

RUDIELI MACHADO DA SILVA

**COMPONENTES DA PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DA MANDIOCA DE MESA
EM FUNÇÃO DO ARRANJO DE PLANTIO E MODOS DE APLICAÇÃO DE
REGULADOR DE CRESCIMENTO**

Botucatu

2019

RUDIEMI MACHADO DA SILVA

**COMPONENTES DA PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DA MANDIOCA DE MESA
EM FUNÇÃO DO ARRANJO DE PLANTIO E MODOS DE APLICAÇÃO DE
REGULADOR DE CRESCIMENTO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrônomicas da Unesp, Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Agricultura).

Orientador: Dr. Adalton Mazetti Fernandes

Botucatu

2019

S586c Silva, Rudieli Machado da
Componentes da produção e produtividade da mandioca de mesa em função do arranjo de plantio e modos de aplicação de regulador de crescimento / Rudieli Machado da Silva. -- Botucatu, 2019
68 p. : tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu
Orientador: Adalton Mazetti Fernandes

1. Inibidor de crescimento. 2. Giberelina. 3. Produtividade. 4. IAC 576-70. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: **“COMPONENTES DA PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DA MANDIOCA DE MESA EM FUNÇÃO DO ARRANJO DE PLANTIO E MODOS DE APLICAÇÃO DE REGULADOR DE CRESCIMENTO”**

AUTOR: RUDIELI MACHADO DA SILVA

ORIENTADOR: ADALTON MAZETTI FERNANDES

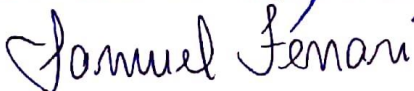
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. ADALTON MAZETTI FERNANDES
CERAT / Universidade Estadual Paulista - UNESP



Prof. Dr. MARCELO DE ALMEIDA SILVA
Produção e Melhoramento Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu - UNESP



Prof. Dr. SAMUEL FERRARI
Agronomia / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena

Botucatu, 22 de fevereiro de 2019.

*Aos meus pais,
Osman e Ivaneide,
dedico*

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Aos meus queridos pais, Osman e Ivaneide, pelo apoio incondicional. Às minhas irmãs, Ranielly e Luziane, por todo o suporte.

Ao Prof. Dr. Adalton Mazetti Fernandes, pela orientação e ensinamentos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, Processo nº 2017/24495-0) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que pelo âmbito do convênio entre as duas instituições, apoiaram financeiramente o discente por meio de bolsa de mestrado pelo período de 10 meses.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Processo nº 130938/2017-3) por financiar bolsa para o discente por um período de 14 meses.

Aos meus amigos, principalmente à Nathalia Ribeiro, Raíra, Luiza, Francisca Gyslane e Natália Assunção por toda a força na condução e avaliação do experimento.

Aos funcionários e alunos do Centro de Raízes e Amidos Tropicais, em especial ao Élder, Luiz, Juliana, Débora, Ricardo, Lydia, Jéssica, Hebert, Luan, e demais, que de alguma forma deram apoio.

Ao programa de Pós-graduação em Agricultura da FCA-UNESP, e a todos os professores do programa, que durante as disciplinas me influenciaram positivamente na busca por maiores conhecimentos.

"Faça um pacto com você mesmo, o hoje não deve ser definido pelo seu passado. Em vez disso, agite as coisas hoje! Viva o dia de hoje"

Steve Maraboli

RESUMO

A importância econômica da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) está relacionada ao uso de suas raízes tuberosas na alimentação humana, animal e na produção de fécula e farinha, no entanto sua produção é limitada pela baixa produtividade média brasileira. Sistemas adensados de plantio são utilizados no aumento da produtividade da mandioca, porém com a obtenção de raízes menores e mais finas, devido à maior competição entre as plantas. Assim, a utilização de reguladores de crescimento pode ser uma tecnologia eficiente para superar essa limitação em sistemas de plantio adensado. O objetivo deste estudo foi avaliar o crescimento, produtividade e qualidade das raízes tuberosas de mandioca de mesa cultivar IAC 576-70 em função do arranjo de plantio e modos de aplicação do regulador de crescimento vegetal paclobutrazol. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, no esquema de parcela subdividida, e o experimento conduzido na Fazenda Experimental São Manuel, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP, no ano agrícola 2017/18. As parcelas foram representadas por cinco arranjos de plantio (1: 1,00 x 1,00 (tradicional); 2: 1,00 x 0,50; 3: 0,85 x 0,59; 4: 0,70 x 0,71 e 5: 0,55 x 0,91 m), enquanto as subparcelas foram representadas por formas de aplicação do regulador de crescimento paclobutrazol (1: Controle sem aplicação de regulador, 2: Aplicação aos 3 meses após a emergência - MAE, 3: Aplicação aos 3 e 5 MAE e 4: Aplicação aos 3, 5 e 7 MAE), o qual foi aplicado via foliar na dose de 100 g ha⁻¹ do i.a. em cada aplicação. Os resultados obtidos indicaram que o regulador de crescimento não afeta a altura e o número de folhas das plantas de mandioca na dose de regulador de crescimento utilizada. O uso de regulador de crescimento aumentou o teor de fibras e proteínas e diminuiu o tempo de cozimento das raízes de reserva, o que é nutricionalmente interessante. A MS da parte aérea, cepas, raízes tuberosas e as produtividades total e comercial de raízes foram maiores nos arranjos de plantio adensados.

Palavras-chave: *Manihot esculenta* Crantz. Inibidor de crescimento. Produtividade.

ABSTRACT

The economic importance of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is related to the use of its tuberous roots in human food, animal feed and in the production of starch and flour, however its production is limited by the the low Brazilian productivity. Denser planting systems are used to increase cassava productivity, but with the production of smaller and thinner roots due to increased competition between plants. Thus, the use of plant growth regulators may be an efficient technology to overcome this limitation in densely planted systems. The objective of this study was to evaluate the growth, productivity and quality of tuberous roots of sweet cassava cv. IAC 576-70 in function of different planting arrangements and application methods of plant growth regulator paclobutrazol. The experimental design was a randomized block design, in a split-plot scheme, and the experiment was conducted at the São Manuel Experimental Farm of the College of Agricultural Science/UNESP during the 2017/18 crop year. The plots were represented by five planting arrangements (1: 1.00 x 1.00 (traditional), 2: 1.00 x 0.50, 3: 0.85 x 0.59, 4: 0.70 x 0.71 and 5: 0.55 x 0.91 m), while the subplots were represented by application forms of the growth regulator paclobutrazol (1: Control without regulator application, 2: Application at 3 months after emergence - MAE, 3: Application at 3 and 5 MAE and 4: Application at 3, 5 and 7 MAE), which was applied via foliar at the dose of 100 g ha⁻¹ a.i. (active ingredient) at each application time. The results indicated that the growth regulator has no effect on the height and number of leaves of sweet cassava plants at the dose used. The use of growth regulator increased fiber and protein contents, and decreased the cooking time of the roots, which are nutritionally interesting. The dry matter accumulation of the aerial plant part, root stem, tuberous roots, and total and commercial root yields were higher within the denser planting arrangements.

Keywords: *Manihot esculenta* Crantz. Plant growth regulator. Productivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Precipitação pluvial e temperaturas máximas e mínimas registradas, durante o período de janeiro a dezembro de 2017 e janeiro a outubro de 2018. Primeira aplicação= 3 meses após a emergência (MAE), 2ª aplicação= 5 MAE e 3ª aplicação= 7 MAE.....	32
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Atributos químicos e granulométricos do solo da área experimental na profundidade de 0-0,2 m, no ano agrícola 2017/18 em São Manuel/SP.....	31
Tabela 2 –	Altura (cm) de plantas de mandioca de mesa IAC 576-70 aos 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 12 meses após a emergência (MAE) em função do arranjo de plantio e modos de aplicação de regulador de crescimento (PBZ).....	37
Tabela 3 –	Número de folhas por planta da mandioca de mesa IAC 576-70 aos 3, 4, 5, 6, 7 e 8 e 12 meses após a emergência (MAE) em função do arranjo de plantio e modos de aplicação de regulador de crescimento (PBZ).....	39
Tabela 4 –	Desdobramento para o número de folhas em plantas de mandioca de mesa IAC 576-70 aos 5 e 8 meses após a emergência (MAE) em função do arranjo de plantio e modos de aplicação de regulador de crescimento (PBZ).....	41
Tabela 5 –	População final de plantas e porcentagem de sobrevivência de plantas, e número total e comercial de raízes tuberosas por planta em mandioca de mesa IAC 576-70 em função do arranjo de plantio e modos de aplicação de regulador de crescimento (PBZ).....	43
Tabela 6 –	Número total (NTR) e comercial (NRC) de raízes por planta, comprimento, diâmetro e peso médios das raízes tuberosas, produtividade total (Produt.) e comercial (PC) de raízes de mandioca de mesa IAC 576-70 em função do arranjo de plantio e modos de aplicação de regulador de crescimento (PBZ).....	44
Tabela 7 –	Acúmulo de matéria seca na parte aérea, cepas, raiz tuberosa e planta toda, e índice de colheita (IC) de plantas mandioca de mesa IAC 576-70 em função do arranjo de plantio e modos de aplicação de regulador de crescimento (PBZ).....	47

Tabela 8 –	Desdobramento para o acúmulo de matéria seca na parte aérea e na planta toda em mandioca de mesa IAC 576-70 em função do arranjo de plantio e modos de aplicação de regulador de crescimento (PBZ).....	49
Tabela 9 –	Teor de umidade, potencial hidrogeniônico (pH) e tempo de cocção de raízes frescas de mandioca de mesa IAC 576-70 em função do arranjo de plantio e modos de aplicação de regulador de crescimento (PBZ).....	51
Tabela 10 –	Teores de açúcar redutor (AR), açúcar total (AT), amido, carboidratos totais, proteína bruta (PB), fibra bruta (FB) e cinzas em raízes tuberosas de mandioca de mesa IAC 576-70 em função do arranjo de plantio e modos de aplicação de regulador de crescimento (PBZ). Teores em base de matéria fresca.....	54
Tabela 11 –	Desdobramento para o teor de açúcar redutor (AR) e proteína bruta (PB) em raízes tuberosas de mandioca de mesa IAC 576-70 em função do arranjo de plantio e modos de aplicação de regulador de crescimento (PBZ).....	56

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
2	REVISÃO DE LITERATURA	23
2.1	Características da cultura da mandioca e sua importância econômica.....	23
2.2	Arranjos de plantio na cultura da mandioca.....	24
2.3	Reguladores de crescimento vegetal.....	27
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1	Localização e características da área experimental.....	30
3.2	Delineamento experimental e tratamentos.....	30
3.3	Instalação e condução do experimento.....	30
3.4	Avaliações.....	33
3.4.1	Avaliações fitotécnicas.....	33
3.4.1.1	<i>Altura de plantas e número de folhas totalmente expandidas por planta.....</i>	33
3.4.1.2	<i>População final de plantas e porcentagem de sobrevivência.....</i>	33
3.4.1.3	<i>Número de raízes por planta, comprimento, diâmetro e peso médio das raízes tuberosas, produtividade total e comercial</i>	34
3.4.1.4	<i>Acúmulo de matéria seca (MS) na parte aérea, cepas, raízes tuberosas e na planta inteira.....</i>	34
3.4.1.5	<i>Índice de colheita (IC).....</i>	35
3.4.2	Avaliações de qualidade das raízes tuberosas.....	35
3.4.2.1	<i>Teor de umidade, potencial hidrogeniônico (pH) e tempo de cocção das raízes tuberosas.....</i>	35
3.4.2.2	<i>Teores de açúcar redutor, solúveis totais, amido e carboidratos.....</i>	35
3.4.2.3	<i>Teor de proteína, fibras totais e cinzas.....</i>	36
3.4.2.4	<i>Análise estatística.....</i>	36
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1	Avaliações fitotécnicas.....	37
4.1.1	Altura de plantas e número de folhas totalmente expandidas.....	37
4.1.2	População final de plantas e porcentagem de sobrevivência.....	42

4.1.3	Número total e comercial de raízes tuberosas por planta, comprimento, diâmetro e peso médio das raízes tuberosas, produtividade total e comercial.....	43
4.1.4	Acúmulo de matéria seca (MS) na parte aérea, cepas, raízes tuberosas, planta inteira e índice de colheita (IC).....	47
4.2	Avaliações de qualidade das raízes tuberosas.....	51
4.2.1	Teor de umidade, potencial hidrogeniônico (pH) e tempo de cocção das raízes tuberosas.....	51
4.2.2	Teores de açúcar redutor, solúveis totais, amido, carboidratos, proteína, fibras e cinzas.....	53
5	CONCLUSÕES.....	59
	REFERÊNCIAS.....	61

1 INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), também conhecida como aipim e macaxeira (SANTISOPASRI et al., 2001) se caracteriza por ser uma das mais importantes fontes de alimento para mais de 600 milhões de pessoas na América do Sul, África e Ásia (GOMATHINAYAGAM et al., 2007). Além de servir como fonte de produção comercial de amido em países tropicais e subtropicais (MOORTHY, 2004). O Brasil é o quarto maior produtor mundial de mandioca, segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – FAO (2019). Apesar disso, a produtividade média brasileira gira em torno de 14 toneladas por hectare, enquanto países como a Tailândia, com pouco tempo de cultivo de mandioca, produzem 23,4 toneladas por hectare (FAOSTAT, 2019). O que mostra que o país ainda tem muito a evoluir no que diz respeito à produção dessa cultura.

Diversas alternativas no manejo de produção estão sendo adotadas para melhorar a produtividade de inúmeras culturas no Brasil. No caso da mandioca, a utilização de espaçamentos adensados é uma alternativa interessante. De acordo com Barros et al. (1978), a produtividade por planta é maior quando as plantas de mandioca possuem maior área de exploração e desenvolvimento, no entanto quando se leva em consideração a produtividade de mandioca por hectare, são em sistemas de espaçamento adensado que se observam maiores produtividades.

Sabe-se que, em sistemas de altas densidades populacionais, as plantas competem por espaço, luz, umidade e nutrientes, fazendo com que as plantas de mandioca apresentem dominância apical e priorizem o desenvolvimento da parte aérea devido a sua maior capacidade de dreno, reduzindo o desenvolvimento das raízes tuberosas (AGUIAR, 2003). Streck et al. (2014) observaram que, em espaçamentos mais adensados ocorre menor brotação dos ramos laterais com produção de raízes mais leves, finas e menores, quando comparadas às plantas cultivadas em áreas não adensadas, o que pode se caracterizar como um fator limitante de produção de cultivares de mandioca de mesa, que possui como produto comercial a raiz *in natura*.

Assim, novas alternativas eficazes para se aumentar a produtividade dessa cultura são essenciais. Um exemplo bastante estudado atualmente na agricultura mundial, mas pouco usado em produções de mandioca, é a utilização de reguladores vegetais, que ajudam a modificar o desenvolvimento, crescimento, comportamento sob estresse

e produtividade final de diversas culturas. Entre os reguladores mais utilizados estão os inibidores de giberelinas e citocininas, que induzem a formação de raízes tuberosas e bulbos, já que reduzem o crescimento vegetativo e atuam na partição dos carboidratos, o que é economicamente interessante para os produtores (GOPI et al., 2007).

Entre os inibidores de giberelinas mais utilizados estão os compostos triazólicos, como o paclobutrazol (PBZ), o cloreto de clorocolina (CCC), o hexaconazol (HEX), o triadimefon (TDM), o propiconazol (PCZ), e os compostos quaternários de amônia, como o cloreto de chlormequat e o cloreto de mepiquat (FLETCHER et al., 2000; MANIVANNAN et al., 2007). Em culturas como a batata, as pesquisas com reguladores vegetais já são mais frequentes, com observação do aumento na produtividade de tubérculos e redução do porte aéreo das plantas após a utilização de inibidores de giberelinas (RADWAN et al., 1971; WANG; XIAO, 2009).

