
INFLUÊNCIA DE LUZ E SACAROSE NO CRESCIMENTO IN VITRO DE MANDIOCA

CARDOSO, Milena Nascimento¹
ARAÚJO, Aparecida Gomes de²
SILVA, Ana Veruska Cruz da³
OLIVEIRA, Leila Albuquerque Resende de³
LÉDO, Ana da Silva¹

Recebido em: 2017.02.23

Aprovado em: 2018.01.11

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.2710

RESUMO: A mandioca é a única espécie do gênero *Manihot* comercialmente produzida. A produção de mudas micropropagadas possui limitações, e entre estas está o alto custo com energia utilizadas nas salas de crescimento, e na taxa de sobrevivência das plantas na fase de aclimatização, porém a cultura de tecidos é uma ferramenta de multiplicação rápida e obtenção de plantas sadias (cultura de meristema), pois o método de propagação vegetativa acarreta problemas fitossanitários como disseminação de patógenos. Uma alternativa para diminuir gastos dessa técnica seria a redução de sacarose ao meio e indução de enraizamento sob luz natural em casa de vegetação. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência da luz e sacarose na sobrevivência e desenvolvimento de mudas de mandioca micropropagada. As variedades BRS Formosa, Lagoão e BRS Verdinha, cultivadas em meio MS acrescido de diferentes concentrações de sacarose (10; 20 e 30 g.L⁻¹), e após 30 dias em sala de crescimento, os frascos foram incubados em sala de crescimento e casa de vegetação por 15 dias. Em cultivos envolvendo diferentes tipos de luz, BRS Formosa e Lagoão, alcançaram melhores médias sob luz natural e altas concentrações de sacarose, enquanto que BRS Verdinha obteve melhor desenvolvimento em luz natural e baixa concentração de sacarose.

Palavras-chave: *Manihot esculenta*. Carboidratos. Micropropagação. Aclimatização.

LIGHT AND SUCROSE INFLUENCE ON THE IN VITRO GROWTH OF CASSAVA

SUMMARY: Cassava is the only species of the genus *Manihot* commercially produced. The production of micropropagated seedlings has limitations, and among these is the high-energy cost used in growing rooms, and the survival rate of the plants in the acclimatization phase, but the tissue culture is a tool of rapid multiplication and obtaining of plants (Meristem culture), because the vegetative propagation method leads to phytosanitary problems such as the dissemination of pathogens. An alternative to reduce costs of this technique would be the reduction of sucrose to the medium and induction of rooting under natural light in greenhouse. Therefore, the objective of this work was to evaluate the influence of light and sucrose on the survival and development of micropropagated cassava seedlings. The BRS Formosa, Lagoão and BRS Verdinha varieties, cultivated in MS medium with different concentrations of sucrose (10, 20 and 30 gL⁻¹), and after 30 days in the growth room, the flasks were incubated in room growth and greenhouse for 15 days. In crops involving different types of light, BRS Formosa and Lagoão had better averages under natural light and high concentrations of sucrose, whereas BRS Verdinha had a better development in natural light and low concentration of sucrose

Keywords: *Manihot esculenta*. Carbohydrates. Micropropagation. Acclimatization.

INTRODUÇÃO

A mandioca é amplamente cultivada pelo mundo, principalmente em regiões tropicais e ocupa a quarta maior fonte de hidratos de carbono (BLAGBROUGH et al., 2010). Pertence à classe das dicotiledôneas, ordem Euphorbiales, família Euphorbiaceae, gênero *Manihot*, que é composto por cerca de

¹ Universidade Federal de Sergipe

² CNPq/FAPITEC-SE

³ Embrapa Tabuleiros Costeiros

100 espécies, sendo a *Manihot esculenta* Crantz a única comercialmente produzida (FIALHO; VIEIRA, 2011).

Nos países em desenvolvimento, a mandioca muitas vezes é cultivada por agricultores de subsistência, pois apresenta fácil sistema de propagação e tolerância a condições severas, como seca e pouca demanda nutricional (COSTA et al., 2011). Porém, este cultivo é de longa duração e sua taxa de multiplicação é muito baixa e lenta, o que se constitui uma limitação para a produção de mudas e estabelecimento de cultivos racionais (SHIJI et al., 2014; SILVEIRA et al., 2009). Desse modo a cultura de tecidos de plantas, com suas variadas técnicas, tem sido aplicada em programas de conservação, melhoramento genético e propagação, visando a melhoria do sistema de produção de mandioca.

