiante, nutrientes e água, durante os três primeiros meses de seu ciclo vegetativo, devido ao lento desenvolvimento inicial da planta, isso explica os maiores valores de MFRT e MFRC para T4 e T5, pois a aplicação desses tratamentos corresponde ao período no qual a planta extrai mais nutrientes do solo, e nesse período a precipitação foi maior, dessa forma é possível que a cultura tenha utilizado maximamente nesses tratamentos a adubação

nitrogenada e água da chuva. Os maiores valores de MFRC para T4 e T5 provavelmente estão relacionados também à intensificação da fotossíntese na fase de desenvolvimento de ramos e folhas (90 aos 180 DAP). Segundo Viana et al. (2001) o crescimento da parte aérea contribui para o aumento do tecido fotossintético e no maior acúmulo de carboidratos para as raízes, aumentando a produção final da cultura. No entanto, o nível elevado de nitrogênio no solo pode estimular o desenvolvimento da parte aérea, em detrimento da produção de raízes (EMBRAPA, 2016). No trabalho de Cardoso Júnior et al. (2005) o nitrogênio influenciou no maior desenvolvimento da altura da planta e peso total da parte aérea, produtividade de raízes tuberosas, porcentagem de matéria seca e de amido em raízes tuberosas e rendimento de farinha.