No caso da mandioca, poucos produtos foram testados com esse objetivo nessa cultura. Na literatura são encontrados trabalhos referentes apenas à utilização do TDM, HEX (GOMATHINAYAGAM et al., 2007), CCC e PBZ (MEDINA et al., 2012), sendo que na maioria dos casos houve aumento do teor de amido das raízes tuberosas e diminuição no tamanho do dossel das plantas. No entanto, mais estudos ainda são necessários para viabilizar o uso dessa técnica na cultura da mandioca.

Assim, o objetivo foi avaliar o crescimento, produtividade e qualidade das raízes tuberosas de mandioca de mesa cultivar IAC 576-70 em função do arranjo de plantio e modos de aplicação de regulador de crescimento paclobutrazol (PBZ).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Características da cultura da mandioca e sua importância econômica

O Brasil participa com aproximadamente 13% de toda a produção mundial de mandioca, sendo considerado o quarto maior produtor mundial, atrás apenas da Nigéria, República Democrática do Congo e Tailândia (FAO, 2019). No Brasil, a mandioca é cultivada em todos os estados brasileiros, e por isso, sua principal importância está relacionada ao seu uso na alimentação humana e animal, e a utilização de suas raízes como matéria-prima na confecção de produtos industrializados como a fécula e a farinha (EMBRAPA, 2018). Além de possuir em sua cadeia produtiva uma importante fonte de geração de empregos e renda no país, podendo empregar até um milhão de trabalhadores diretos e gerar receita bruta anual de aproximadamente 2,5 bilhões de dólares (SOUZA; FIALHO, 2003).

As raízes de mandioca podem ser classificadas de duas maneiras. A primeira, conhecida como mandioca de “mesa”, corresponde às cultivares cujas raízes são comercializadas *in natura* e a segunda, conhecida como mandioca para “indústria”, corresponde àquelas cultivares destinadas, à produção de fécula e farinha ou então como ingrediente em alimentos embutidos, embalagens, papelão e nas indústrias de mineração, farmacêutica e têxtil (CARDOSO et al., 2006).

A produção brasileira na safra 2012/2013 foi de aproximadamente 23 milhões toneladas, em uma área cultivada aproximada de 2,1 milhões de hectares e produtividade média de 14,6 t ha⁻¹, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2019). As maiores produções de mandioca se concentram nos estados do Rio Grande do Sul, Pará, Amazonas, Paraná e Bahia, que alcançam juntos 59% da produção nacional. Entre as regiões, o Nordeste é o maior produtor do país chegando a 35%, seguido pelas regiões Norte, Sul, Sudeste e Centro-Oeste que concentram, respectivamente, 26%, 23%, 10% e 6% da produção (SOUZA; FIALHO, 2003). A região Sul é a que apresenta maior produtividade média por hectare, alcançando 19 toneladas. Já as regiões Nordeste e Norte são as principais consumidoras (EMBRAPA, 2018).

As exportações da mandioca produzida no país geram uma receita média anual de 3,3 milhões de dólares. Cerca de 80% do que é exportado é produzido nos estados brasileiros, sendo destinado basicamente à países das Américas como Venezuela,

Uruguai, Colômbia, Argentina e os Estados Unidos. Quando se trata da exportação de raízes tuberosas *in natura*, o Reino Unido, o Japão, os Estados Unidos e a França se caracterizam por serem os maiores importadores, comprando aproximadamente 400 toneladas e contribuindo com uma receita de 195 mil dólares (SOUZA; FIALHO, 2003).

Já no mercado interno, as raízes produzidas nos estados da Região Centro-Sul, que compreende os estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul, cerca de 35% dessa produção é destinada à indústria e os 65% restantes à comercialização *in natura*. A região se caracteriza por ser um dos principais centros de dispersão da cultura, apresentando elevado potencial produtivo e forte industrialização, o que a diferencia das demais regiões produtoras (OTSUBO; LORENZI, 2004). Contudo, a ocorrência de veranicos e as características pouco férteis de alguns solos da região requerem sistemas de produção mais modernos. Assim, devido a fatores como pouca exigência em insumos, alto potencial produtivo, e tolerância ao alumínio e à acidez, a mandioca se caracteriza como uma das culturas mais indicadas para a região (FIALHO et al., 1998).

Outros fatores relacionados aos sistemas de produção também são evidenciados como algumas das dificuldades na produção de mandioca. A baixa produtividade da cultura pode ser destacada como o principal fator. A baixa produtividade pode ocorrer, no entanto, devido à utilização de variedades não selecionadas, ao ataque de pragas e ocorrência de doenças (SOUZA; FIALHO, 2003). Assim, apesar de todo o potencial produtivo, que é de 25 a 60 t ha⁻¹ (COCK, 1990), estima-se que a produtividade média da mandioca no Brasil seja de apenas 14 t ha⁻¹ (FAOSTAT, 2019).

2.2 Arranjos de plantio na cultura da mandioca

Diversas alternativas podem ser utilizadas nos sistemas agrícolas de produção de mandioca visando contornar o problema da baixa produtividade da cultura. No caso da mandioca, o plantio adensado é citado como uma alternativa para se obter produtividade mais elevada de raízes tuberosas (AGUIAR et al., 2011).

As plantas de mandioca, como de qualquer outra cultura, competem entre si por água, nutrientes e luz solar quando estão se desenvolvendo na mesma área. Dessa forma, a utilização de espaçamento adequado contribui para melhor distribuição das plantas na área, proporcionando o aproveitamento mais eficiente dos fatores

ambientais e contribuindo para a obtenção de produtividades mais elevadas (MATTOS et al., 2006).

A combinação ótima de espaçamento entre fileiras e densidade de plantas na fileira para uma determinada cultura é uma tecnologia de simples aplicação e que possibilita melhorar a utilização de luz, água e nutrientes pelas plantas (SORATTO et al., 2011). Na cultura da mandioca de mesa, o espaçamento entre fileiras e a densidade de plantas na fileira é um dos fatores que mais podem influenciar na obtenção de altas produtividades. Os espaçamentos utilizados nos cultivos comerciais de mandioca de mesa são extremamente diversos, variando de 1,00 a 1,30 m entre linhas de plantio, com ajustes nas densidades de plantas nas fileiras, que originam populações variando de 10.000 a 20.000 plantas ha⁻¹ (AGUIAR, 2003). No entanto, a escolha do arranjo de plantio mais adequado irá depender dentre outros fatores, da variedade utilizada, dos tratos culturais realizados na lavoura, da fertilidade do solo da região e da época de realização da colheita.

Diversos estudos foram realizados sobre a avaliação dos melhores espaçamentos e populações de plantas na cultura da mandioca (ENYI, 1972; WILLIAMS, 1972; ENYI, 1973; SAMPAIO; CONCEIÇÃO, 1975; COCK et al., 1977; HUNT et al., 1977; BARROS et al., 1978; ANDRADE; CORRÊA, 1991; MONDARDO et al., 1995; OLIVEIRA et al., 1998), mas em linhas gerais, o que tem sido recomendado pela pesquisa é que em solos de menor fertilidade o arranjo de plantio mais adequado seria de 1,00 m entre linhas por 0,60 a 0,40 m entre plantas, enquanto que em solos de maior fertilidade esse espaçamento seria maior de 1,20 m por 0,6-0,40 m, o que corresponderia a populações variando de 13.889 a 25.000 plantas ha⁻¹ (MATTOS et al., 2006). Contudo, no caso da mandioca de mesa, a produtividade de raízes de maior diâmetro e que atendam ao padrão de comercialização é fundamental para a obtenção de maior retorno econômico, e devido a isso, os produtores de mandioca de mesa acabam, muitas vezes, trabalhando com arranjos de plantio mais largos, ou seja, entre 1,00 x 1,00 m ou 1,20 x 1,00 m.

Trabalhos realizados no passado mostram que a produtividade de mandioca varia em função da densidade populacional, seguindo o modelo de regressão quadrático, ou seja, aumentando-se o número de plantas por hectare a produtividade tende a ser crescente até um ponto de inflexão, a partir do qual a produtividade começa a cair (COCK et al., 1977; TAKAHASHI; GUERINI, 1998). Além disso, alguns estudos indicam que há um decréscimo na quantidade e no peso médio das raízes tuberosas,

bem como na produção de raízes por planta, quando se utiliza sistemas de cultivo com maiores densidades populacionais de plantas (AYOOLA; MAKINDE, 2008; AGUIAR et al., 2011), mas em contrapartida a produtividade total de raízes por hectare aumenta devido ao maior número de plantas por área (AGUIAR et al., 2011).

O aumento na densidade populacional de plantas aumenta o índice de área foliar (ENYI, 1973; COCK et al., 1977), mas se o crescimento vegetativo da folhagem for excessivo poderá haver redução na produtividade de raízes, devido ao fato da elevada quantidade de folhagem prejudicar a distribuição de luz no dossel das plantas e consequentemente a eficiência fotossintética (WILLIAMS; GHAZALI, 1969). Dessa forma, para haver o desenvolvimento máximo da raiz é preciso ocorrer um equilíbrio adequado entre a produção de folhas e hastes e o crescimento das raízes, de modo que a planta produza folhas numa proporção tal que não prejudique a alocação e o armazenamento de carboidratos nas raízes (PEIXOTO, 1999). De acordo com Barros et al. (1978), a produtividade de raízes da mandioca está relacionada com a capacidade de dreno das mesmas, a qual é maior em menores densidades populacionais, devido à maior disponibilidade de espaço para o desenvolvimento do sistema radicular tuberoso das plantas.

Estudos envolvendo diferentes populações de plantas na cultura da mandioca têm mostrado que sob baixa densidade de plantio a produtividade total e comercial é menor, mas a proporção de raízes de tamanho comercializável é alto, ou seja, em baixas densidades de plantio as plantas produzem raízes maiores e mais grossas (AGUIAR et al., 2011, STRECK et al., 2014). No entanto, quando se aumenta a população de plantas a produtividade total de raízes também aumenta, mas a produtividade de raízes comerciais não aumenta na mesma proporção (AGUIAR et al., 2011, STRECK et al., 2014), visto que sob altas populações, as plantas produzem mais folhagem aumentando o IAF, diminuindo a partição de carboidratos para as raízes e aumentando a produtividade de raízes finas e pequenas, ou seja, de raízes não comerciais. Nessa situação, uma possível alternativa para minimizar a vegetação excessiva da parte aérea das plantas de mandioca sob condição de alta população de plantas seria a utilização de reguladores de crescimento vegetal.

2.3 Reguladores de crescimento vegetal

Uma prática de manejo que pode ser utilizada para obter equilíbrio entre o crescimento da parte vegetativa e o órgão de reserva das plantas é a utilização de produtos reguladores ou retardantes do crescimento vegetal, os quais são compostos sintéticos que reduzem a altura das plantas sem ocasionar fitotoxidez (RADEMACHER, 2000), pelo fato de atuarem na regulação dos processos fisiológicos da planta.

Entre os principais reguladores de crescimento utilizados na agricultura pode-se destacar àqueles pertencentes ao grupo dos compostos triazólicos. Os mais conhecidos são o paclobutrazol (PBZ), o cloreto de clorocolina (CCC), o hexaconazol (HEX), o triadimefon (TDM), o propiconazol (PCZ), os quais apresentam ação na inibição da biossíntese das giberelinas e, conseqüentemente, na regulação do crescimento vegetal (FLETCHER et al., 2000; MANIVANNAN et al., 2007). Esses compostos influenciam também o balanço hormonal, as atividades enzimáticas, a peroxidação de lipídios e a taxa fotossintética dos vegetais (ABDUL JALEEL et al., 2007), além de aumentarem o tamanho e a massa seca de tubérculos de batata, devido ao fato de aumentarem a translocação de carboidratos das folhas para os órgãos de reserva das plantas, que no caso da batata são os tubérculos (GOMATHINAYAGAM et al., 2007).

Em geral, os compostos triazólicos inibem a atividade do citocromo *P*-450, através da reação de desmetilação oxidativa, e de outras moléculas vegetais essenciais na síntese de ergosterol e na conversão do caureno à ácido caurenóico na rota de biossíntese de giberelina, e por isso são considerados inibidores da síntese de giberelinas (RADEMACHER, 1992). De acordo com Radwan et al. (1971), a utilização do regulador de crescimento CCC em batata reduz o crescimento vegetativo das plantas e influencia positivamente a produtividade e a produção de matéria seca de tubérculos. Wang e Xiao (2009) obtiveram resultados semelhantes avaliando a utilização de CCC em cultivo de batata. O regulador de crescimento PBZ também induz o aumento na produtividade e o incremento no teor de amido dos tubérculos de batata, devido principalmente à translocação de maiores quantidades de fotoassimilados da parte aérea para os tubérculos (TSEGAW; HAMMES, 2005).

Contudo, inúmeros fatores podem influenciar nas respostas das plantas à utilização de reguladores de crescimento, dentre os quais pode-se destacar a cultivar

utilizada, a condição nutricional, o porte, a idade da planta, o estágio de desenvolvimento e as condições ambientais da região (ZHOU et al., 1993). Alguns estudos realizados com culturas de porte elevado, como é o caso da mamona, têm indicado que uma única aplicação de regulador de crescimento durante o ciclo da cultura pode não ser suficiente para impedir o crescimento vertical das plantas quando as condições ambientais após a aplicação favorecerem o crescimento vegetativo (OSWALT et al., 2014), porque o efeito do regulador na inibição do crescimento vegetativo é temporário (LINZMEYER JUNIOR et al., 2008). Dessa forma, pode ser que para manter o crescimento vegetativo controlado e favorecer o crescimento das raízes tuberosas na cultura da mandioca cultivada em maiores populações de plantas seja necessária a realização de mais de uma aplicação de regulador de crescimento durante o ciclo de desenvolvimento das plantas.

Em mandioca, a literatura disponível sobre a utilização de reguladores de crescimento é escassa, sendo que existem alguns trabalhos envolvendo o uso de TDM, HEX (GOMATHINAYAGAM et al., 2007), CCC e PBZ (MEDINA et al., 2012). Em estudo realizado por Medina et al. (2012), a aplicação foliar de CCC e PBZ somente aos 40 dias após o plantio reduziu a altura das plantas de mandioca e aumentou os teores de amido nas raízes. Panyapruek et al. (2016) avaliaram a aplicação de doses crescentes de PBZ em diferentes fases do ciclo da mandioca e observaram que a aplicação de PBZ aos 90 dias após o plantio (DAP) foi mais eficiente em reduzir a altura das plantas que as aplicações realizadas aos 150 e 210 DAP; além disso esses autores também observaram que a aplicação de 10, 20 e 30 ppm de PBZ aumentou em 12, 35 e 67%, respectivamente, a produtividade de raízes em relação ao tratamento controle.

Estudos envolvendo os reguladores de crescimento TDM e HEX também demonstraram haver aumento na produtividade e no teor de amido das raízes de mandioca com a aplicação desses produtos (GOMATHINAYAGAM et al., 2007). Em mandioca de uso industrial, a aplicação de regulador de crescimento também tem demonstrando resultados benéficos, uma vez que a aplicação de cloreto de mepiquat em plantas de mandioca com 6 meses de idade aumentou a produtividade de amido e farinha naqueles tratamentos cultivados sob condição de irrigação (SOUZA et al., 2010).

