



Otimização do crescimento vegetativo e produtividade da mandioca por meio de bioestimulante e métodos de cultivo

Thais Chavans PAOLINO ¹, Murillo Martins REZENDE ¹, João Vitor Cordeiro MALENOWTCH ^{1*},
Alex Mendonça de CARVALHO ², Erico Tadao TERAMOTO ², Samuel FERRARI ¹

¹Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena, SP, Brasil.

²Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias do Vale do Ribeira, Registro, SP, Brasil.

*E-mail: joao.c.malenowtch@unesp.br

Submetido em: 31/10/2023; Aceito em: 23/12/2023; Publicado em: 31/12/2023.

RESUMO: A intensificação da produção, vem instigando o desenvolvimento de novas tecnologias. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a resposta no desenvolvimento vegetativo e produtivo da mandioca, frente a métodos de cultivos e aplicação de hormônios vegetais. Foram conduzidos dois experimentos a campo com a cultura da mandioca de mesa. (a) Primeiro experimento - 4 doses de biorregulador vegetal Stimulate® (0, 0,5, 1 e 1,5 L ha⁻¹ do produto comercial) aplicadas via sulco de plantio sobre as manivas da variedade branca; e dois modos de preparo de solo, sendo um, subsolagem e gradagem e o outro sem preparo do solo. (b) Segundo experimento - 4 doses de biorregulador vegetal Stimulate® (0, 0,25, 0,5 e 1,0 L ha⁻¹ do produto comercial); e dois modos de aplicação, sendo o primeiro via sulco de plantio sobre as manivas da variedade amarela, e o segundo via foliar aos 90 dias após o plantio (DAP). O plantio da mandioca sem o revolvimento do solo, indicam superioridade na quantidade, comprimento e produtividade de raízes, além de maior peso da parte aérea. A utilização de doses de bioestimulante, possibilitou maior desenvolvimento vegetativo em altura, diâmetro e peso da parte aérea, além de maior comprimento de raízes.

Palavras-chave: *manihot esculenta*; hormônios vegetais; preparo solo.

Optimization of vegetative growth and sweet cassava yield through biostimulant and cultivation methods

ABSTRACT: The intensification of production in the same area has instigated the development of new technologies. The present work aimed to evaluate the response in the vegetative and productive development of sweet cassava, compared to cultivation methods and plant hormones application. Two field experiments were conducted with sweet cassava cultivation. (a) First experiment - 4 doses of plant bioregulator Stimulate® (0, 0.5, 1 and 1.5 L ha⁻¹ of the commercial product) applied in planting furrow on the stems of the white variety; and two modes of soil preparation, one being subsoiling and harrowing and the other without soil preparation. (b) Second experiment - 4 doses of plant bioregulator Stimulate® (0, 0.25, 0.5, and 1.0 L ha⁻¹ of the commercial product); and two modes of application, the first in planting furrows on the yellow variety stems and the second in the foliar application at 90 days after planting (DAP). Planting sweet cassava without disturbing the soil indicates superiority in the quantity, length and roots yield, and greater weight of the aerial part. The use of biostimulant doses allowed greater vegetative development in height, diameter and weight of the aerial part, in addition to greater root length.

Keywords: *manihot esculenta*; plant hormones; soil tillage.

1. INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma cultura de grande importância econômica e social, pois suas raízes ricas em carboidratos, servem como alimento básico para milhões de pessoas em todo o mundo (GUIMARÃES et al., 2017; UTSUMI et al., 2019). A cultura também é largamente utilizada na alimentação animal (SOUZA et al., 2019) e é considerada um dos alimentos mais importantes na produção de bioetanol, biogás e biodiesel (BEZERRA et al., 2019).

O Brasil está entre os maiores produtores mundiais de mandioca, com o estado de São Paulo apresentando diversas características favoráveis para a produção da planta, tanto climáticas quanto de solo. Devido a essas características favoráveis, o estado atingiu uma produção de 304,3 mil

toneladas de mandioca de mesa no ano agrícola de 2022, aproximadamente 21,7% a mais em relação à safra anterior (CAMARGO et al., 2023). Os municípios mais proeminentes na produção de mandioca no estado de São Paulo são Mogi-Mirim (24,5%), Jaboticabal (6,7%), Itapetininga (5,4%), Presidente Venceslau (5,3%), que juntos são responsáveis por 41,9% da produção do estado (CAMARGO et al., 2023). Esse avanço notável evidencia o potencial crescente da produção no oeste paulista (PIGATTO et al., 2015). Diante desse cenário, diversas abordagens vêm sendo pesquisadas e sugeridas com o intuito de impulsionar avanços significativos na produtividade desse cultivo.

Os biorreguladores vegetais têm sido utilizados em diferentes culturas agrícolas como um meio de promover

melhorias na qualidade de frutos, controle do crescimento de partes aéreas de plantas, amadurecimento precoce ou superação de estresses bióticos e abióticos (FERRARI et al., 2021; KATEL et al., 2022; GILL et al., 2023; HE et al., 2023; KIDASI et al., 2023). Dentre eles, os mais conhecidos e utilizados estão as auxinas, citocininas e giberelinas (CASTRO et al., 2019). Tratam-se de substâncias que interferem diretamente nos processos de crescimento e desenvolvimento das plantas, controlando aspectos como divisão celular, alongamento de células, floração e frutificação (TAIZ et al., 2015). Por serem capazes de estimular o desenvolvimento radicular, considera-se que os biorreguladores possuem potencial para aumentar a produtividade da mandioca (PEREIRA et al., 1984; KIDASI et al., 2023).

A mistura de dois ou mais biorreguladores vegetais ou destes com outras substâncias geram os chamados bioestimulantes (CASTRO et al., 2019; LOPES, 1989). Esses produtos podem ser aplicados de maneira direta sobre as plantas ou sementes, visando romper a dormência, estimular a germinação e promover o desenvolvimento do sistema radicular (TAIZ et al., 2015). Ao permitirem uma melhor emissão de raízes, os bioestimulantes permitem uma melhor resposta da planta ao estresse hídrico, maior resistência à pragas e doenças, além de um estabelecimento mais rápido da planta (LANA et al., 2009; REIS et al., 2016). Na literatura estudos avaliando os efeitos de diferentes bioestimulantes comerciais sobre a mandioca, onde verificou-se efeitos positivos de acordo com a dosagem e a cultivar.