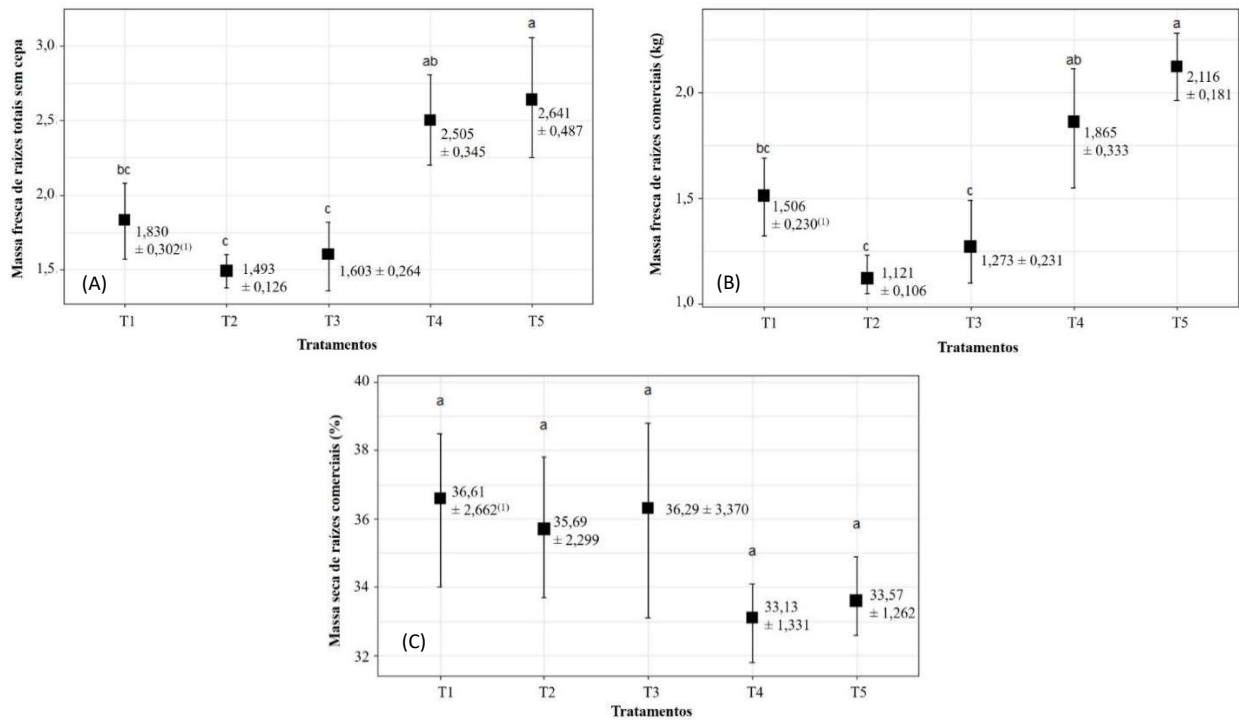


Gráfico 5: Massa fresca de raízes totais sem cepa (A), Massa fresca de raízes comerciais (B) e Massa seca de raízes comerciais (C) em função dos tratamentos (T1: adubação fosfatada na fundação + adubação nitrogenada 30 DAB; T2: adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 60 DAB; T3: adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 90 DAB; T4: adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 120 DAB; T5: adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 150 DAB. CV (%) = 18,05 para MFRT; CV (%) = 16,84 para MFRC, CV (%) = 6,36 para MSRC⁽¹⁾: média ± desvio padrão.

Apesar dos tratamentos para MSRC serem iguais estatisticamente, indiretamente, consegue-se maiores teores de matéria seca e amido e maior rendimento de farinha por meio do aumento de produtividade de raízes, que está relacionada com a massa fresca da raiz comercial (MFRC) (CARDOSO JÚNIOR et al., 2005). Segundo Roesler et al. (2008), as indústrias têm interesse por variedades que apresentem maior teor de matéria seca, porque essa característica está relacionada com maior rendimento e redução da quantidade de água residual durante o processamento e ao maior teor de fécula.

Os teores de matéria seca obtidos nesse trabalho podem estar relacionados com a maior disponibilidade hídrica de dezembro de 2018 a março de 2019, pois o aumento da umidade do solo possibilita a maior absorção de água pelas raízes, o que reduz os teores de matéria seca e amido (OLIVEIRA et al., 2010). Outro fator que pode estar relacionado com os resultados obtidos para MSRC é o tempo de colheita, pois o

ideal seria aos 12 meses após o plantio. Segundo Tafur (2002) dois a três meses depois do plantio, algumas raízes fibrosas começam a acumular amido, processo que continua até a colheita.

Magolbo (2019) avaliou o crescimento de raízes de mandioca de indústria (IAC – 14) cultivada sob diferentes níveis de adubação fosfatada (P - 0 = sem adubação com P; P - 80 = adubação com 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no sulco de plantio; P - 160 = adubação com 160 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no sulco de plantio) e constatou que os tratamentos não alteraram o crescimento das raízes tuberosas em comprimento.

Em relação a Massa fresca da cepa (MFC) não houve diferença estatística entre os tratamentos (Gráfico 6 A). Para a variável Massa fresca do caule (MFCA) foi observada diferença entre os tratamentos ao nível de 5% de probabilidade. Os tratamentos T4 e T5 obtiveram as maiores médias de Massa Fresca do Caule (Gráfico 6 B). Referente a Massa seca da cepa (MSC) (Gráfico 6 C) e Massa seca do caule (MSCA) (Gráfico 6 D), houve efeito significativo dos tratamentos com destaque para o T2 e T5.