Sendo assim, o estudo de diferentes arranjos de plantio em associação com diferentes formas de aplicação de regulador de crescimento na cultura da mandioca

torna-se uma alternativa interessante de se buscar aumento na produtividade e qualidade das raízes comerciais dessa espécie tuberosa.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e características da área experimental

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental São Manuel, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista, localizada no município de São Manuel – SP (48°34' W; 22°25' S e 750 m de altitude). Segundo a classificação de Köppen o clima da região é do tipo Cfa (Clima Temperado Mesotérmico), com temperatura média anual de 21° e precipitação média anual de 1.445 mm (CUNHA; MARTINS, 2009).

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi conduzido no delineamento de blocos ao acaso, no esquema de parcela subdividida. As parcelas foram representadas por cinco arranjos de plantio (1: 1,00 x 1,00 (tradicional, com 10.000 plantas ha⁻¹); 2: 1,00 x 0,50 (20.000 plantas ha⁻¹); 3: 0,85 x 0,59 (19.940 plantas ha⁻¹); 4: 0,70 x 0,71 (20.120 plantas ha⁻¹) e 5: 0,55 x 0,91 m (19.980 plantas ha⁻¹)), enquanto as subparcelas foram representadas pelas formas de aplicação do regulador de crescimento paclobutrazol (1: Controle sem aplicação de regulador, 2: Aplicação aos 3 meses após a emergência - MAE, 3: Aplicação aos 3 e 5 MAE e 4: Aplicação aos 3, 5 e 7 MAE). Como fonte de paclobutrazol foi utilizado o produto comercial Cultar 250 SC®.

Em cada época de aplicação, o regulador de crescimento foi aplicado via foliar na dose de 100 g ha⁻¹ do i.a., utilizando-se o volume de calda de 200 L ha⁻¹. Cada parcela nos espaçamentos propostos eram compostas por 5 linhas, todas de 20 m de comprimento. As subparcelas possuíam o mesmo número de linhas das parcelas e o comprimento de 5 m. A área útil analisada foi composta pelas linhas centrais de cada subparcela, eliminando-se assim as duas linhas laterais e 0,5 m em cada extremidade das linhas.

3.3 Instalação e condução do experimento

O experimento foi implantado no período de outono/inverno, em 11 de maio de 2017, em área sem irrigação, com a cultivar de mandioca IAC 576-70, que é a principal cultivar de mandioca de mesa plantada no estado de São Paulo, além de apresentar

alta produtividade, alto teor de amido e matéria seca nas raízes, e resistência à bacteriose (VALLE; LORENZI, 2014). Aproximadamente 90 dias antes da instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo em quatro pontos distintos da área experimental para a determinação das características químicas de acordo com a metodologia proposta por Raij et al. (2001) (Tabela 1), sendo classificado como um Latossolo Vermelho distrófico.

Tabela 1 – Atributos químicos e granulométricos do solo da área experimental na profundidade de 0-0,2 m, no ano agrícola 2017/18 em São Manuel/SP

Atributos	0-20 cm*
pH (CaCl ₂)	5,1
M.O. (g dm ⁻³)	10
Presina (mg dm ⁻³)	12
K (mmol _c dm ⁻³)	0,74
Ca (mmol _c dm ⁻³)	11
Mg (mmol _c dm ⁻³)	6
Al ³⁺ (mmol _c dm ⁻³)	0
H+Al (mmol _c dm ⁻³)	17
CTC (mmol _c dm ⁻³)	34
V (%)	52
m (%)	0
S (mg dm ⁻³)	5
B (mg dm ⁻³)	0,24
Cu (mg dm ⁻³)	1,6
Fe (mg dm ⁻³)	19
Mn (mg dm ⁻³)	8,8
Zn (mg dm ⁻³)	1,6
Areia (g kg ⁻¹)	872
Silte (g kg ⁻¹)	24
Argila (g kg ⁻¹)	104

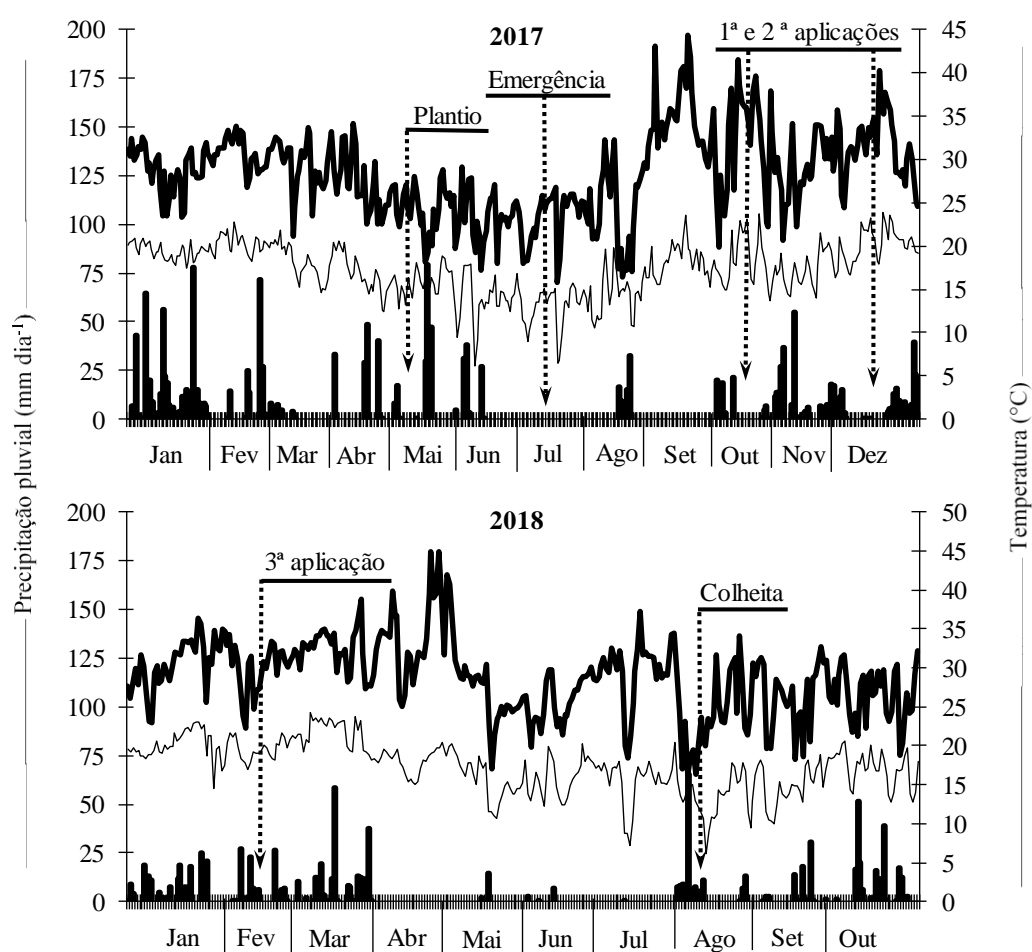
*Amostra composta formada por 4 repetições.

Antes do plantio, o solo da área experimental foi preparado de forma convencional, com uma aração e uma gradagem. Em seguida, os sulcos de plantio foram abertos de acordo com espaçamentos estabelecidos para cada tratamento (item 3.2) utilizando um sulcador acoplado ao trator. Posteriormente, a adubação de plantio foi aplicada nos sulcos abertos de acordo com a análise de solo e as recomendações técnicas para a cultura da mandioca (LORENZI et al., 1997). Como fontes de P e K foram utilizados os fertilizantes superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente, ambos nas doses de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e de K₂O.

Os fertilizantes foram levemente incorporados ao solo dos sulcos de plantio e em seguida as manivas semente distribuídas manualmente nos sulcos, visando atender as populações iniciais de cada tratamento. Posteriormente, foi aplicado o inseticida/nematicida carbamato na dose de 30 kg ha⁻¹ do i.a., e os sulcos foram

fechados manualmente com auxílio de enxadas. No plantio, foram utilizadas manivas semente com aproximadamente 20 centímetros de comprimento, retiradas do terço médio de plantas saudáveis e com 12 meses de idade. Durante a condução da pesquisa foram coletados os dados de temperatura e precipitação na área experimental (Figura 1).

Figura 1 – Precipitação pluviométrica (■) e temperaturas máximas (—) e mínimas (—) registradas, durante o período de janeiro a dezembro de 2017 e janeiro a outubro de 2018. Primeira aplicação= 3 meses após a emergência (MAE), 2ª aplicação= 5 MAE e 3ª aplicação= 7 MAE



Aproximadamente 10 dias após o plantio das manivas foram aplicados os herbicidas glifosato (1.920 g ha^{-1} do i.a.) e trifluralina (1.080 g ha^{-1} do i.a.) para o controle de plantas daninhas. A emergência completa da mandioca ocorreu cerca de 70 dias após o plantio (DAP) em 20 de julho de 2017, devido principalmente à presença de temperaturas mais baixas e menor precipitação durante o período. A adubação de cobertura foi realizada de acordo com as recomendações de Lorenzi et

al. (1997), aplicando-se com 40 kg ha⁻¹ de N aos 4 meses após o plantio. Como fonte de N foi utilizado o fertilizante uréia.

A primeira aplicação de paclobutrazol (PBZ) ocorreu aos 3 meses após a emergência (MAE) (16 de outubro de 2017), enquanto que a segunda e terceira aplicação ocorreram aos 5 (20 de dezembro de 2017) e 7 MAE (19 de fevereiro de 2018). Os demais tratamentos culturais, como controle de plantas daninhas e pragas agrícolas, foram realizados seguindo as recomendações para a cultura na região. A colheita ocorreu em 15 de agosto de 2018, aproximadamente 13 meses após a emergência.

3.4 Avaliações

3.4.1 Avaliações fitotécnicas

3.4.1.1 Altura de plantas e número de folhas totalmente expandidas por planta

Essas variáveis foram determinadas em 5 plantas aleatórias representativas da área útil de cada subparcela aos 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 12 MAE. A altura das plantas foi determinada com o auxílio de uma régua graduada determinando-se a distância entre a superfície do solo e o ponto mais alto da planta. O número de folhas totalmente expandidas foi determinado por meio da contagem direta, considerando-se apenas as folhas totalmente expandidas. O número de folhas foi determinado dos 3 aos 8 MAE, pois aos 12 MAE as plantas de mandioca atingiram o período de dormência fisiológica, o qual foi caracterizado pela queda total das folhas das plantas.

3.4.1.2 População final de plantas e porcentagem de sobrevivência

No momento da colheita foram contabilizadas todas as plantas dentro da área útil de cada parcela (3 linhas de 4 metros de comprimento), obtendo-se assim a população final de plantas. Foi calculada também a porcentagem de sobrevivência (PS), a partir da relação entre a população final e a população inicial de plantas observada após a emergência completa das plantas de mandioca (VAZQUEZ et al., 2008).

3.4.1.3 Número de raízes por planta, comprimento, diâmetro e peso médio das raízes tuberosas, produtividade total e comercial

Para as raízes tuberosas, foram colhidas 12 plantas dentro da área útil de cada subparcela. Após colhidas, as raízes foram destacadas das cepas, classificadas em comerciais e não comerciais, contadas e pesadas. Foram consideradas comerciais aquelas raízes tuberosas sem defeitos e com diâmetro maior que 40 mm. O número total e comercial de raízes por planta foi obtido pela divisão do número total e comercial de raízes de cada subparcela pelo número de plantas colhidas nas subparcelas.

O comprimento médio das raízes foi determinado de uma extremidade a outra das raízes com auxílio de régua graduada. O diâmetro médio das raízes foi obtido com uso de paquímetro digital, avaliando-se no terço médio das raízes. O peso médio das raízes foi determinado dividindo-se o peso total de raízes das subparcelas pelo número total de raízes de cada subparcela. A produtividade total e comercial de raízes foi calculada multiplicando-se o peso total e comercial de raízes por planta pela população final de plantas e os dados foram apresentados em kg ha⁻¹.

3.4.1.4 Acúmulo de matéria seca (MS) na parte aérea, cepas, raízes tuberosas e na planta inteira

O acúmulo de MS nas partes da planta foi realizado no momento da colheita. Essa avaliação se deu pela pesagem fresca de todas as partes das plantas da área útil de cada subparcela (3 linhas de 4 metros). Após pesadas, as partes das plantas foram separadamente amostradas, pesadas (peso fresco) e submetida a secagem em estufa de circulação forçada de ar à 65 °C até peso constante. Em seguida, as amostras foram pesadas para a obtenção dos dados de MS e calculada a porcentagem de MS em cada parte da planta. Com os dados de peso fresco de todas as partes das plantas, porcentagem de MS e a população final de plantas, foram calculadas as quantidades de MS acumuladas em todas as partes das plantas por hectare. As quantidades de MS acumuladas na planta inteira foram obtidas pelo somatório das quantidades de MS acumuladas em todas as partes da planta.

3.4.1.5 Índice de colheita (IC)

O índice de colheita para cada tratamento foi calculado utilizando-se a equação proposta por Sagrilo et al. (2002):

$$IC = \frac{MSRA}{MSPL} \quad (1)$$

Onde MSRA é a quantidade de MS acumulada nas raízes tuberosas (kg ha^{-1}) e MSPL é a quantidade de MS acumulada na planta inteira (kg ha^{-1}).

3.4.2 Avaliações de qualidade das raízes tuberosas

3.4.2.1 Teor de umidade, potencial hidrogeniônico (pH) e tempo de cocção das raízes tuberosas

O teor de umidade foi determinado pelo método gravimétrico. Para isso, as raízes de mandioca foram seccionadas e amostras de aproximadamente 50 g foram submetidas a secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até peso constante, conforme o que é estabelecido pelo Instituto Adolfo Lutz – IAL (2008).

Para a determinação do pH, 5 g de amostras da polpa de raízes frescas foram trituradas, adicionado 50 mL de água deionizada e mantidas sob agitação pelo período de 30 minutos. A aferição do pH dessa solução foi realizada com um potenciômetro devidamente calibrado e à temperatura ambiente.

O tempo de cocção das raízes foi determinado utilizando-se cilindros com aproximadamente 6 cm de comprimento retirado da parte mediana de três raízes comerciais, os quais foram descascados e imersas em 1.000 mL de água em ebulição. O ponto ideal de cozimento se deu com a utilização de um garfo de aço inoxidável, até o limite máximo de 60 minutos (LORENZI, 1994).

3.4.2.2 Teores de açúcar redutor, solúveis totais, amido e carboidratos

Para a determinação dos teores de açúcares redutores, solúveis totais e amido, as amostras da polpa das raízes foram desidratadas em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até peso constante, e posteriormente moídas. Os teores de amido e açúcares foram determinados em matéria seca a partir da metodologia de Somogy-

Nelson (SOMOGY, 1945), com leituras realizadas em espectrofotômetro a 535 nm. Os dados obtidos foram convertidos para teores na matéria fresca, e o teor de carboidrato foi determinado pela soma dos teores de açúcares totais e amido.

3.4.2.3 Teor de proteína, fibras totais e cinzas

O teor de proteína foi obtido através da determinação do N total pela metodologia micro Kjeldahl e utilizando o fator 6,25 para conversão do N em proteína bruta. O teor de fibras totais se deu nas amostras de polpa desidratadas a partir do método descrito pela Association of Official Analytical Chemists – AOAC (1995), com conversão dos resultados para teores na matéria fresca.