Magalhães et al. (2016) testaram o efeito de um bioestimulante comercial sobre a crescimento inicial da mandioca, quando verificaram efeitos positivos e significativos sobre o número de folhas, área foliar e total de raízes no cultivar Cacau-UFV. Tal produto contém 0,09 g L⁻¹ de cinetina, 0,05 g L⁻¹ de ácido giberélico, 0,05 g L⁻¹ de indolbutírico ácido e 999,8 g L⁻¹ de ingredientes inertes. Feltran, et al. (2009) avaliaram o efeito do bioestimulante comercial Stimulate® no desenvolvimento radicular da variedade IAC 14 de mandioca, quando identificaram efeitos positivos sobre o desenvolvimento inicial do sistema radicular. Esse bioestimulante comercial contém 0,09g L⁻¹ de cinetina, 0,05g L⁻¹ de ácido giberélico e 0,05 g L⁻¹ de ácido indolbutírico.

Levando em conta que a parte de maior interesse na mandiocultura desenvolve-se subterraneamente, é crucial atender às demandas da planta em relação às condições de solo para alcançar maior produtividade. Com esse propósito, a etapa de preparo do solo assume um papel importante. Solos mal trabalhados afetam diretamente a produtividade, pois reduzem o acúmulo de matéria seca na planta e leva a produção de raízes de pouco valor comercial (FIGUEIREDO et al., 2014). Além disso, o crescimento inicial lento da planta, combinado com os espaçamentos largos normalmente praticados, resultam em uma cobertura inadequada do solo (RANGEL et al., 2018). Como consequência, o solo fica vulnerável à erosão até que a parte aérea da planta se desenvolva o suficiente para protegê-lo, destacando a necessidade de práticas de conservação do solo (AGUIAR et al., 2021).

O sistema convencional de preparo do solo é predominante na mandiocultura, normalmente envolvendo uma etapa de aração e duas de gradagem (GARRETO, 2019).

Associados a esse sistema de preparo podem ocorrer problemas de compactação, erosão, empobrecimento do solo e, conseqüente, queda na produtividade dos cultivos (TSUBO et al., 2012; FIGUEIREDO et al., 2017). De acordo com Aguiar et al. (2021), a opção pelo plantio direto em substituição ao sistema convencional traz benefícios ao cultivo da mandioca, como a minimização da erosão durante as fases iniciais do desenvolvimento da cultura. Além disso, ao longo do tempo, contribui para melhoria das condições físicas e de fertilidade do solo, o que é interessante no caso de solos com baixa fertilidade natural. A abordagem também tem o efeito positivo de reduzir as variações de temperatura do solo, estimular a atividade biológica e aumentar os teores de matéria orgânica, nutrientes e água armazenada no solo. Segundo Ramella et al. (2018), outro efeito positivo do plantio direto é inibir a emergência de ervas daninhas, que competem por nutrientes com a cultura da mandioca.

Os resultados promissores observados nos estudos mencionados acima apontam para a viabilidade de combinar o uso de bioestimulantes com práticas alternativas de preparo do solo, visando aprimorar a produtividade na cultura da mandioca. Dentro dessa perspectiva, esta pesquisa teve como propósito avaliar o desenvolvimento vegetativo e a produtividade da mandioca, considerando tanto as variações no preparo do solo quanto a aplicação simultânea de um bioestimulante vegetal.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Unesp em Dracena - FCAT/Unesp Dracena (latitude 21°29'S; longitude 51°32'W; altitude 396 m). O clima do município de Dracena é classificado como Aw (clima tropical com inverno seco) segundo o critério de Koppen (IBGE, 2016). Dois experimentos foram instalados na FCAT/Unesp Campus de Dracena no ano agrícola 2020/2021, em uma área de solo classificado como argissolo vermelho amarelo distrófico de textura arenosa (SANTOS et al., 2013). Antes da instalação da cultura agrícola, realizou-se a análise química do solo presente na área experimental, a partir de amostras coletadas nas profundidades de 0,0-0,2 e 0,2-0,4m, e os resultados indicaram M.O.=8,0 e 6,9 (g/dm³); pH=4,6 e 4,2 (CaCl₂); P=1,5 e 0,4 (mg/dm³); S-SO₄= 2,8 e 2,8 (mg/dm³); K= 1,6 e 2,2 (mmolc/dm³); Ca= 8,7 e 6,9(mmolc/dm³); Mg= 1,5 e 2,0 (mmolc/dm³); H+Al= 19 e 25 (mmolc/dm³); Al= 2 e 4 (mmolc/dm³); SB= 12 e 11 (mmolc/dm³); CTC= 31 e 36 (mmolc/dm³); V%= 38 e 31; m%= 15 e 27; B=0,21 (mg/dm³); Cu= 1,63 (mg/dm³); Mn=27,52(mg/dm³); Fe=27,16(mg/dm³); Zn= 0,49 (mg/dm³).

Posterior à análise do solo, em 14/10/2020, foi realizada aplicação de calcário dolomítico no solo para correção do pH, na profundidade de 0,2 m, em ambas áreas experimentais. A Figura 1 apresenta informações sobre a precipitação pluvial e temperatura do ar observadas em Dracena ao longo do período experimental (outubro de 2020 a julho de 2021), dados medidos pela Estação Meteorológica Automática da FCAT/Unesp Dracena e disponíveis em <https://estacao.dracena.unesp.br/wxabout.php>.

Ambos experimentos tiveram delineamento experimental em blocos ao acaso com quatro repetições, e fatorial 4x2. No primeiro experimento, foram testadas 4 doses do bioestimulante (0, 0,5, 1 e 1,5 L ha⁻¹ do produto) aplicadas via sulco de plantio sobre as manivas da variedade branca e 2

modos de preparo do solo, sendo um convencional (subsolação e gradagem com profundidade de trabalho de 0,35 e 0,2 m, respectivamente) e o outro sem preparo do solo, com dessecação das plantas daninhas (com 3 L ha⁻¹ de glifosato em 15/10/2020) e plantio das manivas. Onde não houve preparo do solo o calcário dolomítico foi aplicado na superfície do solo. No segundo experimento, foram testadas 4 doses de biorregulador vegetal (0, 0,25, 0,5 e 1,0 L ha⁻¹ do produto) e 2 modos de aplicação, um via sulco de plantio sobre as manivas da variedade amarela e outro via foliar 90 dias após o plantio (DAP), no início do período de diferenciação das raízes tuberosas. O preparo do solo no segundo experimento foi o convencional, com subsolador e grade na profundidade de trabalho de 0,35 e 0,2 m, respectivamente. O bioestimulante vegetal utilizado em ambos os experimentos foi o produto comercial Stimulate®, que em sua composição possui 0,09gL⁻¹ de cinetina, 0,05gL⁻¹ de ácido giberélico e 0,05 gL⁻¹ de ácido indol-butírico.