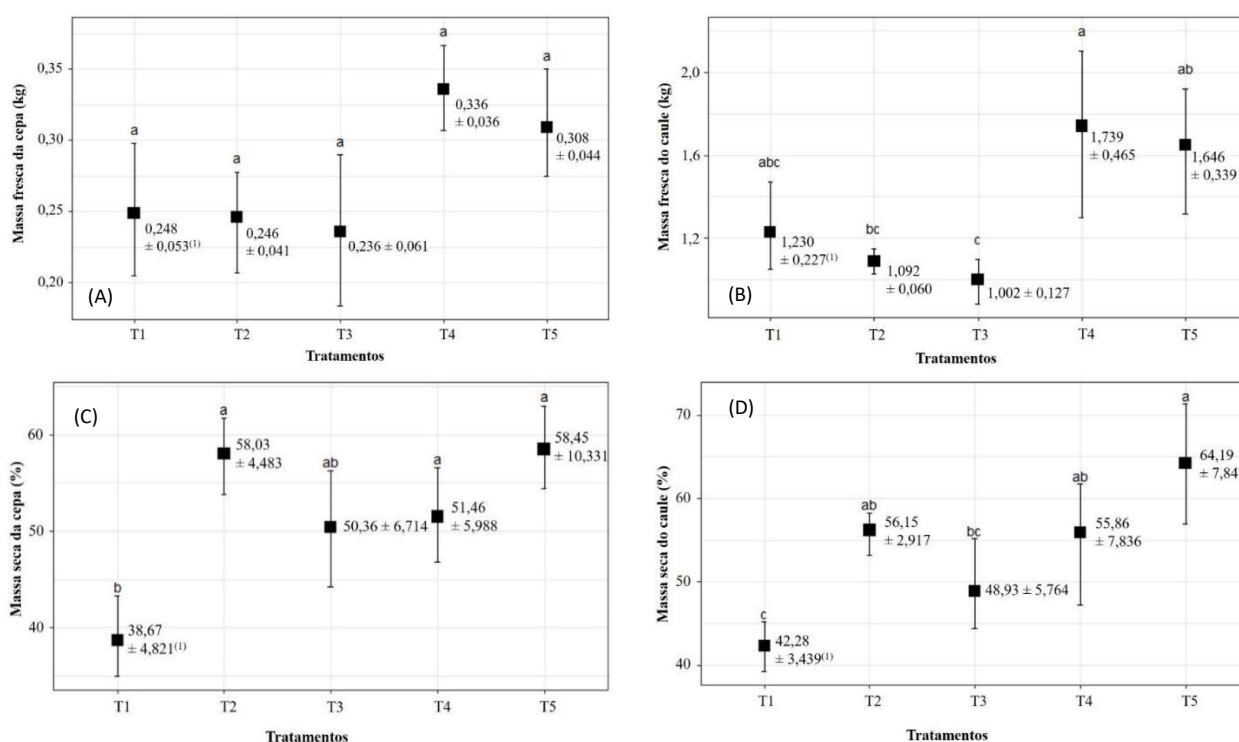


Gráfico 6: Massa fresca da cepa (A), Massa fresca do caule em função (B), Massa seca da cepa (C) e Massa seca do caule (D) dos tratamentos (T1: adubação fosfatada na fundação + adubação nitrogenada 30 DAB; T2: adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 60 DAB; T3: adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 90 DAB; T4: adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 120 DAB; T5: adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 150 DAB. CV (%) = 20,53 para MFC; CV (%) = 22,88 para MFCA, CV (%) = 12,11 para MSC. CV (%) = 11,95 para MSCA ⁽¹⁾: média ± desvio padrão.

Em pesquisa realizada por Pereira et al. (2012) observou-se que o P influencia no aumento da massa fresca do caule. Os resultados do autor supracitado corroboram com os resultados do presente estudo, pois constatou-se que a adubação fosfatada aplicada aos 30 DAB e adubação nitrogenada influenciou positivamente a massa fresca do caule nos tratamentos T4 e T5.

A Massa seca da cepa foi influenciada pelos tratamentos com destaque para o T5 que não diferiu estatisticamente do T2, T3 e T4. A cepa é um subproduto sólido da mandioca e tem composição semelhante à raiz, porém é mais fibrosa por conter o pedúnculo e sua qualidade depende da idade e da raiz, e pode

compor ração animal e gerar receita para indústria, tem em média 20% de amido, podendo gerar uma quantidade complementar de fécula ou goma se processado junto com a raiz (CARVALHO et al., 2005).

A massa seca do caule no trabalho de Pereira et al. (2012) foi influenciada positivamente pela adubação fosfatada aliada a adubação nitrogenada realizada na fase de desenvolvimento de ramos. Os resultados da massa seca do caule observados neste estudo estão de acordo com Pereira et al. (2012), pois a MSCA também foi influenciada significativamente pela adubação fosfatada e nitrogenada aplicadas em diferentes dias após a brotação, com destaque para o tratamento T5.

Na variável Massa fresca das folhas (MFF) foi observado que as plantas que receberam os tratamentos T4 e T5 obtiveram as maiores médias, no entanto o tratamento T4 diferiu dos tratamentos T1, T2 e T3 (Gráfico 7 A). Para a variável Massa seca das folhas (MSF) os tratamentos T1 e T3 obtiveram as maiores médias para MSF (Gráfico 7 B).