Para a determinação do teor de cinzas foram utilizadas amostras secas moídas da polpa das raízes com aproximadamente 3 g, as quais foram colocadas em cadinhos de porcelana e incineradas em mufla a 500-600 °C (IAL, 2008). O material permaneceu na mufla pelo período de 2 horas, quando não foi encontrado qualquer resíduo preto de matéria orgânica, e então o peso foi aferido. O teor de cinza se deu pela diferença entre o peso do cadinho após incineração e o peso vazio do mesmo cadinho.

3.4.2.4 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade utilizando-se o software SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2010).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliações fitotécnicas

4.1.1 Altura de plantas e número de folhas totalmente expandidas

A altura das plantas aos 3 meses após a emergência (MAE) foi influenciada pelos arranjos de plantio, com o arranjo 1,00 x 1,00 m apresentando plantas menores, com média de 49 cm, enquanto que os arranjos adensados, com 20 mil plantas por hectare apresentaram altura de plantas variando de 54 a 58 cm (Tabela 2). Esses resultados indicam que durante a fase inicial da cultura cultivada em plantio mais adensado há uma tendência das plantas estiolarem, quando em comparação com plantios mais espaçados.

Tabela 2 – Altura (cm) de plantas de mandioca de mesa IAC 576-70 aos 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 12 meses após a emergência (MAE) em função do arranjo de plantio e modos de aplicação de regulador de crescimento (PBZ)

Tratamentos	3 MAE	4 MAE	5 MAE	6 MAE	7 MAE	8 MAE	12 MAE
	----- cm -----						
<i>Arranjo de plantio (AP)</i>							
1,00 x 1,00 m (tradicional)	49 b	87 a	116 a	141 a	151 b	167 a	171 a
1,00 x 0,50 m	58 a	98 a	133 a	161 a	186 a	182 a	184 a
0,85 x 0,59 m	55 ab	99 a	129 a	153 a	175 ab	180 a	178 a
0,70 x 0,71 m	54 ab	92 a	126 a	152 a	165 ab	174 a	180 a
0,55 x 0,91 m	58 a	96 a	130 a	156 a	168 ab	177 a	179 a
<i>Forma de aplicação regulador (R)</i>							
Controle	54 a	96 a	128 a	156 a	172 a	179 a	180 a
3 MAE	55 a	93 a	126 a	149 a	166 a	172 a	173 a
3+5 MAE	56 a	92 a	125 a	152 a	170 a	178 a	179 a
3+5+7 MAE	54 a	97 a	122 a	153 a	168 a	174 a	174 a
<i>Probabilidade de F</i>							
Arranjo (AP)	0,015	ns	ns	ns	0,019	ns	ns
Regulador (R)	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
AP x R	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

A menor altura das plantas no arranjo tradicional, aos 3 MAE, está relacionada diretamente com os arranjos de plantio utilizados, pois este foi o período em que a primeira aplicação de PBZ foi realizada, e por isso, na avaliação, as plantas de mandioca ainda não estavam sob ação do regulador de crescimento, e em função disso a análise estatística indicou a ausência de efeito desse fator sobre a altura de plantas. Em sistemas de cultivo com altas densidades populacionais, as plantas de

mandioca tendem a competir entre si por espaço, luz, umidade e nutrientes, apresentando dominância apical e priorizando o crescimento e desenvolvimento da parte aérea (AGUIAR, 2003). Assim, plantas com alturas mais elevadas são comuns em sistemas adensados, o que foi verificado com a altura das plantas de mandioca aos 3 MAE.

Aos 4, 5, 6, 8 e 12 MAE, a altura das plantas não foi afetada pelos arranjos de plantio (AP) ou pelas formas de aplicação do regulador de crescimento (R) (Tabela 2). Porém, na avaliação realizada aos 7 MAE o arranjo de plantio influenciou a altura das plantas de mandioca de mesa, sendo que, o arranjo tradicional apresentou plantas menores com 151 cm, em comparação com o arranjo adensado 1,00 x 0,50 m que apresentou altura superior à 185 cm. Esses resultados mostram que aos 7 MAE as plantas dos tratamentos com plantio adensado estavam maiores que as plantas do arranjo com plantio tradicional, mas no mês seguinte, 8 MAE, não se constatou efeito significativo dos arranjos de plantio sobre a altura das plantas.

Um fator importante a ser mencionado é que o padrão de desenvolvimento das plantas de mandioca IAC 576-70 foi crescente até aproximadamente aos 7 MAE, se estabilizando e diminuindo a taxa de crescimento aéreo após esse período. A altura máxima das plantas obtidas nesse experimento variou de 171 a 184 cm aos 12 MAE, altura bem menor que àquela observada por Zanetti (2016), que obteve plantas com altura de até 232 cm, e por Streck et al. (2014) que obtiveram plantas variando de 225 a 250 cm de altura.

O regulador de crescimento, por sua vez, não teve efeito sobre o crescimento das plantas de mandioca com a dose de PBZ utilizada (Tabela 2), o que pode estar associado com o tempo de ação e da forma de aplicação do produto. No algodoeiro, o parcelamento das doses de cloreto de mepiquat são mais eficientes em relação à uma única aplicação, no que diz respeito à redução da altura das plantas (WALLACE et al., 1993). No entanto, o período entre uma aplicação e outra não ultrapassa os 14 dias quando há a necessidade do parcelamento e observação do retorno do crescimento da planta (LAMAS, 2001). Isso demonstra que os efeitos do regulador de crescimento são temporários, e que em plantas de ciclo mais longo, como a mandioca, o efeito pode ser ainda menos expressivo. No presente trabalho, o intervalo entre uma aplicação e outra foi de 60 dias.

Diversos autores estudando o uso de reguladores de crescimento em culturas de ciclos mais longos, como a mamona, não chegaram a resultados esclarecedores a

respeito da diminuição da altura das plantas. Autores como Beltrão et al. (2010), utilizando cloreto de mepiquat em mamona observaram que a altura das plantas aumentou de forma linear conforme o aumento das doses do produto.

Além disso, alguns autores relatam que o regulador de crescimento PBZ possui melhor ação quando aplicado via solo do que quando aplicado via foliar (MOUCO; ALBUQUERQUE, 2005), o que também explicaria a falta de efeito do produto sobre o crescimento da mandioca. Apesar disso, Medina et al. (2012), utilizando a mandioca cv. Rocha cultivada no arranjo tradicional (1,00 x 1,00 m), verificaram diminuição da altura de plantas quando o PBZ foi aplicado, via foliar, nas doses de 45 e 90 mg de ingrediente ativo (i.a.) por planta, o que corresponde à 450 e 900 g i.a. ha⁻¹, respectivamente. O experimento estudado apresentou doses cumulativas de PBZ nas formas de aplicação testadas, e houve um limite de 300 g i.a. ha⁻¹ quando o regulador de crescimento foi aplicado três vezes (3+5+7 MAE), o que indica a possibilidade da dose utilizada ter sido baixa, e por isso a falta de efeito das formas de aplicação do regulador.

O número de folhas por planta aos 3, 4, 6 e 7 MAE não foi influenciado pelos fatores analisados, com número de folhas semelhantes para todos os tratamentos em todos os meses verificados (Tabela 3).

Tabela 3 – Número de folhas por planta da mandioca de mesa IAC 576-70 aos 3, 4, 5, 6, 7 e 8 e 12 meses após a emergência (MAE) em função do arranjo de plantio e modos de aplicação de regulador de crescimento (PBZ)

Tratamentos	3 MAE	4 MAE	5 MAE	6 MAE	7 MAE	8 MAE
	----- Folhas pl ⁻¹ -----					
<i>Arranjo de plantio (AP)</i>						
1,00 x 1,00 m (tradicional)	26 a	33 a	87 a	165 a	198 a	236 a
1,00 x 0,50 m	28 a	39 a	83 a	185 a	210 a	233 a
0,85 x 0,59 m	27 a	36 a	81 a	165 a	207 a	235 a
0,70 x 0,71 m	26 a	34 a	88 a	168 a	213 a	225 a
0,55 x 0,91 m	29 a	38 a	99 a	170 a	191 a	229 a
<i>Formas de aplicação regulador (R)</i>						
Controle	26 a	35 a	81 b	176 a	212 a	247 a
3 MAE	27 a	35 a	89 ab	158 a	190 a	240 ab
3+5 MAE	28 a	37 a	89 ab	170 a	197 a	219 b
3+5+7 MAE	28 a	37 a	93 a	178 a	216 a	220 b
<i>Probabilidade de F</i>						
Arranjo (AP)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Regulador (R)	ns	ns	0,0164	ns	ns	0,0046
AP x R	ns	ns	0,0020	ns	ns	0,0031

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

Streck et al. (2014) também não encontraram variação na quantidade total de folhas por planta quando utilizando sistemas adensados de plantio em mandioca, com média de 110 folhas por planta. Apesar disso, a literatura frequentemente relata que em sistemas adensados, as plantas de mandioca tendem a produzir mais folhas, aumentando o índice de área foliar (COCK et al., 1977; ENYI, 1973), fato que não foi observado no presente estudo.

Aos 12 MAE, momento em que houve a colheita, as plantas não apresentavam folhas devido à senescência foliar característica da planta de mandioca na fase de repouso fisiológico. Esse período pode ser induzido por condições climáticas severas, tais como baixas temperaturas e déficit hídrico prolongado, paralisando o crescimento da planta, mas com contínua translocação de amido para as raízes, e a partição de MS para as raízes atinge o valor máximo (ALVES, 2006), se caracterizando então como o melhor momento para a colheita.

Aos 5 e 8 MAE, as formas de aplicação do regulador causaram efeito sobre a quantidade de folhas por planta, e houve interação significativa entre os tratamentos (Tabela 3). O número de folhas por planta aos 5 MAE não apresentou efeito do arranjo de plantio quando não houve a aplicação de regulador, ou quando o regulador de crescimento foi aplicado apenas uma única vez (3 MAE) ou em três formas durante o ciclo da cultura (3+5+7 MAE) (Tabela 4). No entanto, quando se realizou duas aplicações sequenciais de PBZ (3+5 MAE), o número de folhas por planta nos arranjos tradicional e 0,55 x 0,91 m não diferiu e foi maior que nos demais arranjos de plantio, porém com o arranjo 0,55 x 0,91 m também não se diferenciando estatisticamente dos demais.

Aos 5 MAE, as formas de aplicação do regulador de crescimento não apresentaram efeito significativo sobre o número de folhas por planta nos arranjos de 1,00 x 0,50 m e de 0,85 x 0,59 m (Tabela 4). No arranjo tradicional, a aplicação de regulador aos 3 MAE aumentou o número de folhas por planta em relação ao tratamento controle, enquanto que no arranjo de plantio de 0,55 x 0,91 m o aumento no número de folhas por planta foi observado apenas quando a aplicação de PBZ foi realizada em 2 vezes (3+5 MAE). Nos demais arranjos de plantio as formas de aplicação de PBZ não diminuíram ou aumentaram significativamente o número de folhas por planta em comparação ao tratamento sem a aplicação de regulador.

Tabela 4 – Desdobramento para o número de folhas em plantas de mandioca de mesa IAC 576-70 aos 5 e 8 meses após a emergência (MAE) em função do arranjo de plantio e modos de aplicação de regulador de crescimento (PBZ)

Arranjos de plantio (AP)	Formas de aplicação do regulador (R)			
	Controle	3 MAE	3+5 MAE	3+5+7 MAE
			5 MAE	
1,00 x 1,00 m (tradicional)	71 aB	96 aA	91 abAB	89 aAB
1,00 x 0,50 m	81 aA	87 aA	80 bA	86 aA
0,85 x 0,59 m	75 aA	75 aA	82 bA	95 aA
0,70 x 0,71 m	88 aAB	102 aA	74 bB	89 aAB
0,55 x 0,91 m	89 aB	87 aB	120 aA	105 aAB
			8 MAE	
1,00 x 1,00 m	286 aA	244 aAB	205 aB	211 abB
1,00 x 0,50 m	254 abA	229 aA	210 aA	237 abA
0,85 x 0,59 m	249 abA	216 aA	221 aA	254 aA
0,70 x 0,71 m	214 bAB	263 aA	216 aAB	207 abB
0,55 x 0,91 m	231 abAB	250 aA	244 aAB	192 bB

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

Aos 8 MAE, os arranjos de plantio não apresentaram variação no número de folhas por planta quando houve aplicação de regulador aos 3 e 3+5 MAE (Tabela 4). No tratamento controle, o arranjo de plantio 0,70 x 0,71 m apresentou número de folhas por planta inferior ao arranjo de plantio tradicional, mas não diferiu significativamente dos demais arranjos de plantio. Quando houve aplicação do regulador de crescimento em 3 formas (3+5+7 MAE), o número de folhas por planta no arranjo 0,55 x 0,91 m foi menor que no arranjo 0,85 x 0,59 m, mas não diferiu dos demais arranjos de plantio.

A literatura descreve que o aumento da densidade populacional influencia diretamente na quantidade de folhas por planta, sendo que esta quantidade aumenta com o aumento da densidade (AGUIAR, 2003; COCK et al., 1977; ENYI, 1973). Apesar disso, o arranjo tradicional (sem adensamento) não se diferenciou dos arranjos adensados, demonstrando que o adensamento, isoladamente, pode não ser o responsável por essa característica em mandioca. Aos 8 MAE, os tratamentos demonstram que não há um padrão característico para o número de folhas em função do arranjo de plantio utilizado (Tabela 4).

Quando levado em consideração a forma de aplicação do regulador aos 8 MAE, esses não apresentaram efeito nos espaçamentos adensados 1,00 x 0,50 m e 0,85 x 0,59 m (Tabela 4). No espaçamento tradicional, o número de folhas foi reduzido com as formas de aplicação do regulador, no entanto, não houve diferença significativa entre os tratamentos controle, 3 e 3+5+7 MAE. Os arranjos de plantio 0,70 x 0,71 m e 0,55 x 0,91 m apresentaram padrão semelhante, com menor quantidade de folhas

quando houve aplicação de regulador aos 3+5+7 MAE, e maior número de folhas no tratamento 3 MAE, não se diferenciando entre si em ambos arranjos adensados.

Beltrão et al. (2010) verificaram efeito quadrático no número de folhas por planta de mamona, com aumento das doses até 150 g L⁻¹ do produto comercial de PBZ, e queda do número dessas estruturas com doses superiores a ela. Assim, o mesmo padrão foi observado para a mandioca aos 5 MAE, com aumento do número de folhas na maioria dos arranjos quando houve a aplicação do regulador. Já aos 8 MAE o efeito do regulador foi menos expressivo na quantidade de folhas, com menores números quando aplicado regulador aos 3+5 e 3+5+7 MAE em relação ao controle. Aos 8 MAE a quantidade de aplicações pode ter sido um fator que explicaria esse resultado. Beltrão et al. (2010) afirmam que doses muito elevadas diminuem o número de folhas, e aos 8 MAE, os tratamentos já haviam recebido todas as aplicações de PBZ durante o ciclo da cultura.

4.1.2 População final de plantas e porcentagem de sobrevivência

A população final de plantas foi influenciada apenas pelos arranjos de plantio (Tabela 5). As maiores populações foram observadas para aos arranjos de plantio adensados, os quais não diferiram significativamente e apresentaram uma população final média de 18.005 plantas ha⁻¹, enquanto no espaçamento tradicional a população final de plantas foi de 9.240 plantas por hectare. Esses valores estão bem próximos das populações esperadas para cada arranjo, isto é, no arranjo tradicional a população máxima seria de 10 mil plantas por hectare, enquanto que os arranjos adensados apresentavam o dobro da população de plantas com o máximo de 20 mil plantas ha⁻¹. Em ambas populações se verificou uma redução na população de plantas durante o ciclo de desenvolvimento da cultura.