O plantio dos experimentos foi em 29/10/2020, realizado de forma manual, com deposição do fertilizante (500 kg ha⁻¹ do formulado NPK 04-14-08) na profundidade de 0,15 m e das manivas com 0,08 m. Após, foi realizada aplicação de herbicida pré emergente Herbadox® (3 L ha⁻¹ do produto comercial). As parcelas experimentais foram compostas por quatro linhas de plantio com 6 m de comprimento. O espaçamento entre plantas na linha de plantio foi de 0,8 m e o espaçamento entre linhas foi de 0,9 m (total de 19,2 m² e 28 plantas em cada parcela) e população de 13.889 plantas ha⁻¹. Foi adotado como área útil para avaliações as duas linhas centrais, desprezando-se 0,5 m de ambas extremidades.

A adubação de cobertura foi realizada manualmente 60 DAP sendo aplicado 210 kg ha⁻¹ do fertilizante NPK 20-05-20. Para controle de pragas, doenças e plantas daninhas foram utilizados produtos químicos recomendados para a cultura da mandioca.

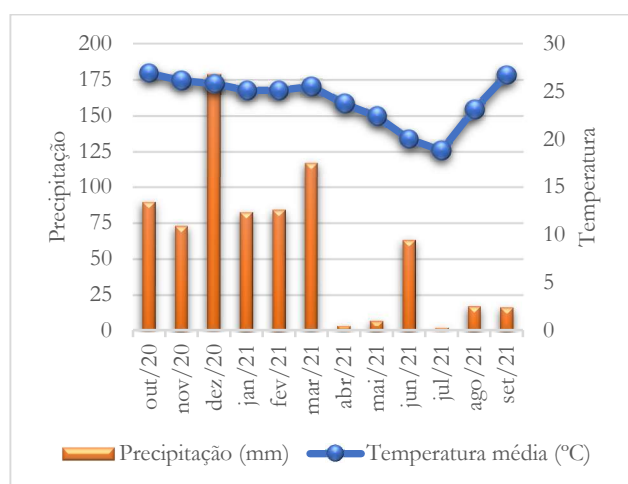


Figura 1. Precipitação pluvial (mm) e temperatura média (°C) de outubro de 2020 a setembro de 2021. Dracena/SP

Figure 1. Rainfall (mm) and average temperature (°C) from October 2020 to September 2021. Dracena/SP

As mesmas avaliações foram realizadas em ambos experimentos. Aos 120 DAP foram avaliados altura de plantas, em 6 plantas aleatórias, medindo o nível do solo até o ápice da planta e posterior demarcação das mesmas. Diâmetro do caule, a uma altura de 0,1 m nas mesmas 6

plantas. Outras quatro plantas foram arrancadas para determinação do número de raízes por planta; peso seco da parte aérea por planta, por pesagem de caule e folhas após secos em estufa a 65°C por 96 horas; e produtividade de raízes secas, que após lavagem em água corrente e secas em estufa a 65°C por 96 horas foram pesadas.

Aos 270 DAP foram avaliados altura de plantas, em 6 plantas previamente marcadas: diâmetro do caule, a uma altura de 0,1 m. Após, essas plantas foram arrancadas para determinação do número de raízes por planta; comprimento de raiz e diâmetro de raiz, obtidos pela média de todas as raízes da planta; peso seco da parte aérea por planta, por pesagem de caule e folhas após secos em estufa a 65°C por 96 horas; e produtividade de raízes secas, que após lavagem em água corrente e secas em estufa a 65°C por 96 horas foram pesadas.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e posteriormente à análise de regressão para o fator quantitativo (doses) e teste de Tukey para o fator qualitativo (modo de aplicação e de preparo do solo) a nível de 5% de significância, utilizando o programa SISVAR versão 5.3 (FERREIRA, 2019).

3. RESULTADOS

A seguir são apresentados os resultados observados nos dois experimentos realizados 120 dias após o plantio. A Tabela 1 contém as informações a respeito do efeito das diferentes doses do bioestimulante combinadas com a forma de preparo do solo sobre o crescimento vegetativo (experimento 1). A Tabela 2 contém as informações a respeito do efeito das diferentes doses do bioestimulante combinadas com a forma de aplicação, sobre o crescimento vegetativo (experimento 2).

O primeiro componente avaliado foi a altura das plantas (AP) aos 120 dias DAP, a qual não demonstrou diferença significativa entre os métodos de preparo do solo avaliados. Isso sugere que, até esta fase de desenvolvimento da mandioca, tanto o preparo convencional quanto o plantio direto não exercem influência sobre a altura das plantas. Tal fenômeno pode ser explicado pelo crescimento inicial lento, principalmente nos primeiros 50 DAP característico dessa cultura, pois a maioria das reservas produzidas são destinadas para a diferenciação radicular (FELTRAN et al., 2009). O crescimento lento se estende até aproximadamente 120 DAP (RANGEL et al., 2018). Contudo, ao analisar o efeito das doses de bioestimulante vegetal, houve uma tendência de aumento linear de AP acompanhando os aumentos das doses, chegando a 8% a diferença entre o tratamento testemunha e a dose máxima de 1,5 L ha⁻¹. Em relação ao experimento 2 (Tabela 2), os dois métodos testados de aplicação do bioestimulante não influenciaram de forma significativa a AP aos 120 DAP que também pode ser atribuído ao crescimento inicial lento da planta.