O processo de micropropagação tem vários passos: estocagem de plantas saudáveis, corte de explantes e esterilização, introdução *in vitro* proliferação, enraizamento, aclimatização e crescimento das plantas em condições de campo (BUTT et al., 2015). Dentre esses, a aclimatização é considerada uma das mais críticas e por essa razão exige cuidados (LUZ et al., 2014). Nessa etapa, ocorre a transferência das plantas para condições externas ao laboratório, sendo esta a transição do heterotrofismo para o autotrofismo, havendo um número expressivo de espécies vegetais micropropagadas que não sobrevive a esse período (HAZARIKA, 2003; DORNELES; TREVELIN, 2011; PEREIRA FILHO, 2014).

Uma alternativa para diminuição do tempo e aumento nas taxas de sobrevivência das plantas nessa etapa é a passagem das plantas por um período de rustificação ou pré-aclimatização, que consiste em mudanças no ambiente *in vitro* para estimular a transição do heterotrofismo para o autotrofismo (CHANDRA et al., 2010). Nesse cultivo, o crescimento da planta depende da presença de açúcar, tornando-se fundamental como fonte de carboidratos (KOZAI; ZOBAYED, 2000).

Uma alternativa para o aumento da sobrevivência das mudas é o cultivo fotoautotrófico, que consiste em um sistema de cultivo *in vitro* em ambiente de luz natural (BRAGA et al., 2011). Indivíduos adaptados gradualmente do meio *in vitro* para *ex vitro* podem apresentar uma melhora no desempenho em ambientes de estresse, conseqüentemente aumentando o rendimento (GEORGE; MANUEL, 2013; XIAO et al., 2011).

Existem poucos estudos *in vitro* e *ex vitro* considerando diferentes concentrações de sacarose no processo de micropropagação de mandioca, a maioria dos estudos tem enfoque em alterações na concentração de sacarose para fins de conservação (VIEIRA et al., 2015; SINTIM; AKROMAH, 2015). A influência de luz e diferentes concentrações de sacarose no meio foram testadas em porta-enxertos de pereira (LEITE et al., 2000), mirtilo (DAMIANI; SCHUCH, 2008), tomilho (BANDEIRA et al., 2008) e ginseng brasileiro (MALDANER et al., 2006).

O objetivo desse trabalho foi avaliar diferentes concentrações de sacarose, a influência da luz natural e artificial nas respostas morfofisiológicas de mudas de mandioca nas fases *in vitro* e de aclimatização, visando otimizar o protocolo de micropropagação.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi realizado no laboratório de Cultura de Tecidos e Plantas e casa de vegetação, ambas da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju/SE. Ápices caulinares já estabelecidos *in vitro* das variedades BRS Formosa, BRS Verdinha e Lagão foram repicados a cada trinta dias em meio MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962), acrescidos com 30 g.L⁻¹ de sacarose, reguladores de crescimento (BAP, ANA e GA₃) e gelificado com 4 g.L⁻¹ de Phytigel®, para obtenção de brotações.

Para avaliação da influência da sacarose e luz, os tratamentos foram aplicados na etapa de enraizamento *in vitro*, sendo constituídos de meios de cultivo com as seguintes concentrações de sacarose

(10, 20 e 30 g.L⁻¹) e ambientes de cultivo (Sala de crescimento – luz artificial – mesmas condições citadas anteriormente e Estufa – luz natural) combinados com 3 variedades, perfazendo um total de 18 tratamentos. O meio utilizado foi o MS sem reguladores de crescimento e solidificado com ágar (6 g.L⁻¹).

Todos os frascos permaneceram em sala de crescimento por 30 dias, sendo que após esse período metade dos frascos de cada tratamento foram transferidos para luz natural ou casa de vegetação para enraizamento *in vitro* por mais 15 dias e os outros permaneceram em sala de crescimento (luz artificial). Decorridos esse período, as plantas tiveram suas raízes lavadas e podadas (deixando-se 1 cm de raízes), sendo em seguida transplantadas em bandejas preenchidas com substrato comercial Topstrato e fibra de coco (1:1). As plantas foram mantidas em casa de vegetação, por 60 dias. Após esse período, analisou-se o crescimento das plantas, determinando-se as seguintes variáveis: número de folhas, comprimento da parte aérea, diâmetro do pseudocaulo (medido no colo da planta) e massa seca de parte aérea e de raízes.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3x2 (variedades x concentrações de sacarose x tipos de luz), com cinco repetições contendo três explantes cada uma. Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância pelo teste F a 5% de probabilidade e, nos casos de significância, realizou-se teste de Tukey a 5 % de significância, utilizando o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014). Os dados de contagem foram transformados pela equação $(x+0,5)^{0,5}$.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo da interação tripla (variedade x sacarose x luz) para avariável número de folhas; da interação dupla (luz x variedade) para comprimento da parte aérea, massa seca de parte aérea e da interação luz x sacarose para massa seca da parte aérea. Os fatores variedade, luz e sacarose foram significativos isoladamente para massa seca de raiz (TABELA 1)