A porcentagem de sobrevivência de plantas também apresentou influência significativa apenas dos arranjos de plantio (Tabela 5). Houve diferença significativa na porcentagem de sobrevivência de plantas apenas, em que o menor valor foi verificado no arranjo 1,00 x 0,50 m e o maior no arranjo 0,55 x 0,91 m. No plantio adensado a competição das plantas pelos recursos naturais como água e nutrientes aumenta, mas estes resultados indicam que plantios mais adensados não causam necessariamente maior mortalidade de plantas na cultura da mandioca, uma vez que a porcentagem de sobrevivência de plantas nos arranjos com 20 mil plantas por ha

não diferiu do arranjo tradicional com metade da população de plantas. Além disso, a alta taxa de sobrevivência observada está ligada à adaptação da cultura na região, demonstrando que no Estado de São Paulo, a cultivar de mandioca de mesa IAC 576-70 já está bastante adaptada (SOUSA et al., 2017)

Tabela 5 – População final de plantas e porcentagem de sobrevivência de plantas, e número total e comercial de raízes tuberosas por planta em mandioca de mesa IAC 576-70 em função do arranjo de plantio e modos de aplicação de regulador de crescimento (PBZ)

Tratamentos	População Final pl ha ⁻¹	Sobrevivência %
<i>Arranjo de Plantio (AP)</i>		
1,00 x 1,00 m (tradicional)	9.240 b	92,4 ab
1,00 x 0,50 m	17.160 a	85,8 b
0,85 x 0,59 m	17.520 a	87,6 ab
0,70 x ,071 m	18,240 a	91,2 ab
0,55 x 0,91 m	19.100 a	95,5 a
<i>Forma de aplicação regulador (R)</i>		
Controle	16.248 a	92,2 a
3 MAE	15.650 a	89,0 a
3+5 MAE	16.352 a	92,9 a
3+5+7 MAE	15.498 a	87,8 a
<i>Probabilidade de F</i>		
Arranjo (AP)	<0,0001	0,0311
Regulador (R)	ns	ns
AP x R	ns	ns

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

4.1.3 Número total e comercial de raízes tuberosas por planta, comprimento, diâmetro e peso médio das raízes tuberosas, produtividade total e comercial

O número total de raízes tuberosas por planta não foi afetada pelos fatores estudados e foi em média de 6,7 raízes por planta (Tabela 6). Com essa mesma cultivar Aguiar (2003) obteve cerca de 8,5 e 6,3 raízes por planta quando trabalhou com populações de 10.000 e 20.000 plantas por hectare, respectivamente. Figueiredo (2012) obteve média de 9,5 raízes tuberosas por planta trabalhando com a população tradicional de 10.000 plantas por hectare, enquanto Gazola (2017) encontrou 9,6 e 8,6 raízes por planta no primeiro e segundo ano de plantio, com uma população de 14.000 plantas ha⁻¹.

O número de raízes comerciais por planta, por sua vez, apresentou efeito dos fatores isolados (Tabela 6). Não houve diferença estatística entre o número de raízes

comerciais por planta nos arranjos de plantio adensados. Porém, o arranjo de plantio tradicional apresentou número de raízes comerciais por planta superior apenas aos arranjos adensados 1,00 x 0,50 m e 0,85 x 0,59 m.

Tabela 6 – Número total (NTR) e comercial (NRC) de raízes por planta, comprimento, diâmetro e peso médios das raízes tuberosas, produtividade total (Produt.) e comercial (PC) de raízes de mandioca de mesa IAC 576-70 em função do arranjo de plantio e modos de aplicação de regulador de crescimento (PBZ)

Tratamentos	NTR nº pl ⁻¹	NRC nº pl ⁻¹	Comprimento cm	Diâmetro mm	Peso g raiz ⁻¹	Produt. -----kg ha ⁻¹ -----	PC
<i>Arranjo de Plantio (AP)</i>							
1,00 x 1,00 m	7,3 a	3,8 a	22,5 a	42,02 a	282 a	19.167 b	15.124 b
1,00 x 0,50 m	6,6 a	3,1 b	21,6 a	40,65 a	299 a	32.264 a	25.453 a
0,85 x 0,59 m	6,3 a	3,0 b	21,6 a	41,31 a	283 a	32.702 a	25.482 a
0,70 x ,071 m	6,9 a	3,3 ab	21,9 a	41,59 a	267 a	31.681 a	24.268 a
0,55 x 0,91 m	6,3 a	3,3 ab	22,7 a	41,96 a	298 a	36.018 a	27.734 a
<i>Forma de aplicação regulador (R)</i>							
Controle	6,6 a	3,5 a	21,8 a	42,00 a	289 a	30.874 a	24.440 a
3 MAE	6,7 a	3,2 ab	21,3 a	39,95 a	275 a	29.030 a	22.110 a
3+5 MAE	6,6 a	3,1 b	22,9 a	42,96 a	294 a	30.760 a	23.821 a
3+5+7 MAE	6,8 a	3,3 ab	22,2 a	41,10 a	285 a	30.803 a	24.076 a
<i>Probabilidade de F</i>							
Arranjo (AP)	ns	0,0183	ns	ns	ns	<0,0001	<0,0001
Regulador (R)	ns	0,0181	ns	ns	ns	ns	ns
AP x R	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

A redução no número de raízes comerciais por planta nesses arranjos adensados está relacionado com a competição por luminosidade, uma vez que densidades populacionais maiores reduzem a disponibilidade de luz devido ao aumento do sombreamento causado pelas plantas vizinhas. O sombreamento foliar reduz a atividade fotossintética das plantas, mas mantém o consumo de carboidratos pela respiração, o que proporciona menor saldo de assimilados gerados pela fotossíntese líquida, logo, temos a obtenção de menos raízes comerciais por planta (AGUIAR, 2011). De maneira geral, a baixa radiação solar limitada pelo sombreamento diminui a produção fotossintética da planta de mandioca. Essa limitação atrasa o processo de tuberização em aproximadamente 3 semanas, reduzindo o número de raízes por planta em até 80%, em casos de alto sombreamento (RAMANUJAM, 1985; OKOLI; WILSON, 1986)

Outro fator a ser levado em consideração é a competição por água e nutrientes. Plantas cultivadas em sistemas adensados tem o volume de água e nutrientes destinado ao desenvolvimento e exploração radicular reduzida, uma vez que apresenta mais plantas por unidade de área, refletindo no enchimento das raízes tuberosas e diminuindo o número de raízes comerciais (AGUIAR, 2003).

A aplicação de regulador de crescimento diminuiu o número de raízes comerciais por planta, somente quando o regulador foi aplicado duas vezes, ou seja, aos 3 e 5 MAE. Porém, quando realizou-se a aplicação de PBZ em uma única vez aos 3 MAE ou 3 vezes (3+5+7 MAE) durante o ciclo de desenvolvimento da cultura, o número de raízes comerciais por planta não diferiu do tratamento controle sem a presença do regulador. Esse resultado está inverso ao obtido por Panyapruek et al. (2016), que obtiveram maior número de raízes com as maiores aplicações de PBZ. Os autores atribuem isso, ao fato de que a aplicação de reguladores de crescimento do grupo dos triazóis aumentam a atividade da enzima invertase, envolvendo nesse processo a auxina e a cinetina (GOMATHINAYAM et al., 2007). A cinetina, por sua vez, atua principalmente na iniciação da tuberização, com as auxinas intensificando o crescimento da raiz tuberosa, resultando na produção de raízes mais grossas (ROMANOV et al., 2000; TEKALIGN; HAMMES, 2005). No entanto, no nosso estudo a aplicação de PBZ não aumentou o número de raízes.

A diminuição no número de raízes comerciais por planta com a aplicação de PBZ e cloreto de clorocolina (CCC), ambos triazóis, também foi observado por Medina et al. (2012), que obtiveram uma redução de aproximadamente 36% no número de raízes quando comparado aos tratamentos que não receberam reguladores de crescimento. No presente estudo a redução máxima no número de raízes comerciais foi de 11% quando se aplicou o PBZ aos 3 e 5 MAE.

As variáveis comprimento, diâmetro e peso médio das raízes tuberosas não foram afetadas significativamente pelos fatores estudados e foram em média de 22,1 cm, 41,5 mm e 286 g, respectivamente (Tabela 6). A literatura relata que em sistemas menos adensados, as raízes tuberosas possuem mais espaço para se desenvolver, principalmente devido a menor competição entre as plantas por luz, água e nutrientes, proporcionando raízes maiores e mais desenvolvidas (AGUIAR, 2011).

Apesar disso, os arranjos de plantio utilizados, sejam eles adensados ou não, não alteraram o desenvolvimento (comprimento, diâmetro e peso) das raízes tuberosas da cultivar IAC 576-70. Streck et al. (2014), utilizando a cultivar de mandioca Fepagro

RS13, verificaram queda no peso médio das raízes tuberosas quando cultivadas em sistemas adensados, com raízes pesando cerca de 216 g, em comparação aos sistemas não adensados que obtiveram raízes de aproximadamente 400 g. Medina et al. (2012), em estudo com mandioca, verificaram que o PBZ não possui efeito em aumentar o diâmetro e nem o peso médio das raízes tuberosas. Assim, o presente trabalho confirma que em mandioca de mesa, o regulador utilizado não é eficiente em aumentar esses parâmetros.

A produtividade total e comercial de raízes foram influenciadas apenas pelo arranjo de plantio (Tabela 6). Nos arranjos adensados a produtividade total de raízes não diferiu e foi, em média, 73% maior do que no arranjo tradicional, em que a produtividade não ultrapassou os 19.167 kg ha⁻¹. A produtividade comercial de raízes tuberosas também foi menor no arranjo de plantio tradicional, que obteve uma produtividade comercial média de 15.124 kg ha⁻¹ de raízes. Nos arranjos adensados a produtividade de raízes comerciais não diferiu e foi em média de 25.734 kg ha⁻¹, ou seja, 70% maior do que no arranjo tradicional.

O efeito dos arranjos de plantio na produtividade total e comercial de raízes está relacionado com a população final de plantas por hectare em cada arranjo, uma vez que o número de raízes por planta e peso médio das raízes tuberosas não se diferenciaram entre os tratamentos (Tabela 6). Sendo assim, as maiores populações apresentadas pelos arranjos adensados, de fato, apresentariam produtividades mais elevadas quando comparadas ao sistema tradicional, que possuía apenas metade da população dos outros arranjos.

Em relação ao uso de regulador de crescimento na mandioca de mesa, verifica-se que a aplicação de regulador de crescimento não alterou a produtividade total e comercial de raízes tuberosas, independentemente da forma de aplicação e do arranjo de plantio adotado, além de não reduzir a altura das plantas. Medina et al. (2012) verificaram que a aplicação de PBZ na cultura da mandioca reduziu significativamente a altura das plantas, mas também diminuiu a produtividade de raízes. Contudo, esses autores utilizaram doses de PBZ da ordem de 450 e 900 g ha⁻¹ de PBZ, aplicadas de uma única vez aos 40 dias após o plantio e a mandioca foi plantada no espaçamento tradicional (1,0 x 1,0 m) e colhida com 7,3 meses de ciclo. Dessa forma, estes resultados indicam que a aplicação de regulador de crescimento ainda não é uma alternativa viável no cultivo da mandioca.

4.1.4 Acúmulo de matéria seca (MS) na parte aérea, cepas, raízes tuberosas, planta inteira e índice de colheita (IC)

O acúmulo de matéria seca na parte aérea (hastes) das plantas apresentou efeito de ambos fatores principais isolados e da interação AP x R (Tabela 7). Na ausência do regulador de crescimento os arranjos de plantio que mais acumularam MS na parte aérea foram 1,00 x 0,50 m e 0,85 x 0,59 m, seguido dos arranjos 0,70 x 0,71 m e 0,55 x 0,91 m, enquanto que o menor acúmulo de MS na parte aérea ocorreu no arranjo tradicional (Tabela 8). Porém, com o regulador de crescimento, independentemente da forma de aplicação, verificou-se que o menor acúmulo de MS na parte aérea das plantas ocorreu no arranjo tradicional, mas entre os arranjos adensados quando realizou-se mais de uma aplicação de PBZ (3+5 e 3+5+7 MAE) houve tendência de maior acúmulo de MS na parte aérea das plantas dos arranjos 1,00 x 0,50 m e 0,85 x 0,59 m, enquanto que no tratamento que recebeu apenas uma aplicação de PBZ aos 3 MAE não verificou-se diferença no acúmulo de MS na parte aérea das plantas dos arranjos adensados.

Tabela 7 – Acúmulo de matéria seca na parte aérea, cepas, raiz tuberosa e planta toda, e índice de colheita (IC) de plantas mandioca de mesa IAC 576-70 em função do arranjo de plantio e modos de aplicação de regulador de crescimento (PBZ)

Tratamentos	MS parte aérea	MS cepas	MS raiz tuberosa	MS planta toda	IC
-----kg ha ⁻¹ -----					
<i>Arranjo de Plantio (AP)</i>					
1,00 x 1,00 m (tradicional)	2.414 c	1.264 b	8.165 b	11.842 c	0,69 a
1,00 x 0,50 m	7.488 a	2.178 a	13.999 a	23.666 a	0,59 b
0,85 x 0,59 m	6.836 a	2.035 a	13.973 a	22.844 ab	0,63 ab
0,70 x 0,71 m	4.704 b	2.070 a	13.595 a	20.370 b	0,68 ab
0,55 x 0,91 m	4.926 b	2.177 a	15.555 a	22.721 ab	0,69 a
<i>Forma de aplicação regulador (R)</i>					
Controle	6.108 a	2.146 a	13.250 a	21.502 a	0,63 a
3 MAE	4.871 b	1.755 a	12.545 a	19.221 b	0,67 a
3+5 MAE	5.120 b	1.996 a	13.378 a	20.493 ab	0,66 a
3+5+7 MAE	4.994 b	1.886 a	13.058 a	19.939 ab	0,67 a
<i>Probabilidade de F</i>					
Arranjo (AP)	<0,0001	0,0009	<0,0001	<0,0001	0,0130
Regulador (R)	<0,0001	ns	ns	0,0226	ns
AP x R	0,0002	ns	ns	0,0482	ns

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

A aplicação de PBZ não interferiu no acúmulo de MS na parte aérea das plantas dos arranjos tradicional (1,00 x 1,00 m) e 0,55 x 0,91 m (Tabela 8). Nos arranjos 1,00

x 0,50 m e 0,85 x 0,59 m o acúmulo de MS na parte aérea das plantas foi menor quando houve apenas uma aplicação de PBZ aos 3 MAE, mas no arranjo 0,70 x 0,71 m todas as formas de aplicação de PBZ reduziram o acúmulo de MS na parte aérea das plantas em comparação ao tratamento controle, sem aplicação de PBZ.

O maior acúmulo de MS na parte aérea das plantas dos arranjos adensados está relacionado com a maior quantidade de plantas por unidade de área em comparação ao arranjo tradicional de cultivo. Quanto as formas de aplicação de PBZ, verificou-se a aplicação do regulador de crescimento diminuiu o acúmulo de MS na parte aérea das plantas da maioria dos arranjos adensados quando se aplicou o regulador de crescimento mais precocemente durante o ciclo da cultura, ou seja, aos 3 MAE. Medina et al. (2012), apesar de terem trabalhado com doses mais elevadas de PBZ na cultura da mandioca e terem realizado uma única aplicação durante o ciclo, obtiveram elevada redução do porte e na biomassa da parte aérea das plantas de mandioca com a aplicação de PBZ aos 40 DAP, ou seja, bem na fase inicial de desenvolvimento da cultura.