Para o componente de diâmetro de caule (DC) aos 120 DAP não foram observadas diferenças significativas com relação ao método de preparo do solo. Porém, quando se trata dos tratamentos com bioestimulante, observaram-se variações no diâmetro do caule, possivelmente associados aos biorreguladores presentes no bioestimulante testado. Tais substâncias estimulam a divisão celular, resultando em um maior diâmetro do caule (VIEIRA et al., 2010). Segundo a equação quadrática obtida (Tabela 1), o valor máximo de DC ocorreu com a dose de bioestimulante vegetal de 484,3 ml ha

1. Doses superiores à estas não permitiram alterações significativas no DC, possivelmente por excederem a capacidade de resposta da planta aos estímulos. Levando em conta as diferentes formas de aplicação do bioestimulante vegetal (Tabela 2), estes não se diferenciaram estatisticamente entre si e foram independentes das doses aplicadas. Contudo, deve-se ressaltar que houve aumento linear no DC conforme

as doses de bioestimulante vegetal foram aumentadas até a dose de 1 L ha⁻¹. Resultados semelhantes foram encontrados por Magalhães et al. (2016) que ao avaliarem a cultivar Cacau-UFV obtiveram aumento linear do diâmetro do caule com uso de doses de bioestimulante.

Tabela 1. Valores de p>F e teste de comparação de médias para altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), número de raízes (NR), peso seco da parte aérea (PA) e produtividade de raízes secas (PR) da mandioca aos 120 DAP em função de doses de bioestimulante e preparo do solo. Dracena-SP.

Table 1. p>F values and means comparison test for plant height (AP), stem diameter (DC), number of roots (NR), shoot dry weight (PA) and dry root yield (PR) of sweet cassava at 120 DAP depending on biostimulant doses and soil preparation. Dracena-SP.

Variável	AP	DC	NR	PA	PR
p>F					
Preparo do solo (p)	0,1209	0,1166	0,0141*	0,0056*	0,0400*
Doses (d)	0,0238*	0,0012*	0,8616	0,2965	0,5544
p*d	0,1765	0,0713	0,3293	0,8659	0,2912
Preparo de solo					
Sem preparo	1,18	18,70	8,29 a	110,80 a	2943,6 a
Convencional	1,16	17,77	7,00 b	68,70 b	2278,16b
C.V. (%)	5,01	7,49	14,77	35,11	31,83
D.M.S.	0,05	1,20	0,99	27,59	44,39
Doses de Bioestimulante					
0	1,13	17,82	7,75	112,15	2921,36
0,5	1,19	18,47	7,91	82,55	2772,72
1,0	1,13	16,73	7,50	80,58	2285,92
1,5	1,23	19,92	7,41	83,73	2463,60
p>F linear	0,0346*(1)	0,0884	0,5032	0,1519	0,2404
p>F quadrática	0,4009	0,0386*(2)	0,71202	0,2239	0,6381
R ² linear (%)	42,37	19,53	63,52	56,44	69,23
R ² quadrática (%)	48,18	49,85	73,41	96,24	79,88

Equações

(1) $y = 1,1385 + 0,00005x$

(2) $y = 18,191167 - 0,0021206x + 0,000003x^2$

* Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Valores de p>F e teste de comparação de médias para altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), número de raiz (NR), peso seco da parte aérea (PA) e produtividade de raízes secas (PR) da mandioca aos 120 DAP em função de doses de bioestimulante e modo de aplicação. Dracena-SP

Table 2. p>F values and mean comparison test for plant height (AP), stem diameter (DC), root number (NR), shoot dry weight (PA) and dry root yield (PR) of sweet cassava at 120 DAP depending on biostimulant doses and application mode. Dracena-SP

Variável	AP	DC	NR	PA	PR
p>F					
Modo de aplicação (m)	0,3294	0,1548	0,9242	0,3088	0,1841
Doses (d)	0,3444	0,0452*	0,2834	0,3308	0,1772
m*d	0,9582	0,3135	0,0788	0,2232	0,0709
Modos de aplicação					
Sulco	1,46	23,58	6,77	189,51	3067,52
Foliar	1,41	24,49	6,83	162,18	2554,38
C.V. (%)	8,70	6,15	24,80	36,05	32,02
D.M.S.	0,11	1,29	1,48	55,51	567,04
Doses de Bioestimulante					
0	1,38	23,27	7,50	158,32	2753,15
0,25	1,41	23,54	5,78	145,44	2159,37
0,5	1,50	24,27	6,50	191,99	2957,54
1,0	1,46	25,07	7,42	207,62	3374,42
p>F linear	0,1985	0,0377*(1)	0,6827	0,1141	0,1033
p>F quadrática	0,2809	0,9878	0,1129	0,9301	0,4134
R ² linear (%)	50,43	98,13	4,14	76,02	53,49
R ² quadrática (%)	85,24	98,14	72,14	76,23	66,00

Equação

(1) $y = 23,2112000 + 0,001875x$

* Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A respeito do número de raízes (NR), esta variável foi influenciada de forma significativa apenas pelo tipo de preparo. O plantio apenas com abertura do sulco gerou um aumento de 18,4% no número de raízes em relação ao método convencional. O NR não foi influenciado pelas diferentes formas de aplicação do bioestimulante vegetal, seja via sulco ou via foliar. Em média, as plantas de mandioca apresentaram 6,77 e 6,83 raízes aos 120 DAP sem diferença significativa entre elas. No segundo experimento, as doses do bioestimulante vegetal também não afetaram o NR, e não foi identificada uma regressão significativa. Não houve interação entre o método de aplicação e as doses do produto.

O peso seco da parte aérea (PA) aos 120 DAP não apresentou sensibilidade às diferentes doses de bioestimulante vegetais. Entretanto, em relação às técnicas de preparo do solo, o plantio realizado de forma convencional revelou um desempenho inferior em comparação com o método de plantio direto. Contudo, pesquisas anteriores sugerem que a preparação adequada do solo pode exercer um impacto positivo significativo no desenvolvimento vigoroso da parte aérea da planta, conforme indicado por Cavalieri et al. (2004). Para o experimento em que foram testadas doses e formas de aplicação, não houve diferença para nenhuma das variáveis, isso em relação ao peso seco da parte aérea. As respostas a bioestimulantes podem variar conforme a cultivar utilizada, sendo que algumas podem ser mais responsivas que outras interferindo no resultado (MAGALHÃES et al., 2016).

Alguns trabalhos apontando que a utilização de bioestimulante, que possuem base de cinetina, ácido indol-

butírico e ácido giberélico, promovem melhor desenvolvimento do sistema radicular da cultura. Segundo Feltran (2009), o desenvolvimento do comprimento e superfície radicular apresentaram melhor resposta quando fornecido bioestimulante.