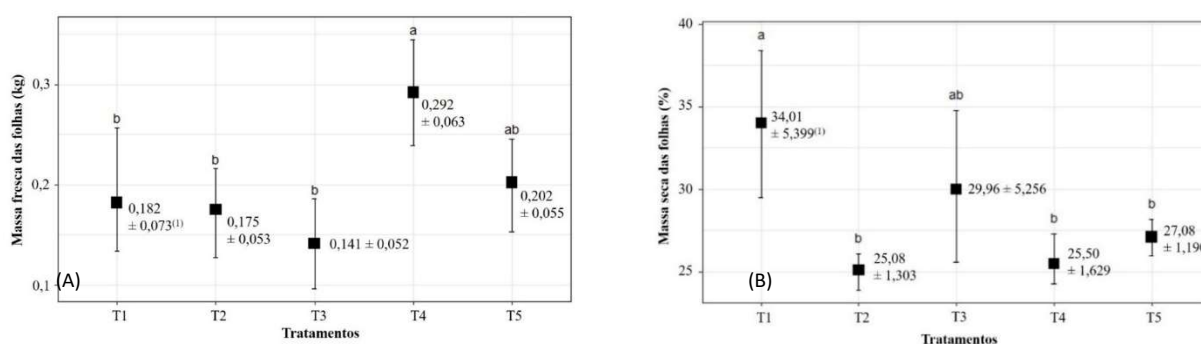


Gráfico 7: Massa fresca das folhas (A) e Massa seca das folhas (MSF) (B) em função dos tratamentos (T1: adubação fosfatada na fundação + adubação nitrogenada 30 DAB; T2: adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 60 DAB; T3: adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 90 DAB; T4: adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 120 DAB; T5: adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 150 DAB. CV (%) = 27,27 para MFF e CV (%) = 12,47 para MSF ⁽¹⁾: média ± desvio padrão.

Os tratamentos T4 e T5 receberam adubação nitrogenada no período de aumento do índice de área foliar, e o nitrogênio é importante no desenvolvimento da parte aérea da planta (FARIAS et al., 2006), assim pode-se inferir que o nitrogênio influenciou nas maiores médias dos T4 e T5 para MFF, pois o Índice de área foliar (IAF) da planta aumenta dos 90 aos 180 dias após o plantio (TAFUR, 2002).

No que se refere a MSF, o trabalho de Pereira et al. (2012) constatou-se que o P influencia na área foliar e o T1 recebeu adubação fosfatada no plantio, sendo que durante os três primeiros meses de cultivo, a formação de folhas tem prioridade sobre a formação de raízes de armazenamento, depois a planta continua formando folhas, enquanto armazena amido nas raízes (TAFUR, 2002), assim podemos inferir que a adubação fosfatada influenciou para a obtenção do resultado do T1.

O maior crescimento da parte aérea nos tratamentos T4 e T5 da MFF e MFCA, NF e DC, podem ter contribuído para o aumento do tecido fotossintético e no maior acúmulo de carboidratos para as raízes, aumentando a produção final da cultura (VIANA et al., 2001).

O cálculo do índice de colheita verificou-se que os tratamentos T1, T3 e T5 proporcionaram os maiores índices de colheita (Tabela 4).

Tabela 4: Índice de colheita em função dos tratamentos de acordo com as doses e épocas de adubações fosfatada e nitrogenada aplicados na mandioca Jurará creme.

Tratamento	Índice de colheita (%)
T1	43,15
T2	37,28
T3	42,69
T4	38,28
T5	44,11

T1: adubação fosfatada na fundação + adubação nitrogenada 30 DAB; T2: adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 60 DAB; T3: adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 90 DAB; T4: adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 120 DAB; T5: adubação fosfatada 30 DAB + adubação nitrogenada 150 DAB.