Panyapruek et al. (2016) aplicando PBZ em mandioca aos 3, 5 e 7 MAP (meses após o plantio), verificaram aumento na MS da parte aérea das plantas quando o regulador de crescimento foi aplicado aos 5 e 7 MAP, demonstrando que aplicações mais tardias não possuem efeito sobre a redução da MS da parte aérea das plantas. Os autores verificaram também que, conforme o aumento da dose testada, o PBZ tende a aumentar a MS da parte aérea das plantas em relação ao tratamento controle, devido ao aumento no diâmetro das hastes e aumento da espessura do limbo foliar, como também já foi observado por Gao et al. (1987) em folhas de trigo. No entanto, é importante mais uma vez dizer que as plantas não apresentavam folhas no momento da colheita, o que pode ter influenciado nos resultados.

O acúmulo de MS nas cepas e raízes tuberosas, por sua vez, apresentaram efeito apenas dos arranjos de plantio (Tabela 7). Nas cepas e nas raízes tuberosas o acúmulo de MS entre os arranjos adensados não diferiu e foi maior do que no arranjo tradicional. Em média, as cepas das plantas dos arranjos adensados acumularam cerca de 2.115 kg ha⁻¹ de MS e as plantas do arranjo tradicional acumularam apenas 1.264 kg ha⁻¹ de MS, enquanto que nas raízes das plantas dos arranjos adensados o acúmulo médio de MS foi de 14.281 kg ha⁻¹ e no arranjo o tradicional o acúmulo máximo de MS nas raízes foi de 8.165 kg ha⁻¹. O acúmulo de matéria seca nas cepas e raízes tuberosas de mandioca, em função do arranjo de plantio também está

relacionado com a alta população final de plantas nos arranjos adensados. Quanto maior a população final de plantas, a tendência é que o acúmulo de MS nas cepas e raízes tuberosas sejam maiores por unidade de área. O acúmulo de MS na raiz tuberosa também é um reflexo da produtividade total obtida (Tabela 6), quando os arranjos adensados produziram cerca de 73% a mais que o arranjo tradicional.

O acúmulo de matéria seca na planta inteira foi afetado por ambos fatores principais e pela interação AP x R (Tabela 7). O arranjo tradicional acumulou menor MS total por hectare quando comparado com os arranjos adensados (Tabela 8). No tratamento controle, os maiores acúmulos foram para os arranjos 0,85 x 0,59 m, 1,00 x 0,50 m e 0,55 x 0,91 m, que não se diferenciaram, enquanto que o menor acúmulo MS na planta toda foi obtido pelo arranjo tradicional, que acumulou 54% menos MS na planta toda. Quando houve a aplicação de regulador apenas aos 3 MAE, os arranjos adensados não se diferenciaram entre si em relação ao acúmulo de matéria seca na planta toda por hectare, se destacando sobre o valor obtido pelo arranjo tradicional. Quando o PBZ foi aplicado em duas e três aplicações, ou seja, aos 3+5 e 3+5+7 MAE, os maiores acúmulos de MS na planta toda foram para os arranjos 1,00 x 0,50 m, 0,55 x 0,91 m e 0,85 x 0,59 m, nessa mesma sequência para os dois arranjos.

Tabela 8 – Desdobramento para o acúmulo de matéria seca na parte aérea e na planta toda em mandioca de mesa IAC 576-70 em função do arranjo de plantio e modos de aplicação de regulador de crescimento (PBZ)

Arranjos de Plantio (AP)	Formas de aplicação do regulador (R)			
	Controle	3 MAE	3+5 MAE	3+5+7 MAE
	MS parte aérea (kg ha ⁻¹)			
1,00 x 1,00 m (tradicional)	2.599 cA	2.576 bA	2.553 bA	1.927 dA
1,00 x 0,50 m	8.468 aA	6.157 aB	7.887 aA	7.439 aAB
0,85 x 0,59 m	8.711 aA	5.179 aC	7.147 aB	6.307 abBC
0,70 x 0,71 m	5.715 bA	5.290 aB	3.829 bB	3.980 cB
0,55 x 0,91 m	5.049 bA	5.154 aA	4.183 bA	5.320 bcA
	MS planta toda (kg ha ⁻¹)			
1,00 x 1,00 m	13.318 cA	11.990 bA	12.266 cA	9.796 cA
1,00 x 0,50 m	23.945 abAB	21.087 aB	25.512 aA	24.119 aAB
0,85 x 0,59 m	26.881 aA	20.150 aB	21.962 abB	22.384 abB
0,70 x 0,71 m	20.512 bA	21.014 aA	20.515 bA	19.438 bA
0,55 x 0,91 m	22.854 abA	21.864 aA	22.210 abA	23.957 abA

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

As formas de aplicação do regulador não se diferiram dentro dos arranjos 1,00 x 1,00 m (tradicional), 0,70 x 0,71 m e 0,55 x 0,91 m, indicando que não houve aumento

e nem diminuição no acúmulo de MS na planta toda por hectare. No arranjo 1,00 x 0,50 m, o menor acúmulo de MS na planta toda por hectare foi para o tratamento que recebeu regulador de crescimento em apenas uma aplicação, ou seja, aos 3 MAE, acumulando 14% a menos em relação aos tratamentos que não receberam aplicação de regulador ou que receberam duas ou três aplicações de PBZ. No arranjo 0,85 x 0,59 m, todas as formas de aplicação de regulador diminuíram a MS da planta toda, acumulando cerca de 17% menos MS na planta toda quando comparada ao tratamento controle. Pode se dizer que os resultados de acúmulo de matéria seca na planta inteira é reflexo do que foi observado no acúmulo da parte área, com maiores valores em arranjos adensados e talvez com influência da queda das folhas dias antes à colheita do experimento.

O índice de colheita (IC), por sua vez, apresentou variação apenas dentro dos arranjos de plantio (Tabela 7). No caso do IC, os maiores índices foram observados para os arranjos tradicional e 0,55 x 0,91 m, que não se diferenciaram dos arranjos 0,70 x 0,71 m e 0,85 x 0,59 m. O IC mais baixo foi observado para o arranjo de 1,00 x 0,50 m, sendo de apenas 0,59, mas dentro do que é descrito na literatura para a cultivar de mandioca de mesa IAC 576-70. Deivid et al. (2009), utilizando mesma cultivar em cultivo consorciado com milho e feijão caupi, com o aumento da competição entre plantas vizinhas, obtiveram índices de colheita acima de 0,51. Figueiredo (2014) obteve, para a mesma cultivar, IC de aproximadamente 0,60 quando a colheita foi realizada aos 360 DAP.

O índice de colheita, nada mais é, do que a relação da produção de fitomassa da parte econômica em função da fitomassa total produzida pela planta no momento da colheita (SILVA et al., 2011). Assim, esse índice reflete a eficiência das culturas em acumular os produtos da fotossíntese em órgão de valor econômico, podendo variar em função tanto da massa da parte aérea como em função da produção de raízes tuberosas em mandioca (CONCEIÇÃO, 1981). Assim, os altos índices de colheita apresentados podem ser um efeito da queda das folhas no momento da colheita, reduzindo a biomassa total da planta em função do que foi produzido de raízes tuberosas.

Os reguladores não afetaram o IC nos tratamentos apresentados (Tabela 7). Apesar disso, Medina et al. (2014) observaram aumento no índice de colheita quando utilizando CCC e PBZ, com ICs de aproximadamente 0,73 e 0,71, respectivamente,

em mandioca. Panyapruet et al. (2016) também observaram aumento do IC quando utilizando o regulador PBZ em mandioca, com médias acima de 0,70.

4.2 Avaliações de qualidade das raízes tuberosas

4.2.1 Teor de umidade, potencial hidrogeniônico (pH) e tempo de cocção das raízes tuberosas

O teor de umidade e o potencial hidrogeniônico (pH) da polpa crua das raízes tuberosas não foram influenciados pelos fatores estudados (Tabela 9). O teor de umidade foi superior a 56% em todos os arranjos de plantio e em todas as formas de aplicação de regulador, enquanto que o pH se manteve estável próximo à neutralidade, entre 7,08 e 7,13, em todos os arranjos de plantio e formas de aplicação de regulador.

Tabela 9 – Teor de umidade, potencial hidrogeniônico (pH) e tempo de cocção de raízes frescas de mandioca de mesa IAC 576-70 em função do arranjo de plantio e modos de aplicação de regulador de crescimento (PBZ)

Tratamentos	Teor de umidade %	pH	Tempo de cocção minutos
<i>Arranjo de Plantio (AP)</i>			
1,00 x 1,00 m (tradicional)	57,6 a	7,12 a	34 a
1,00 x 0,50 m	56,9 a	7,09 a	37 a
0,85 x 0,59 m	57,3 a	7,08 a	35 a
0,70 x ,071 m	57,1 a	7,13 a	34 a
0,55 x 0,91 m	56,9 a	7,10 a	36 a
<i>Forma de aplicação regulador (R)</i>			
Controle	57,1 a	7,21 a	38 a
3 MAE	56,8 a	7,10 a	33 b
3+5 MAE	56,8 a	7,08 a	33 b
3+5+7 MAE	57,8 a	7,10 a	37 ab
<i>Probabilidade de F</i>			
Arranjo (AP)	ns	ns	ns
Regulador (R)	ns	ns	0,0028
AP x R	ns	ns	ns

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

Oliveira e Moraes (2009) avaliando as características físico-químicas da mandioca de mesa IAC 576-70 em diferentes épocas de colheita, verificou que aos 12 meses, o teor de umidade das raízes tuberosas ficou em torno de 62%, com pH aproximado de

7,00. Feniman (2004) também encontrou teor de umidade aproximado, com 67% quando as raízes tuberosas foram colhidas aos 12 MAP, e 65% quando colhidas aos 15 MAP. Esses valores estão bem próximos aos descritos no presente trabalho, demonstrando que esses parâmetros podem ser característicos da cultivar, uma vez que o teor de umidade e pH da polpa crua não foram alterados pelos arranjos e nem pelas formas de aplicação do regulador.

Oliveira e Moraes (2009) explicam também que, além da cultivar, esses parâmetros podem estar relacionados com a idade de colheita das raízes tuberosas, sendo que o teor de umidade tende a decrescer e o pH a aumentar conforme a idade da planta, se estabilizando em torno dos 9 meses até os 12 meses, quando normalmente é realizada a colheita das cultivares de mesa, o que justificaria os valores obtidos.

Em contraste, o tempo de cocção das raízes tuberosas foi afetado pelas formas de aplicação do regulador de forma isolada (Tabela 9). Assim, verificou-se que a aplicação de PBZ em apenas uma aplicação ou em duas, ou seja aos 3 e 3+5 MAE, reduzem o tempo total de cozimento das raízes para 33 minutos, enquanto que as raízes tuberosas das plantas de mandioca manejadas sem regulador e com aplicação de regulador em três vezes (3+5+7 MAE) o tempo médio aproximado de cozimento foi de 38 e 37 minutos, respectivamente.

Quanto ao tempo de cocção, Oliveira e Moraes (2009) obtiveram 22 minutos, enquanto que, Feniman (2004) atingiu 16 minutos de cozimento para as raízes colhidas aos 12 MAP e 21 minutos para aquelas colhidas aos 15 MAP. No presente trabalho, todas as amostras atingiram o ponto de cocção após os 30 minutos, não se diferenciando entre os arranjos testados, mas apresentando diminuição no tempo, quando houve aplicação de regulador.

De acordo com Lorenzi (1994), o tempo ideal de cozimento não pode ultrapassar 30 minutos. Raízes com tempo de cocção superior a 30 minutos teriam características culinárias inferiores. O autor afirma que o tempo de cozimento da mandioca, no entanto, pode variar dentro das cultivares, em função do tipo de solo, e da idade da planta, sendo os melhores períodos de colheita das raízes dos 7 aos 12 meses de idade. Vilpoux e Cereda (2003) afirmam que o melhor tempo de cozimento é obtido quando a mandioca entra em período de repouso fisiológico, no entanto, isso não foi observado, uma vez que as médias foram superiores à 30 minutos e as raízes foram colhidas aos 12 MAE, durante o período de repouso fisiológico.

Favaro (2003) sugere que a variação do cozimento está relacionada com a menor presença de cátions bivalentes, como cálcio e magnésio, e maior teor de potássio, influenciado as ligações entre os polissacarídeos pécnicos na lamela média, resultando em menor adesão celular diminuindo o tempo de cozimento das raízes. No entanto, não são encontrados na literatura, relatos em que a aplicação de PBZ reduza o teor de Ca e Mg e eleve o teor de K em mandioca ou outra cultura tuberosa.

4.2.2 Teores de açúcar redutor, solúveis totais, amido, carboidratos, proteína, fibras e cinzas

O teor de açúcares redutores (AR) na polpa foi influenciado por ambos fatores isolados e pela interação AP x R (Tabela 10). Os menores teores de AR foram obtidos para os arranjos 1,00 x 1,00 m (tradicional) e 0,85 x 0,59 m quando não houve a aplicação de regulador de crescimento ou quando o PBZ foi aplicado em uma (3 MAE) ou duas vezes (3+5 MAE), se diferenciando dos demais arranjos (Tabela 11). O teor de AR não se diferiu entre os arranjos quando houve a aplicação do regulador em três vezes (3+5+7 MAE). Quando considerado cada arranjo de plantio, o teor de AR não foi afetado pelas formas de aplicação do regulador de crescimento em todos os arranjos adensados. No arranjo 1,00 x 1,00 m (tradicional), por sua vez, três aplicações de PBZ aos 3+5+7 MAE, aumentaram o teor de AR das raízes tuberosas em aproximadamente 29% em relação às demais formas de aplicação de regulador de crescimento.

De maneira geral, o teor de AR foi reduzido nos arranjos 1,00 x 1,00 m (tradicional) e 0,85x 0,58 m, com tendência à aumento no arranjo tradicional quando há aplicação do regulador em três vezes. Feniman (2004) encontrou teores de açúcares redutores de aproximadamente 1,65%, enquanto que Oliveira e Moraes (2009) e Silva et al. (2012) obtiveram teores de 0,20% e 2,07%, respectivamente. Os teores encontrados no presente trabalho estão dentro dessa faixa. Os autores afirmam que há redução com o tempo de colheita das raízes, o que justificaria os valores encontrados.

O teor de açúcares solúveis totais (AT) foi afetado apenas pelas formas de aplicação do regulador de crescimento (Tabela 10). O regulador de crescimento quando aplicado uma (3 MAE) ou duas vezes (3+5 MAE) durante o ciclo da cultura não se diferiram e elevaram o teor de AT em aproximadamente 17% em relação ao controle, e não se diferiram também de quando houve três aplicações de PBZ.