A produtividade de raízes aos 120 DAP apresentou resultados positivos com relação ao tipo de preparo do solo, sendo que o sistema de plantio direto apresentou 29% a mais no seu peso do que no sistema de preparo convencional, isso também pode ser explicado devido as propriedades físicas e químicas do sistema serem mais favoráveis, proporcionando maior peso e número de raízes (AGUIAR et al., 2021). Para as doses de bioestimulantes, os resultados não foram significativos e também não tiveram interação com os diferentes preparos de solo.

A produtividade de raízes secas aos 120 DAP foi de 3067,52 kg MS ha⁻¹ no modo de aplicação via sulco e 2554,38 kg MS ha⁻¹ aplicando via foliar. Esta produtividade não apresentou diferenças significativa entre os modos de aplicação e não houve efeito entre as doses do bioestimulante. A interação entre modo de aplicação e doses não foi significativa.

Na avaliação final ocorrida aos 270 DAP no experimento de doses de bioestimulante e preparo de solo, as plantas de mandioca apresentaram altura semelhante entre os dois modos de preparo do solo, e também não teve alteração em função da aplicação de diferentes doses do bioestimulante. A interação entre preparo de solo e doses do bioestimulante não foi observada (Tabela 3).

Tabela 3. Valores de p>F e teste de comparação de médias para altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), número de raízes (NR), comprimento de raízes (CR), diâmetro de raízes (DR), peso seco da parte aérea (PA) e produtividade de raízes secas (PR) da mandioca aos 270 DAP em função de doses de bioestimulante e preparo do solo. Dracena-SP

Table 3. p>F values and mean comparison test for plant height (AP), stem diameter (DC), number of roots (NR), root length (CR), root diameter (DR), shoot dry weight (PA) and dry root yield (PR) of sweet cassava at 270 DAP depending on biostimulant doses and soil preparation. Dracena-SP

Variável	AP (m)	DC (mm)	NR (un)	CR (m)	DR (mm)	PA (g planta ⁻¹)	PR (kg MS ha ⁻¹)
p>F							
Preparo do solo (p)	0,4821	0,1425	0,3036	0,0112*	0,0818	0,0746	0,2631
Doses (d)	0,2235	0,5098	0,0732	0,0332*	0,6661	0,0213*	0,8696
p*d	0,3353	0,2246	0,1839	0,0626	0,8049	0,2391	0,6003
Preparo de solo							
Sem preparo	1,76	22,43	7,10	0,25 a	44,15	281,27	9245,90
Convencional	1,7 8	21,54	6,65	0,24 b	45,86	238,09	8111,90
C.V. (%)	4,14	6,38	15,01	4,66	4,97	21,14	27,45
D.M.S.	0,06	1,23	0,9	0,01	1,96	48,07	150,19
Doses de Bioestimulante							
0	1,76	21,72	7,23	0,24	45,36	257,37	9309,50
0,5	1,74	21,76	7,50	0,23	44,00	233,53	8749,20
1,0	1,75	21,70	5,86	0,25	45,36	220,87	8222,40
1,5	1,83	22,76	6,90	0,26	45,29	326,96	8434,40
p>F linear	0,1399	0,2515	0,1841	0,0151*(1)	0,7815	0,0706	0,4806
p>F quadrática	0,1421	0,3943	0,3784	0,8622	0,491	0,0117*(2)	0,6973
R ² linear (%)	49,55	58,96	22,57	66,04	4,99	28,61	74,06
R ² quadrática (%)	98,49	120,8	32,13	66,31	36,18	91,4	96,29

Equações

$$(1) y = 0,239167 + 0,000012x$$

$$(2) y = 262,754667 - 0,155687x + 0,000130 x^2$$

Assim como aos 120 DAP, as condições climáticas podem ter influenciado o efeito do bioestimulante nas plantas de mandioca aos 270 DAP, porém de maneira inversa. Da mesma forma que aos 120 DAP o maior volume de chuvas pode ter contribuído para o aumento das variáveis vegetativas, tais como a AP. O baixo volume de chuvas encontrado no outono/inverno, desfavoreceu o desenvolvimento da cultura.

O acumulado de chuva de abril a setembro/21 (108 mm) foi visivelmente inferior à precipitação de apenas o mês de dezembro/20. Esses são fatores, aliados ao período de repouso fisiológico da cultura da mandioca, no período de menor temperatura, precipitação e luminosidade, claramente podem ter contribuído negativamente para o efeito do produto nas plantas de mandioca, equiparando assim os tratamentos devido as condições desfavoráveis de desenvolvimento.

O diâmetro do caule se manteve semelhante para modos de preparo do solo e doses de bioestimulante. Não houve interação entre os fatores citados. O mesmo ocorreu com o número de raiz, no qual não foi observada diferença significativa para doses e modos de preparo, bem como a interação entre eles (Tabela 3). Nessa avaliação de final do ciclo, o NR já foi definido entre 120 e 150 dias após o plantio, sendo que pode ter ocorrido maior diferenciação em raízes

tuberosas, nas plantas cultivadas em preparo convencional do solo, após a primeira avaliação, igualando estatisticamente as médias.

O diâmetro de caule para o experimento de modos de aplicação não apresentou diferença significativa, com médias variando entre 24,17 mm na aplicação via sulco e 25,27 mm na aplicação via foliar do bioestimulante. Porém nas doses, houve efeito significativo, com ajuste linear. As médias de DC foram 23,59, 24,22, 25,21 e 25,86 mm, entre a dose zero e de 1,0 L ha⁻¹ do bioestimulante respectivamente (Tabela 4).

O comprimento das raízes (CR) teve diferença significativa, tanto para doses de bioestimulante quanto para modos de preparo do solo, não observando interação entre dose e preparo do solo (Tabela 3). Os tratamentos sem preparo do solo proporcionaram maior CR em relação ao preparo convencional, chegando a um comprimento de 0,25 m comparado a 0,24 m com o preparo de solo. Quanto à aplicação do produto, as doses de bioestimulante influenciaram o CR linearmente, podendo-se observar um aumento do comprimento de raízes conforme o aumento das doses aplicadas. Segundo os resultados encontrados por Pequeno et al. (2007) pode ser observado que a utilização de plantio direto na cultura da mandioca trouxe resultados negativos em relação ao preparo convencional e o cultivo mínimo, para as avaliações do sistema radicular.