O índice de colheita – relação entre massa das raízes e massa total da planta, é considerado adequado quando acima de 60% (CONCEIÇÃO, 1983, citado por CARDOSO JÚNIOR et al., 2005). Os índices de colheita para este experimento estão abaixo de 60%, porém devemos considerar que o ideal seria fazer a colheita aos 12 meses, e para esse período é provável que os resultados de índice de colheita fossem outros. Cardoso Junior et al. (2005), estudaram a aplicação de seis doses de nitrogênio (0, 50, 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ de N) em duas variedades de mandioca (Sergipe e Lisona), e verificaram que o índice de colheita não foi influenciado pelo N. O mesmo autor reporta que isoladamente, o índice de colheita não fornece informação precisa sobre o comportamento da cultura, pois altos valores desse índice tanto podem ser obtidos com o aumento da produção de raízes como por diminuição da produção de parte aérea, sendo que o valor adequado pode variar também em função da utilização.

Baixo índice de colheita, desde que obtido em plantas com grande produção de parte aérea, pode ser adequado quando o objetivo da lavoura de mandioca é produzir parte aérea para alimentação animal (CARDOSO JÚNIOR et al., 2005).

CONCLUSÕES

A cultura tem maior eficiência de uso da adubação quando aplicados os tratamentos T4 e T5, pois esses afetam positivamente o número de folhas, diâmetro do caule, número de raízes totais e comerciais, comprimento de raízes totais e comerciais, diâmetro de raízes comerciais, massa fresca de raízes totais e comerciais, massa fresca do caule, massa fresca das folhas, massa seca da cepa, massa seca do caule e Índice de colheita. Dessa forma, conclui-se que a variedade de mandioca jurará creme, para as condições da região, é mais responsiva quando a adubação fosfatada é realizada aos 30 dias após a brotação, e adubação nitrogenada realizada aos 120 e 150 dias após a brotação.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. R. **Efeito da adubação orgânica e mineral no desenvolvimento ecofisiológico e produtivo da mandioca de mesa na região sul maranhense**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2020.

BRASIL, E. C.; CRAVO, M. S.; VELOSO, C. A. C. **Recomendação de adubação e calagem para o estado do Pará: Amostragem de Solo**. Belém: Embrapa, 2010.

CADAVID, L. F.. Suelo y fertilización para la yuca. In: OSPINA, B.; CEBALLOS, H.. **La Yuca en el Tercer Milenio**: Sistemas

Modernos de Producción, Procesamiento, Utilización y Comercialización. Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 2002. p.76-103.

CARDOSO JÚNIOR, N. S. C.; VIANA, A. E. S.; MATSUMOTO, S. N.; SEDIYAMA, T.; CARVALHO, F. M.. Efeito do nitrogênio em características agrônomicas da mandioca. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.4, p.651-659, 2005.

CARVALHO, J. O. M.; CEREDA, M. P.. **Subprodutos da mandioca**: composição dos resíduos sólidos. Rondônia:

Folder Embrapa, 2005.

CRAVO, M. S.; SMYTH, T. J.; SOUZA, B. D. L.. **Cultura da Mandioca apostila:** calagem e adubação para a cultura da mandioca. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2014.

CRUZ, J. L.; PELACANI, C. R.; ARAÚJO, W. L.. Efeito do nitrato e amônio sobre o crescimento e eficiência de utilização do nitrogênio em mandioca. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.3, p.467-475, 2006.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Mandioca:** Análise Mensal - fevereiro-2018. Brasília: CONAB, 2018.

CUVACA, I. B.; EASH, N. S.; LAMBERT, D. M.; WALKER, F. R.; RUSTRICK, W.. Nitrogen, phosphorus, and potassium fertilizer effects on cassava tuber yield in the coastal district of Dondo, Mozambique. **African Journal of Agricultural Research**, Lagos, v.12, n.42, p.3112-3119, 2017. DOI: <http://doi.org/10.5897/AJAR2017.12619>

DEVIDE, A. C. P.. **Sistema orgânico de produção de mandioca consorciada com milho e caupi.** Dissertação (Mestrado em Agronomia – Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Recomendação de adubação e calagem para o estado do Pará.** Belém: Embrapa, 2010.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultura da mandioca:** aspectos socioeconômicos, melhoramento genético, sistemas de cultivo, manejo de pragas e doenças e agroindústria. Brasília: Embrapa, 2016.