Tabela 10 – Teores de açúcar redutor (AR), açúcar total (AT), amido, carboidratos totais, proteína bruta (PB), fibra bruta (FB) e cinzas em raízes tuberosas de mandioca de mesa IAC 576-70 em função do arranjo de plantio e modos de aplicação de regulador de crescimento (PBZ). Teores em base de matéria fresca

Tratamentos	AR	AT	Amido	Carb. totais	PB	FB	Cinzas
----- % em base fresca -----							
<i>Arranjo de Plantio (AP)</i>							
1,00 x 1,00 m	0,70 cd	3,23 a	36,76 a	40,70 a	1,00 b	1,03 a	0,87 a
1,00 x 0,50 m	0,79 bc	3,11 a	34,95 ab	38,85 ab	1,32 ab	1,00 a	0,64 b
0,85 x 0,59 m	0,68 d	3,68 a	32,68 bc	37,04 b	1,32 ab	1,02 a	0,71 b
0,70 x ,071 m	0,94 a	3,80 a	29,17 c	33,91 b	1,33 a	0,97 a	0,71 b
0,55 x 0,91 m	0,83 b	3,23 a	30,55 c	34,62 b	1,09 ab	0,97 a	0,74 a
<i>Forma de aplicação regulador (R)</i>							
Controle	0,74 b	2,87 b	33,01 a	36,63 a	1,23 a	0,88 b	0,77 a
3 MAE	0,77 ab	3,54 a	32,81 a	37,12 a	1,08 a	1,01 a	0,76 a
3+5 MAE	0,80 ab	3,86 a	32,87 a	37,54 a	1,27 a	1,04 a	0,74 a
3+5+7 MAE	0,85 a	3,37 ab	32,59 a	36,80 a	1,27 a	1,07 a	0,75 a
<i>Probabilidade de F</i>							
Arranjo (AP)	<0,0001	ns	0,0002	0,0073	0,0186	ns	<0,0001
Regulador (R)	0,0411	<0,0001	ns	ns	ns	0,0039	ns
AP x R	0,0405	ns	ns	ns	<0,0001	ns	ns

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

Gomathinayagam et al. (2007) estudando o efeito de dois triazóis no teor de açúcares solúveis totais em mandioca, verificaram que a aplicação de TDM (Triadimefon) e HEX (Hexaconazole) aumentou o teor de AT em folhas e raízes tuberosas de mandioca em mais de 100% quando comparado aos tratamentos sem regulador. No presente trabalho, a aplicação de PBZ, também pertencente ao grupo dos triazóis, aumentou em pelo menos 17% o teor de AT em relação ao tratamento controle. Os autores atribuem esse aumento ao fato de que a aplicação dos triazóis inibe a síntese de giberelina aumentando, ao mesmo tempo, a de citocinina, que por sua vez, estaria relacionada com o aumento do teor de AT em mandioca. O teor de AT variou de 2,87 a 3,37% dentro das formas de aplicação de regulador, valores estes que estão abaixo do descrito por Silva et al. (2012), com teores de até 7,64%.

Os teores de amido e carboidratos totais foram afetados apenas pelos arranjos de plantio, sendo que os arranjos 1,00 x 1,00 m (tradicional) e 1,00 x 0,50 m não diferiram entre si e apresentaram teores de amido e carboidratos totais, pelo menos 7% superior aos demais arranjos (Tabela 10).

O maior teor de amido e carboidratos totais na polpa das raízes tuberosas das plantas cultivadas em arranjo tradicional pode ser explicado pela competição entre os

drenos da planta de mandioca (HUNT et al., 1977). Ao contrário de tuberosas como a batata, que armazena a maior parte dos carboidratos nos tubérculos, na mandioca, as hastes também funcionam como drenos, armazenando carboidratos. Em sistemas adensados, a competição entre as hastes e as raízes tuberosas pelos fotoassimilados aumentam, no entanto, as hastes formam os drenos mais fortes, fazendo com que grande parte dos açúcares deixe de ser acumulada nas raízes e fiquem nas hastes, dando às plantas a característica de estiolamento em sistemas adensados (AGUIAR, 2003). Em sistemas tradicionais, a competição entre as hastes e as raízes tuberosas é menor devido ao maior espaço para desenvolvimento, fazendo com que as raízes tuberosas armazenem mais amidos e carboidratos em arranjos tradicionais (WILLIAMS, 1972; ENYI, 1972).

Oliveira e Moraes (2009), avaliando épocas de colheita, encontraram teores de amido em base fresca de aproximadamente 32%, quando a mandioca foi colhida aos 12 MAP. Feniman (2004), encontrou teores próximos a 31%, para a mesma cultivar. Valores estes próximos aos encontrados no presente estudo. Medina et al. (2012), Gomathinayagam et al. (2007) e Panyapruerk et al. (2016), afirmam que a aplicação de reguladores, como o PBZ, CCC e HEX induzem o aumento do teor de amido em raízes tuberosas de mandioca, no entanto, não foram observadas variações nesse parâmetro em função das formas de aplicação de PBZ avaliadas.

O teor de proteína bruta (PB) foi influenciado apenas pelos arranjos de plantio, e ocorreu interação entre AP x R (Tabela 10). O teor de PB dentro do tratamento controle foi maior para os arranjos adensados de 0,85 x 0,59 m e 0,70 x 0,71 m, com valores pelo menos 28% superiores aos demais arranjos, com menores valores obtidos pelos arranjos 1,00 x 1,00 m (tradicional) e 0,55x 0,91 m (Tabela 11). Quando houve apenas uma aplicação de regulador, ou seja, aos 3 MAE, o teor de PB menos expressivo foi para o arranjo tradicional, que apresentou teor 20% menor que os demais arranjos. Por outro lado, o teor de PB não se diferiu entre os arranjos quando houve duas aplicações de PBZ (3+5 MAE). Quando o regulador é aplicado por três vezes, os arranjos 1,00 x 1,00m (tradicional) e 1,00 x 0,50 m se destacam, com teores aproximadamente 11% superiores aos demais arranjos.

Esses resultados indicam que quando não há a aplicação de regulador, ou quando este é aplicado uma vez durante o ciclo da cultura, o teor de PB tende a diminuir no arranjo tradicional em relação aos outros arranjos, enquanto que o inverso é

observado quando o regulador é aplicado duas ou três vezes em relação aos demais arranjos.

Tabela 11 – Desdobramento para o teor de açúcar redutor (AR) e proteína bruta (PB) em raízes tuberosas de mandioca de mesa IAC 576-70 em função do arranjo de plantio e modos de aplicação de regulador de crescimento (PBZ)

Arranjos de Plantio (AP)	Formas de aplicação do regulador (R)			
	Controle	3 MAE	3+5 MAE	3+5+7 MAE
	AR (% em base fresca)			
1,00 x 1,00 m (tradicional)	0,61 bB	0,65 bB	0,64 bB	0,92 aA
1,00 x 0,50 m	0,88 aA	0,83 aA	0,80 aA	0,78 aA
0,85 x 0,59 m	0,58 bA	0,62 bA	0,66 bA	0,77 aA
0,70 x ,071 m	0,87 aA	0,95 aA	0,96 aA	0,98 aA
0,55 x 0,91 m	0,79 aA	0,82 aA	0,93 aA	0,78 aA
	PB (% em base fresca)			
1,00 x 1,00 m (tradicional)	0,65 cB	0,83 bAB	1,20 aAB	1,31 abA
1,00 x 0,50 m	1,21 bB	1,05 abB	1,26 aB	1,87 aA
0,85 x 0,59 m	1,90 aA	1,06 abB	1,39 aB	0,92 bB
0,70 x ,071 m	1,55 aA	1,08 abA	1,52 aA	1,18 bA
0,55 x 0,91 m	0,83 cB	1,49 aA	1,08 aAB	1,06 bAB

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

Considerando cada arranjo de forma isolada, todas as aplicações do regulador de crescimento tendem a aumentar o teor de PB no arranjo tradicional (Tabela 11). No arranjo 1,00 x 0,50 m três aplicações de PBZ elevam o teor o teor de PB, enquanto que no arranjo 0,85 x 0,59 m as aplicações do regulador de crescimento, seja ela realizada em uma ou duas vezes, diminuem o teor de PB nas raízes de mandioca. No arranjo 0,70 x 0,71 m, as formas de aplicação de regulador não influenciaram no teor de proteína bruta das raízes, enquanto no arranjo 0,55 x 0,91 m, esses teores tendem a aumentar em pelo menos 53% quando há a aplicação do regulador pelo menos uma vez durante o ciclo da mandioca (3 MAE) em relação ao tratamento controle. Esses resultados demonstram que não há um padrão no teor de proteína dentro dos arranjos estudados, sendo que cada arranjo pode apresentar variações diferentes.

De forma geral, o que pode ser observado é que os arranjos adensados tendem a apresentar teores de PB mais elevados que o tradicional, e que o regulador não possui tanta influência sobre o parâmetro. Feniman (2004), estudando a composição centesimal da cultivar IAC 576-70, obteve teores de proteína de 0,7%, enquanto que Oliveira et al. (2009), Oliveira e Moraes (2009) e Gazola (2017) encontraram teores de 1,31%, 1,25% e 0,81%, respectivamente. Os valores obtidos no presente trabalho estão próximos ao que é descrito para a mandioca pela Tabela Brasileira de

Composição de Alimentos, que é de 1,10% (TACO, 2006). É importante dizer ainda que, cultivares de mandioca com teores proteicos mais elevados são desejados nutricionalmente, portanto, considera-se o teor de proteína uma característica importante em programas de melhoramento (CARVALHO et al., 2017).

O teor de fibra bruta (FB) foi influenciado apenas pelas formas de aplicação do regulador de crescimento de forma isolada (Tabela 10). O teor de FB aumentou em torno de 14, 18 e 21% quando o regulador de crescimento foi aplicado em uma (3 MAE), duas (3+5 MAE) e três (3+5+7) vezes durante o ciclo da cultura em relação ao controle, quando não houve aplicação de PBZ, indicando que o produto aumenta a proteína bruta presente na raiz tuberosa de mandioca de mesa da cultivar IAC 576-70.

Oliveira e Moraes (2009) encontraram teores de fibras próximo a 0,74%, aos 12 meses de plantio, enquanto que Feniman (2004) encontrou teores de 1,99% de fibras, aos 15 meses. Os teores de fibra variaram de 0,88 a 1,07, considerando as formas de aplicação de PBZ. Esse alto teor de fibra, pode ser explicado pela idade de colheita da planta, uma vez que autores como Carvalho et al. (2019) mencionam que o teor de fibras aumenta com a idade da planta. Kato et al. (1987) também encontraram aumento no teor de fibras em resposta ao envelhecimento das plantas, fato que refletiu no aumento do tempo de cozimento das plantas.

Percebe-se incremento no teor de fibras conforme as formas na aplicação de PBZ (Tabela 10), no entanto, quando observado o tempo de cozimento (Tabela 9), os reguladores diminuíram o tempo total em relação à testemunha, demonstrando que talvez o incremento da fibra não seja o único responsável pelo tempo de cozimento. Pereira e Baléria (2004) observaram decréscimo no teor de fibras em raízes tuberosas de mandioca em função da idade da planta, sem afetar o cozimento.

O teor de cinzas foi afetado pelos arranjos de plantio (AP) de maneira isolada (Tabela 10). A porcentagem de cinzas foi no mínimo 17% superior no arranjo 1,00 x 1,00 m (tradicional) em relação aos demais arranjos de plantio. Na literatura são descritos teores de cinzas para a cultivar IAC 576-70 de 0,88% (OLIVEIRA; MORAES, 2009), 2,40% (FENIMAN, 2004), 0,11% (TEIXEIRA et al., 2017) e 1,99% (PEREIRA; BALÉRIA, 2004). As cinzas encontradas no presente trabalho estão próximas ao obtido por Oliveira e Moraes (2009), valores estes considerados intermediários, uma vez que de maneira geral as raízes tuberosas de mandioca são constituídas de até 2% de cinzas (ALBUQUERQUE et al., 1993). Sendo assim, esses valores médios podem ser

considerados como um indicativo da concentração significativa de minerais na polpa das raízes tuberosas da cultivar IAC 576-70, valores estes, no entanto, que podem variar conforme cita a literatura.

5 CONCLUSÕES

A aplicação do regulador de crescimento paclobutrazol não teve efeito sobre os parâmetros biométricos da planta de mandioca de mesa IAC 576-70, como altura e número de folhas por planta na dose utilizada. Apesar disso, houve incremento no teor de fibras e proteínas e diminuição do tempo de cozimento das raízes de reserva, características essas que são desejáveis do ponto de vista nutricional e culinário, além de importantes em programas de melhoramento vegetal.

Os arranjos de plantio adensados produziram maior MS da parte aérea, cepas, e raízes tuberosas, além de proporcionar a obtenção de maiores produtividades. A produtividade comercial também foi mais elevada nos arranjos de plantio adensados, o que indica que o arranjo de plantio com 20 mil plantas por hectare é um sistema de produção que pode ser utilizado sem diminuir o tamanho e diâmetro das raízes tuberosas.

REFERÊNCIAS

- ABDUL JALEEL, C.; GOPI, R.; PANNEERSELVAM, R. Alterations in lipid peroxidation, electrolyte leakage and proline metabolism in *Catharanthus roseus* under treatment with triadimefon, a systemic fungicide. **Comptes Rendus Biologies**, v. 330, n. 12, p. 905-912, 2007.
- AGUIAR, E.B. **Produção e qualidade de mandioca de mesa (*Manihot esculenta* Crantz) em diferentes densidades populacionais e épocas de colheita.** Dissertação, 90 p. Instituto Agronômico de Campinas, Campinas – SP, 2003.
- AGUIAR, E.B.; VALLE, T.L.; LORENZI, J.O.; KANTHACK, R.A.D.; MIRANDA FILHO, H.; GRANJA, N.P. Efeito da densidade populacional e época de colheita na produção de raízes de mandioca de mesa. **Bragantia**, v. 70, p. 561-569, 2011.
- ALBUQUERQUE, T. T. O.; MIRANDA, L. C. G.; SALIM, J.; TELES, F. F. F.; QUIRINO, J. G. Composição centesimal da raiz de 10 variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cultivadas em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Mandioca**, v. 12, n. 1, p. 7-12, 1993.
- ANDRADE, C.A.B.; CORRÊA, H. Efeitos de espaçamentos, idades de colheita e anos de plantio na produção de raízes e ramas de duas cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Ciência e Prática**, v. 15, n. 3, p. 262-275, 1991.
- ALVES, A.A.C. Fisiologia da mandioca. In: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical. **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA, 2006. Cap.7, p.138-169.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 16^a Ed. Arlington, v. 2, 1995.
- AYOOLA, O.T.; MAKINDE, E.A. Influence of cassava population density on the growth and yield performance of cassava-maize intercrop with a relayed cowpea. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 8, p. 235-241, 2008.
- BARROS, R.S.; MERCÊS, W.C.; ALVIM, R. Sink strength and cassava productivity. **Horticultural Science**, v. 13, p. 474-475, 1978.
- BELTRÃO, N. E. M.; ALVES, G. S.; NETO, J. F. B.; SAMPAIO, L. R.; FREIRE, M. A. O.; SILVA, F. V. F. Resposta da mamoneira a aplicação de doses de regulador de crescimento. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4 & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: Anais... Campina grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 1473-1476.**
- CARDOSO, C.E.L.; SOUZA, J.S.; GAMEIRO, A.H. **Aspectos econômicos e mercado**. In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical. **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: EMBRAPA, 2006. p. 41-70.

CARVALHO, A.V.; CUNHA, E.F.M.; NETO, J.T.F. **Caracterização físico-química de genótipos de macaxeira cultivados no Estado do Pará**. In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 120. Belém: EMBRAPA, 2017. p. 1-22.

CARVALHO, P. C. L.; FUKUDA, W. M. G.; CARDOSO, S. C. **Coleção de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) para consumo “in natura”**. Recursos Genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste Brasileiro. Disponível em: . Acesso em: 12 de janeiro de 2019.

COCK, J.H. **La yuca: nuevo potencial para un cultivo tradicional**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1990. 240p.

COCK, J.H.; WHOLEY, D.; CASAS, O.G. Effect of spacing on cassava (*Manihot esculenta*). **Experimental Agriculture**, v. 13, p. 289-299, 1977.

CONCEIÇÃO, A. J. **A mandioca**. São Paulo: Nobel, 1981. 382 p.

CUNHA, A.R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009.