Tabela 4. Valores de p>F e teste de comparação de médias para altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), número de raiz (NR) e comprimento da raiz (CR), diâmetro de raiz (DR), peso seco da parte aérea (PA) e produtividade de raízes secas (PR) da mandioca aos 270 DAP em função de doses de bioestimulante e modos de aplicação. Dracena-SP

Table 4. p>F values and means comparison test for plant height (AP), stem diameter (DC), root number (NR) and root length (CR), root diameter (DR), shoot dry weight (PA) and dry root yield (PR) of sweet cassava at 270 DAP depending on biostimulant doses and application mode. Dracena-SP

Variável	AP (m)	DC (mm)	NR (un)	CR (m)	DR (mm)	PA (g planta ⁻¹)	PR (kg MS ha ⁻¹)
p>F							
Modo de aplicação (m)	0,3134	0,1225	0,5244	0,4562	0,3015	0,0149*	0,0832
Doses (d)	0,3891	0,0250*	0,8749	0,3584	0,71202	0,3732	0,8576
m*d	0,8268	0,8569	0,9829	0,3992	0,7227	0,9914	0,8872
Modos de aplicação							
Sulco	1,68	24,17	5,65	0,3	44,27	294,61 b	8724,40
Foliar	1,73	25,27	5,98	0,31	45,21	370,98 a	10530,80
C.V. (%)	6,86	6,67	21,5	10,42	4,8	20,25	24,64
D.M.S.	0,1	1,44	1,09	0,03	1,88	58,99	1495,30
Doses de Bioestimulante							
0	1,66	23,59	5,90	0,29	45,07	296,94	9383,30
0,25	1,69	24,22	5,47	0,32	44,93	324,11	9853,50
0,5	1,78	25,21	6,03	0,30	43,97	364,99	12087,60
1,0	1,70	25,86	5,87	0,32	44,99	345,14	10185,50
p>F linear	0,453	0,0236*(1)	0,8539	0,2631	0,8965	0,2175	0,6377
p>F quadrática	0,1878	0,6228	0,9382	0,7544	0,4209	0,2474	0,7141
R ² linear (%)	18,37	94,54	5,13	38,93	1,67	49,5	30,45
R ² quadrática (%)	77,5	98,25	6,01	41,85	67,27	92,74	48,83

Equação

$$(1) y = 23,711000 + 0,002309x$$

4. DISCUSSÃO

A resposta da planta quanto à aplicação do bioestimulante pode ser explicado devido aos aspectos tanto fisiológicos da planta quanto físico, que podemos ter com o plantio direto. Segundo Howeler (2014), a mandioca é uma cultura que possui grande capacidade de absorção de nutrientes, e emprega esta característica de forma muito eficiente,

podendo ser cultivada em solos marginais, que o seu desenvolvimento equiparado com outras culturas é superior. Aliado a isto, a implantação do sistema do plantio direto, traz benefícios como, aumento da atividade biológica, acúmulo de água no sistema, atividade de micorrizas mais intensa, redução da oscilação térmica e aumento da fertilidade natural (AGUIAR et al., 2021), nos quais em conjunto, estes fatores

trouxeram uma superioridade no desenvolvimento da raiz, além de que aos 120 DAP o sistema de plantio direto apresentou um número maior de raízes emitidas no sistema, podendo ser um contribuinte para que ocorresse uma melhor nutrição e melhor desenvolvimento deste sistema em questão.

O diâmetro do caule das plantas de mandioca não teve alteração significativa nas médias pelo uso de diferentes modos de preparo do solo (Tabelas 1 e 3), tão pouco com diferentes modos de aplicação do bioestimulante (Tabelas 2 e 4). Contudo ao realizar aplicação de doses do bioestimulante em plantas de mandioca da variedade branca (Tabela 1), observou-se que houve ajuste quadrático com maior diâmetro em avaliação realizada aos 120 DAP, em aplicação de 0,484 L ha⁻¹. Já para a variedade amarela, houve efeito significativo com ajuste linear em avaliação inicial e de final do ciclo (Tabelas 2 e 4) sendo observado dessa forma aumento do diâmetro até a máxima dose de 1 L ha⁻¹ do bioestimulante.

Com relação ao aumento linear no desenvolvimento em comprimento das raízes de mandioca variedade branca, pelo uso de doses de bioestimulantes (Tabela 3), pode ser atribuído à composição de enzimas que promovem o aumento da atividade metabólica e estímulo da divisão celular, proporcionando um aumento no tamanho do sistema radicular.

O modo de aplicação não interferiu no número de raízes. O mesmo ocorreu com as doses do bioestimulante, que apresentaram quantidade de raiz semelhante entre os tratamentos. Não houve diferenças também para o CR em função do uso de doses e modos de aplicação do bioestimulante na cultura da mandioca, variedade amarela (Tabela 4).

O DR aos 270 DAP não foi afetado pelo tipo de preparo de solo empregado. As doses de bioestimulante também não tiveram influência no desenvolvimento em diâmetro das raízes da mandioca (Tabela 3).

Segundo Figueiredo et al. (2014), o preparo mínimo do solo garante a preservação de propriedades do solo em relação ao método convencional. Porém, os efeitos do plantio direto e o mínimo revolvimento do solo ocorrem a longo prazo, com efeito acumulativo de longos anos de cultivo. Neste caso, os efeitos positivos nos atributos do solo que poderiam refletir no crescimento e desenvolvimento da mandioca podem ter sido limitados pelo curto tempo, gerando a hipótese de que, depois de alguns anos, a área minimamente revolvida poderia trazer efeitos melhores do que no cultivo convencional.

Para Magalhães et al. (2016), a resposta ao bioestimulante depende da cultivar. Neste caso, a cultivar utilizada foi pouco responsiva em algumas variáveis. Isso indica inclusive, a necessidade de mais estudos detalhando as respostas de diferentes cultivares ao uso da tecnologia de bioestimulantes, o que vai direcionar o produtor na escolha de usar ou não produto dependendo da cultivar escolhida para produzir, evitando também gastos desnecessários com produto e mão-de-obra para aplicação.

Ao final, a produtividade de raízes secas não foi afetada pelo modo de preparo de solo empregado e as doses de bioestimulante também não apresentou diferença significativa para a PR.