EZUI, K. S.; FRANKE, A. C.; MANDO, A.; AHIABOR, B. D. K.; TETTEH, F. M.; SOGBEDJI, J.; GILLER, K. E.. Fertiliser requirements for balanced nutrition of cassava across eight locations in West Africa. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.185, p.69-78, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.10.005>

FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P.; FILHO, J. R. F.. **Mandioca:** o produto pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

FIDALSKI, J.. Respostas da mandioca à adubação NPK e calagem em solos arenosos do noroeste do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.8, p.1353-1359, 1999.

FIGUEIREDO, P. G.; BICUDO, S. J.; MORAES-DALLAQUA, M. A.; TANAMATI, F. Y.; AGUIAR, E. B.. Componentes de produção e morfologia de raízes de mandioca sob diferentes preparos do solo. **Bragantia**, Campinas, v.73, n.4, p.357-364, 2014.

HOWELER, R.. Long-term effect of cassava cultivation on soil productivity. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.26, n.1, p.1-19, 1991.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Nacional, Estadual e Municipal.** Brasília: IBGE, 2021.

KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; RUBEL, F.. World Map of the Köppen-Geiger climate classification

updated. **Meteorologische Zeitschrift**, Berlin, v.15, n.3, p.259-263, 2006. DOI: <http://doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130>

KINTCHÉ, K.; HAUSER, S.; MAHUNGU, N. M.; NDONDA, A.; LUKOMBO, S.; NHAMO, N.; MBALA, M.. Cassava yield loss in farmer fields was mainly caused by low soil fertility and suboptimal management practices in two provinces of the Democratic Republic of Congo. **European Journal of Agronomy**, v.89, p.107-123, 2017. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.eja.2017.06.011>

LÓPEZ, J.. Semilla Vegetativa de Yuca. In: OSPINA, B.; CEBALLOS, H.. **La Yuca en el Tercer Milenio:** Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento, Utilización y Comercialización. Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 2002. p.49-75.

MAGOLBO, L. A. S.. **Efeito da adubação fosfatada no crescimento, produtividade e acúmulo de fósforo e amido em mandioca para indústria.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2019.

MATTOS, P. L. P.; BEZERRA, V. S.. **Cultivo da Mandioca para o Estado do Amapá.** 2 ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003.

MIRANDA, L. N.; FIALHO, J. F.; MIRANDA, J. C. C.; GOMES, A. C. **Manejo da calagem e da adubação fosfatada para a cultura da mandioca em solo de cerrado.** 118 ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005.

NAZ, S.; TARSELLI, M. A.; JENSEN, M. M.; BLIDNER, A. G.; NIKOLAOU, A.; POLAT, E. O.; ISAACSON, K. J.. Foods of the future. **Science**, v.366, n.6471, p.1306-1307, 2019.

OLIVEIRA, R. C.; SENA, A. L. S.; MARQUES, T. R.; SANTOS, J. C.; COSTA, M. O. X.. **Demandas tecnológicas para o sistema produtivo da mandioca nas microrregiões de Altamira e Santarém, no Estado do Pará.** 395 ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2014.

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

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, 2012.

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**, Maringá, v.30, n.1, p.117-122, 2008.

ROSOLEM, C. A.; SANTOS, F. P.; FOLONI, J. S. S.; CALONEGO, J. C.. Potássio no solo em consequência da adubação sobre a palha de milho e chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.6, p.1033-1040, 2006.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.;

CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B.. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília, 2013.

TAFUR, M. S. M.. Fisiologia de la Yuca (*Manihot esculenta* Crantz). In: OSPINA, B.; CEBALLOS, H.. **La Yuca en el Tercer Milenio: Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento, Utilización y Comercialización**. Colombia: Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 2002. p.34-48.

VIANA, A. E. S.; SEDIYAMA, T.; LOPES, S. C.; CECON, P. R.;

SILVA, A. A.. Efeito do comprimento e de incisões no córtex da maniva sobre o cultivo da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.23, p.1263-1269, 2001.

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**, Viçosa, v.32, p.2297-2305, 2008.

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.