DEVIDE, A. C. P.; RIBEIRO, R. L. D.; VALLER, T. L.; ALMEIDA, D. L.; CASTRO, C. M.; FELTRAN, J. C. Produtividade de raízes de mandioca consorciada com milho e caupi em sistema orgânico. **Bragantia**, v. 68, n. 01, p. 145-153, 2009.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo da mandioca**. Disponível em:

<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_cerrados/referencias.htm>. Acesso em: novembro 2018.

ENYI, B. A. C. The effects of spacing on growth, development and yield of single and multi-shoot plants of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) II: physiological factors. **East African Agricultural and Forestry Journal**, v. 38, p. 27-34, 1972.

ENYI, B. A. C. Growth rates of three cassava varieties (*Manihot esculenta* Crantz) under varying population densities. **Journal of Agricultural Science**, v. 81, p. 15-28, 1973.

FAVARO, S. P. **Composição química e estrutura de paredes celulares de variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) com tempos de cocção diferentes**. Tese, 132 p. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, Londrina – PR, 2003.

FENIMAN, C. M. **Caracterização de raízes de manioca (*Manihot esculenta* Crantz) do cultivar IAC 576-70 quanto à cocção, composição química e propriedades do amido em duas épocas de colheita**. Dissertação, 83 p. Escola Superior de Agricultura Luíz de Queiroz, Piracicaba – SP, 2004.

FERREIRA, D.F. SISVAR- Programa estatístico. **Versão**, v. 4, n. 2, p. 109-141, 2010.

FIALHO, J.F.; OLIVEIRA, M.A.S.; PEREIRA, A.V. **O cultivo da mandioca no Cerrado**. Planaltina, Embrapa Cerrados, 1998. 2p. (Embrapa Cerrados. Guia Técnico do Produtor Rural, 16).

FIGUEIREDO, P. G. **Morfo-anatomia de raízes tuberosas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cultivar IAC 576-70 em diferentes preparos do solo**. Dissertação, 73 p. Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu – SP, 2012.

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

FLETCHER, R.A.; GILLEY, A.; SANKHLA, N.; DAVIS, T.M. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. **Horticultural Reviews**, v. 24, p. 56–138, 2000.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Production, crops**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 20 janeiro 2019.

GAO, J.; HOFSTRA, G.; FLETCHER, R. A. 1987. Anatomical changes induced by triazoles in wheat seedlings. **Canadian Journal of Botany**, v. 66, p. 1178-1185, 1987.

GAZOLA, B. **Produtividade e cozimento da mandioca cultivar IAC 576-70 em resposta à adubação potássica em solo arenoso**. Dissertação, 95 p. Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu – SP, 2017.

GOMATHINAYAGAM, M.; ABDUL JALEEL, C.; LAKSHMANAN, G. M. A.; PANNEERSELVAM, R. Changes in carbohydrate metabolism by triazole growth regulators in cassava (*Manihot esculenta* Crantz); effects on tuber production and quality. **C. R. Biologies**, v. 330, p. 644-655, 2007.

GOPI, R.; ABDUL JALEEL, C.; SAIRAM, R.; LAKSHMANAN, G.M.A.; GOMATHINAYAGAM, M.; PANNEERSELVAM, R. Differential effects of hexaconazole and paclobutrazol on biomass, electrolyte leakage, lipid peroxidation and antioxidant potential of *Daucus carota* L. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 60, p. 180-186, 2007.

HUNT, L.A.; WHOLEY, D.W.; COCK, J.H. Growth physiology of cassava. **Field Crop**, v. 30, n. 2, 77-91, 1977.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3.ed. São Paulo, 2008. v. 1, p. 98.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Estatística da Produção Agrícola**, safra 2012/2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 janeiro 2019.

KATO, M. S. A.; CARVALHO, V. D.; CARRÊIA, H.; PINTO, J. E. B. P. Efeito da poda na deterioração fisiológica e na qualidade de raízes de mandioca. **Ciência Prática**, v. 11, n. 1, p. 75-84, 1987.

LAMAS, F. M. Crescimento controlado. **Cultivar Grandes Culturas**, v. 176, n. 24, p. 40-43, 2001.

LINZMEYER JUNIOR, R.; GUIMARÃES, V.F.; SANTOS, D.; BENCKE, M.H. Influência de retardante vegetal e densidades de plantas sobre o crescimento, acamamento e produtividade da soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.30, p.373-379, 2008.

LORENZI, J.O. Variação na qualidade culinária das raízes de mandioca. **Bragantia**, v. 53, n. 2, p. 237-245, 1994.

LORENZI, J.O.; MONTEIRO, P.A.; MIRANDA FILHO, H.S.; RAIJ, B. van. Raízes e tubérculos. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C., (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1997. p.221-229. (Boletim Técnico, 100).

MANIVANNAN, P.; ABDUL JALEEL, C.; KISHOREKUMAR, A.; SANKAR, B.; SOMASUNDARAM, R.; SRIDHARAN, R.; PANNEERSELVAM, R. Propiconazole induced changes in antioxidant metabolism and drought stress amelioration in *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Colloids Surf. B: Biointerfaces**, v. 57, p. 69–74, 2007.

MATTOS, P. L. P. de; FARIAS, A. R. N.; FERREIRA FILHO, J. R. (Ed.). **Mandioca: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 179 p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas). Edição especial para o Fome Zero.

MEDINA, R.; BURGOS, A.; DIFRANCO, V.; MROGINSKI, L.; CENÓZ, P. Effects of chlorocholine chloride and paclobutrazol on cassava (*Manihot esculenta* Crantz cv. Rocha) plant growth and tuberous root quality. **Agriscientia**, v. 29, p. 51-58, 2012.

MONDARDO, E.; DIETRICH, R.C.; LAVINA, M.L. Efeito da densidade de plantio da mandioca na produção de raízes em solo Araranguá. **Agropecuária Catarinense**, v. 8, n. 4, 1995.

MOORTHY, S.N. **Tropical sources of starch**. In: Starch in Food (Ed. ELIASSON, A. C.). CRC Press, Boca Raton, Flórida, 2004.

MOUCO, M. A. C.; ALBUQUERQUE, J. A. S. de. Efeito do paclobutrazol em duas épocas de produção da mangueira. **Bragantia**, v. 64, n. 2, p. 219-225, 2005.

OKOLI, P. O.; WILSON, G. F. Response of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) to shade under field conditions. **Field Crops Research**, v. 14, p. 349-359, 1986.

- OLIVEIRA, A.M.G.; SOUZA, L.S.; OLIVEIRA, J.L.; MAIA, L.E.N.; SANTOS, G.S. **Adução com manganês para o controle do “amarelão” da mandioca no extremo Sul da Bahia**. EMBRAPA, 2009. Disponível em: <<http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=pc&id=428261&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22SOUZA,%20L.%22&qFacets=autoria:%22SOUZA,%20L.%22&sort=&paginação=t&paginaAtual=20>>. Acesso em: 12 dezembro. 2018
- OLIVEIRA, M.A.; MORAES, P.S.B. Características físico-químicas, cozimento e produtividade de mandioca cultivar IAC 576-70 em diferentes épocas de colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 837-843, 2009.
- OLIVEIRA, E.A.M.; CÂMARA, G.M.S.; NOGUEIRA, M.C.S.; CINTRA, H.S. Efeito do espaçamento entre plantas e da arquitetura varietal no comportamento vegetativo e produtivo da mandioca. **Scientia Agricola**, v. 55, n. 2, p. 269- 275, 1998.
- OSWALT, J.S.; RIEFF, J.M.; SEVERINO, L.S.; AULD, D.L.; BEDNARZ, C.W.; RITCHIE, G.L. Plant height and seed yield of castor (*Ricinus communis* L.) sprayed with growth retardants and harvest aid chemicals. **Industrial Crops and Products**, v.61, p.272-277, 2014.
- OTSUBO, A.A.; LORENZI, J.O. **Cultivo de mandioca na Região Centro-Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004, 116p.
- PANYAPRUEK, S.; SINSIRI, W.; SINSIRI, N.; ARIMATSU, P.; POLTHANEE, A. Effect of Paclobutrazol Growth Regulator on Tuber Production and Starch Quality of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Asian Journal of Plant Sciences**, v. 15, p. 1-7, 2016.
- PEIXOTO, C.P. Mandioca. In: CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A. (Coord.) **Ecofisiologia de cultivos anuais**. São Paulo: NOBEL, 1999. p. 109-126.
- PEREIRA, L. T. P.; BALÉIA, A. P. Isolamento, fracionamento e caracterização de paredes celulares de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24. N. 1, p. 59-63, 2004.
- RADEMACHER, W. **Biochemical effects of plant growth retardants**. In: H.W. GAUSMAN (Ed.). *Plant Biochemical Regulators*. Marcel Dekker Inc., New York, 1992, p. 200.
- RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.51, p.501- 31, 2000.
- RADWAN, A; EL-FOULY, M.; GARAS, N. Retarding stem elongation and stimulating dry matter production and yield of potato with chlormequat chloride (CCC). **Potato Research**, v. 3, p. 173-180, 1971.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas Instituto Agrônomo, 2001. 285p.

RAMANUJAM, T. Leaf density profile and efficiency in partitioning dry matter among high and low yielding cultivars of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Field Crops Research**, v. 10, p. 291-303, 1985.

ROGERS, D.J. Cassava leaf protein. **Economy Botany**, v. 13, n. 3, p. 261-263, 1959.

ROMANOV, G. A.; AKSENOVA, N. P.; KONSTANTINOVA, T. N.; GOLYANOVSKAYA, S. A.; KOSSMANN, J.; WILLMITZER, L. Effect of indole-3-acetic acid and kinetin on tuberisation parameters of different cultivar and transgenic lines of potato in vitro. **Plant Growth Regulation**, v. 32, p. 245-251, 2000.

RICKARD, J.E.; ASAOKE, M.; BLANSHARD, J.M.V. The physicochemical properties of cassava starch. **Tropical Science**, v. 31, p. 189-207, 1991.

SAGRILO, E. VIDIGAL-FILHO, P.S.; PEQUENO, M.G.; SCAPIM, C.A.; GONÇALVES-VIDIGAL, M.C.; MAIA, R.R.; KVITSCHAL, M.V. Efeito da época de colheita no crescimento vegetativo, na produtividade e na qualidade de raízes de três cultivares de mandioca. **Bragantia**, v. 61, n. 2, p. 115-125, 2002.

SAMPAIO, C.V.; CONCEIÇÃO, A.J. da. Espaçamento na cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). In: **Projeto mandioca**. cruz das almas: Universidade Federal da Bahia; Branscan Nordeste, 1975, p. 99-105. (série Pesquisa ano 2, n. 1)

SANTISOPASRI, V.; KUROTJANAWONG, K.; CHOTINEERANAT, S.; PIYACHOMKWAN, K.; SRIROTH, K.; OATES, C.H. Impact of water stress on yield and quality of cassava starch. **Industrial Crops Production**, v. 13, p. 115-129, 2001.

SOMOGY, M. A new reagent for the determination of sugars. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 160, n. 1, p. 61-68, 1945.

SORATTO, R.P.; SOUZA-SCHLICK, G.D.; GIACOMO, B.M.; ZANOTTO, M.D.; FERNANDES, A.M. Espaçamento e população de plantas de mamoneira de porte baixo para colheita mecanizada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.3, p.245-253, 2011.

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

SOUSA, A. D. M.; BARROS, I. B.; PALOMINO, E. C.; JESUS, L. M.; OLIVEIRA, W. C.; SILVA, T. V.; FERREIRA, J. B. A.; SOUZA, H. U. S. Avaliação da qualidade de raízes e taxa de sobrevivência de diferentes variedades de mandioca de mesa. **Agroecossistemas**, v. 9, n. 2, p. 43-52, 2017.

SOUZA, L.S.; FIALHO, J.F. **Cultivo da mandioca para a região do cerrado**. 2003. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_cerrados/importancia.htm>. Acesso em: 14 abr. 2018.

STRECK, N.A.; PINHEIRO, D.G.; ZANON, A.J.; GABRIEL, L.F.; ROCHA, T.S.M.; SOUZA, A.T.; SILVA, M.R. Efeito do espaçamento de plantio no crescimento, desenvolvimento e produtividade da mandioca em ambiente subtropical. **Bragantia**, v. 73, n. 4, p. 407-415, 2014.

SILVA, J.A.; SILVA, S.M.; COSTA, J.P.; MOURA, F.T. Aspéctos da qualidade de mandioca de mesa da variedade pernambucana. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. S7487-S7493, 2012.

SILVA, J. V.; MIGLIORANZA, É.; KANTHACK, R. A. D. Aspéctos produtivos de cultivares de mandioca na região de Presidente Prudente, SP, Brasil. **Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia**, v. 1, n. 4, 29-34, 2011.

TACO. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. Campinas: NEPA UNICAMP – 2ª ed, 2006. 113 p.

TAKAHASHI, M.; GUERINI, V.L. Espaçamento para a cultura da mandioca. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.14, p. 489-494, 1998.

TEIXEIRA, P. R. G.; VIANA, A. E. S.; CARDOSO, A. D.; MOREIRA, G. L. P.; MATSUMOTO, S. N.; RAMOS, P. A. S. Physical-chemical characteristics of sweet cassava varieties. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias – Agrária**, v. 12, n. 2, p. 158-165, 2017.

TEKALIGN, T.; HAMMES, P.S. Growth and Productivity of Potato as Influenced by Cultivar and Reproductive Growth II. Growth Analysis, Tuber Yield and Quality. **Scientia Horticulturae**, v. 105, p. 29-44, 2005.

TSEGAW, T.; HAMMES, P. Growth responses of potato (*Solanum tuberosum*) grown in a hot tropical lowland to applied paclobutrazol: Tuber attributes. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v. 33, p. 43-51, 2005.

VALLE, T. L.; LORENZI, J. O. Improved varieties of cassava as a tool of innovation, food safety, competitiveness and sustainability: contributions of the Agronomic Institute of Campinas (IAC). **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, v. 31, n. 1, p. 15-34, 2014.

VAZQUEZ, G.H.; CARVALHO, N.M.; BORBA, M.M.Z. Redução na população de plantas sobre a produtividade e a qualidade fisiológica da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p. 01-11, 2008.

VILPOUX, O.; CEREDA, M. P. Processamento de raízes e tubérculos para uso culinário minimamente processadas, pré-cozidas, congeladas e fritas (french-fries). In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. (Coord). **Tecnologia, usos e potencialidades de**

tuberosas amiláceas latino-americanas. São Paulo: Fundação Cargill, 2003. p. 81-131. (Série culturas de tuberosas amiláceas latino-americanas, 3).

WALLACE, T.P.; SNIPES, C.E.; WHITE, B.W. Effects of single-multiple applications of mepiquat chloride on Mississippi cotton. **Research Reports -Mississippi Agricultural Forestry Experiment Station**, v.18, n.5, p.5, 1993.

WANG, H.; XIAO, L. Effects of chlorocholine chloride on phytohormones and photosynthetic characteristics in potato (*Solanum tuberosum* L.). **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 28, p. 21-27, 2009.

WILLIAMS, C.N. Growth and productivity of tapioca (*Manihot utilissima*): III. crop ratio, spacing and yielding. **Experimental Agriculture**, v. 8, p. 15-23, 1972.

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

ZANETTI, S. **Caracterização morfológica e nutricional em diferentes estádios fenológicos da mandioca de mesa IAC 576-70 sob deficiência hídrica.** Dissertação, 72 p. Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu – SP, 2016.

ZHOU, W.J.; SHEN, H.C.; XI, H.F.; YE, Q.F. Studies on the regulation mechanism of paclobutrazol to the growth of rape plant. **Acta Agric.**, v. 19, p. 316-320, 1993.