Não houve diferença entre aplicação via sulco ou foliar no DR após 270 DAP. Também não houve diferença

significativa para as doses. Não foi detectada interação significativa entre modo de aplicação e doses.

Na avaliação final, o PA foi afetado pelo modo de aplicação (Tabela 4). A aplicação do bioestimulante via foliar teve maior PA, sendo de 370,98 g planta⁻¹, enquanto a aplicação via sulco apresentou 294,61 g planta⁻¹. As doses de bioestimulante não apresentaram regressão significativa e não houve interação com os modos de aplicação.

Segundo Magalhães et al. (2016), o aumento da matéria seca do caule é uma característica desejável, pois a mandioca se propaga vegetativamente por meio de estaquia, portanto, qualquer estímulo positivo ou negativo para o crescimento da parte aérea no início desenvolvimento pode afetar diretamente a qualidade do plantio desse material e produção em safras subsequentes.

Aos 270 DAP, não houve diferenças na produtividade de raízes secas da mandioca cultivada com diferentes doses de bioestimulante aplicado via sulco ou foliar. As médias de produtividade encontradas foram de 8724,4 e 10530,8 kg ha⁻¹ para as aplicações via sulco e foliar, respectivamente. As produtividades foram de 9383,3 kg ha⁻¹ na dose zero, 9853,5 kg ha⁻¹ na dose 0,25, 12087,6 kg ha⁻¹ na dose 0,5 e 12087,6 na dose de 1,0 L ha⁻¹, sem regressão significativa para as doses.

De acordo com Silva et al. (2014), a produção de massa de raízes é o que mais importa atualmente aos produtores de mandioca, por ser a única parte comercializável da cultura. Porém, os autores constataram que os tratamentos com bioestimulante não possibilitaram resultados significativos na massa de raízes da mandioca cultivar IAC-14.

Segundo Zucareli et al. (2018), o não efeito dos bioestimulantes vegetais pode estar relacionado a baixa concentração de reguladores no produto, o que verifica a necessidade de mais estudos detalhados para a utilização dos bioestimulantes para a cultura da mandioca, inclusive a dosagem dos hormônios e quais os mais promissores para esta cultura.

5. CONCLUSÕES

A mandioca implantada sem preparo do solo produz maior matéria seca da parte aérea, número e comprimento de raízes e maior produtividade de matéria seca de raízes.

A aplicação de bioestimulante via foliar proporciona aumento do peso seco da parte aérea da mandioca.

O uso de bioestimulante proporciona aumento da altura de planta, do diâmetro do caule e comprimento de raízes de mandioca.

6. REFERÊNCIAS

- AGUIAR, E. B.; SCHLEDER, E. J. D.; BRITO, V. H. S.; AGUENA, F. A. F. Plantio Direto na cultura da mandioca. **Uniciências**, v. 25, n. 1, p. 2-9, 2021. <https://doi.org/10.17921/1415-5141.2020v25n1p02-09>
- BEZERRA, C. B.; MEDEIROS, E. V.; SILVA, C. A. D.; NOTARO, K. A.; NEGREIROS, A. M. P.; JÚNIOR, R. S. NON-autoclaved poultry litter and soil are eficiente in controlling *Scytalidium lignicola* growth, the causal agent of cassava black root. **Summa Phytopathology**, v. 45, n. 2, p. 191-196, 2019. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/187102>
- CAMARGO, F. P.; FREDO, C. E.; BAPTISTELLA, C. da S. L.; GHOBRI, C. N.; BINI, D. L. de C.; ANGELO, J. A.; MIURA, M.; COELHO, P. J.; MARTINS, V. A.; NAKAMA, L. M.; FERREIRA, T. T. Previsões e

Estimativas das Safras Agrícolas do Estado de São Paulo, Levantamento Parcial, Ano Agrícola 2022/23 e Levantamento Final, Ano Agrícola 2021/22, Novembro de 2022. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 18, n. 2, fev. 2023, p. 1-20. Disponível em: <<http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=16118>>.

- CASTRO, P. R. C.; CAMPOS, G. R.; CARVALHO, M. E. A. **Biorreguladores e bioestimulantes agrícolas**. Piracicaba: ESALQ, 2019. 74p. (Série Produtor Rural, 71)
- CAVALIERI, K. M. V.; TORMENA, C. A.; VIDIGAL FILHO, P. S.; GONÇALVES, A. C. A.; COSTA, A. C. S. D. A. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 137-147, 2006. <https://doi.org/10.15120/S0100-06832006000100014>
- FELTRAN, J. C.; VALLE, T. L.; GALERA, J. M. S. V. Efeito de bioestimulante (Stimulate) no desenvolvimento radicular da mandioca de indústria variedade IAC-14. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 5, p. 702-706, 2009.
- FERRARI, S.; POLYCARPO, G. V.; VARGAS, P. F.; FERNANDES, A. M.; CUNHA, M. L. O.; PAGLIARI, P. Mix of trinexapac-ethyl and nitrogen application to reduce upland rice plant height and increase yield. **Plant Growth Regulation**, v. 96, p. 209-219, 2021. <https://doi.org/10.1007/s10725-021-00770-0>
- FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019. <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>
- FIGUEIREDO, P. G.; BICUDO, S. J.; MORAES-DALLAQUA, M. A.; TANAMATI, F. Y.; AGUIAR, E. B. Componentes de produção e morfologia de raízes de mandioca sob diferentes preparos do solo. **Bragantia**, v. 73, p. 357-364, 2014. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0150>
- GILL, K.; KUMAR, P.; NEGI, S.; SHARMA, R.; JOSHI, A. K.; SUPRUN, I. I.; AL-NAKIB, E. A. Physiological perspective of plant growth regulators in flowering, fruit setting and ripening process in citrus. **Scientia Horticulturae**, v. 309, n. 5, e111628, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111628>
- GUIMARÃES, D. G.; PRATES, C. J. N.; VIANA, A. E. S.; CARDOSO, A. D.; SANTOS, V. S.; MATSUMOTO, S. N.; NOVAES, Q. S.; JÚNIOR, N. S. C.; LOPES, S. C. Physiological and agronomic characteristics of cassava genotypes. **African Journal of Agricultural Science**, v. 12, n. 5, p. 354-361, 2017. <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11862>
- HE, R.; HE, M.; XU, H.; ZHANG, K.; ZHANG, M.; REN, D.; LI, Z.; ZHOU, Y.; DUAN, L. A novel plant growth regulator brazide improved maize water productivity in the arid region of Northwest China. **Agricultural Water Management**, v. 287, n. 1, e108441, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108441>
- HOWELER, R. Does cassava production degrade or improve the soil? In: HOWELER, R. **Sustainable soil and crop management of cassava in Asia**. Cali: CIAT, 2014. 294
- IBGE_Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Perfil dos Estados e dos Municípios Brasileiros – Censo 2016**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2014/>>. Acesso em: 10 ago. 2022.
- KATEL, S.; MANDAL, H. R.; KATTEL, S.; YADAV, S. P. S.; LAMSHAL, B. S. Impacts of plant growth regulators in strawberry plant: A review. **Heliyon**, v. 8, n. 12, e11959, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11959>
- KIDASI, P. C.; KILALO, D. C.; MWANG'OMBE, A. W. Effect of sterilants and plant growth regulators in regenerating commonly used cassava cultivars at the Kenyan coast. **Heliyon**, v. 9, n. 6, e17263, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17263>
- LANA, A. M. Q.; LANA, R. M. Q.; GOZUEN, C. F.; BONOTTO, I.; TREVISAN, L. R. Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro. **Biosciencie Journal**, v. 25, n. 1, p.13-20, 2009.
- LOPES, A. S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/Fotapos, 1989. 153p.
- MAGALHÃES, J. E. DE.; FERREIRA, E. A.; OLIVEIRA, M. C. DE.; PEREIRA, G. A. M. SILVA; SILVA, A. V.; SANTOS, J. B. Effect of plant-bioestimulant on cassava initial growth. **Revista Ceres**, v. 63, n. 2, p. 208-213, 2016. <https://doi.org/10.1590/0034-73L7X201663020012>
- PEQUENO, M. G.; VIDIGAL FILHO, P. S.; TORMENA, C.; KVITSCHAL, M. V.; MANZOTTI, M. Efeito do sistema de preparo do solo sobre características agrônômicas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11 n. 5, p. 476-481, 2007. <https://doi.org/10.15120/S1415-43662007000500005>
- PEREIRA, A. S.; LORENZI, J. O.; MONTEIRO, D. A. Reguladores de crescimento na produção de mandioca. **Bragantia**, v. 43, n. 2, p. 673-676, 1984. <https://doi.org/10.1590/S0006-87051984000200035>
- PIGATTO, G. A. S.; QUEIROZ, T. R.; LOURENZANI, A. E. B. Redes sociais de produtores de mandioca em regiões do estado de São Paulo. **Interações**, Campo Grande, v. 16, n. 1, p. 75-86, 2015. <https://doi.org/10.20435/interacoes.v16i1.61>
- RANGEL, M. A. S.; FEY, E.; NEUBERT, E.O.; FIDALSKI, J. **Plantio direto da mandioca: aspectos do manejo**. Cruz das Almas: Embrapa, 2018. 28p.
- REIS, J. M. R.; RODRIGUES, J.; DE ALMEIDA, R. M. Doses e formas de aplicação de bioestimulante na produção de mudas de maracujazeiro. **Revista Cultura Agrônômica**, v. 25, n. 3, p. 267-274, 2016.
- SANTOS, H. G.; JOCOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBREARAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F. OLIVEIRA, J. B.; **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3 ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2013. 353p.
- SILVA, J. V. D.; MIGLIORANZA, E.; OLIVEIRA, E. C. DE; FELTRAN, J. C. Mandioca 'IAC 14' tratada com reguladores vegetais e bioestimulante. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 10, n. 1, p. 38-48, 2014.
- SOUZA, F. V. A.; RIBEIRO, S. C. A.; SILVA, F. L. da; TEODÓSIO, A. E. M. M. Waste of the cassava in family agroindustries in the Northeast Pará, Brazil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 1, p. 92-98, 2019. <https://doi.org/10.18378/rvads.v14i1.6006>

- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, E.; MURPHY, A. **Plant Physiology and Development**, 6^a ed. Sinauer Associates, Sunderland, 2015. 719p.
- TSUBO, A. A.; BRITO, O. R.; PASSOS, D. P.; ARAÚJO, H. S. DE; MERCANTE, F. M.; OTSUBO, V. N. Formas de preparo de solo e controle de plantas daninhas nos fatores agronômicos e de produção da mandioca. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 6, p. 2241-2246, 2012. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n6p2241>
- UTSUMI, Y.; UTSUMI, C.; TANAKA, M.; HÁ, C. V.; TAKAHASHI, S.; MATSUI, A.; MATSUNAGA, T. M.; MATSUNAGA, S.; KANNO, Y.; SEO, M.; OKAMOTO, Y.; MORIYA, E.; SEKI, M. Acetic acid treatment enhances drought avoidance in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Front Plant Science**, v. 10, n. 521, p. 1-12, 2019. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00521>
- VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; FALEIRO, F. G.; BELLONI, G.; FONSECA, K. G.; CARVALHO, L. J. C. B.; SILVA, M. S. Caracterização molecular e variabilidade genética de acessos elite de mandioca para fins industriais. **Ciência Rural**, v. 40, n. 12, p. 2467-2471, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010001200005>

Agradecimentos: Ao CERAT – Centro de Raízes e Amidos Tropicais.

Contribuições dos autores: T. C. P. – coleta de dados, análise estatística, redação do rascunho original; M. M. R. – coleta de dados, análise estatística; redação do rascunho original; J. V. C. M. – análise estatística, redação do rascunho original, revisão e edição, validação; A. M. C. – validação, redação do rascunho original, revisão e edição; E. T. T. – validação, redação do rascunho original, revisão e edição; S. F. – conceitualização, metodologia, supervisão, validação, revisão e edição. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

Financiamentos: *Não aplicável.*

Revisão por Comitê Institucional: *Não aplicável.*

Comite de Ética: *Não aplicável.*

Disponibilização dos dados: Os dados do estudo poderão ser obtidos mediante solicitação ao autor correspondente ou ao segundo autor, via e-mail. Não está disponível no site porque o projeto de pesquisa ainda está em desenvolvimento.

Conflito de Interesses: Os autores declaram não haver conflito de interesses. As entidades de apoio não tiveram qualquer papel na concepção do estudo; na coleta, análise ou interpretação de dados; na redação do manuscrito ou na decisão de publicação dos resultados.