TABELA 1. Resumo da análise de variância de caracteres de crescimento em variedades de mandioca em função de diferentes concentrações de sacarose e diferentes luzes.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio			
		NF ¹	CPA	MSPA	MSR
Luz (L)	1	1,26**	62,06 **	0,3356 **	0,0017 *
Sacarose (S)	2	0,09 ns	4,47 ns	0,1195 **	0,0014 *
Variedade (V)	2	0,72 **	2,45 ns	0,6553 **	0,0052 *
L x S	2	0,08 ns	2,75 ns	0,0679 ns	0,0007 ns
L x V	2	0,01 ns	36,37 **	0,0989 *	0,0007 ns
S x V	4	0,03 ns	0,09 ns	0,0005 ns	0,0004 ns
L x S x V	4	0,14 *	0,71 ns	0,0219 ns	0,0002 ns
Resíduo	252	0,04	1,62	0,0239	0,0003
CV (%)		6,52	16,96	54,43	39,04

Não houve diferença significativa para o número de folhas formadas inicialmente na fase *in vitro* em todas as concentrações de sacarose para as variedades Lagoão e BRS Formosa. A produção de folhas sofreu redução na variedade BRS Formosana concentração 20 g.L⁻¹ sob luz artificial e Lagoão, apresentou maiores médias para luz natural e artificial na concentração 30 g.L⁻¹ de sacarose (12,46 e 11,16 respectivamente). Em BRS Verdinha, as maiores médias foram obtidas no tratamento 30 g.L⁻¹ de sacarose em luz artificial e 10 g.L⁻¹ com emprego de luz natural (TABELA 2). A maior produção de folhas pode ser explicada pela relação fonte-dreno, em que quanto maior acúmulo de sacarose (açúcar formador de amido) nas folhas, maior a posterior migração para raízes e formação de tubérculos. Resultados contrários aos encontrados por Lemes *et al.* (2016) em estudo com orquídeas no qual obteve uma diminuição na produção foliar com o aumento de sacarose ao meio MS.

TABELA 2. Número de folhas de três variedades de mandioca sob emprego de luz natural e artificial e tratadas com diferentes concentrações de sacarose.

Sacarose (g.L ⁻¹)	BRS Formosa	
	Luz Artificial	Luz Natural
10	9,58 aA	10,62 aA
20	9,54 aB	10,70 aA
30	10,15 aA	10,94 aA
Lagoão		
	Luz Artificial	Luz Natural
10	10,87 aA	11,40 aA
20	10,58 aB	11,98 aA
30	11,16 aB	12,46 aA
BRS Verdinha		
	Luz Artificial	Luz Natural
10	9,86 bB	11,98 aA
20	10,92 abA	11,72 abA
30	11,38 aA	10,71 bA
CV (%)	13,43	

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Para o comprimento de parte aérea, a variedade Lagoão em luz artificial e BRS Formosa em luz natural foram as que obtiveram as maiores médias com 8,66 e 7,77 cm respectivamente (TABELA 3). A diminuição no comprimento da parte aérea das plantas cultivadas sob luz natural quando comparadas com luz artificial, pode ser atribuída ao fato de que o cultivo inicial em sala de crescimento com baixa intensidade luminosa, origina plantas com elevado conteúdo de água que, quando aclimatadas, possuem desordens anatômicas e fisiológicas que não possibilitam que o aparato fotossintético opere normalmente (ARIGITA et al., 2002), inibindo o alongamento do caule (estiolamento).

Houve incremento de biomassa na variedade Lagoão para os dois tratamentos de luz, obtendo média superior sob luz artificial com média de 0,45 (TABELA 3). Tal fato está relacionado a micropropagação feita em sala de crescimento, proporcionando maior acúmulo de massa fresca nas plantas e consequente massa seca, pois as condições ambientais da sala de cultivo têm como características principais a temperatura amena e baixa irradiância (SILVA et al., 2014).

TABELA 3. Comprimento de parte aérea e massa seca de parte aérea em variedades de mandioca tratadas com luz natural e artificial.

	Variedades		
	BRS Formosa	Lagoão	BRS Verdinha
Comprimento de parte aérea (cm)			
Luz Artificial	7,62 aB	8,66 aA	7,71 aB
Luz Natural	7,77 aA	6,32 bC	7,02 bB
CV (%)	16,96		
Massa seca de parte aérea (g)			
Luz Artificial	0,25 aB	0,45 aA	0,25 aB
Luz Natural	0,21 aB	0,30 bA	0,22 aB
CV (%)	54,43		

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A micropropagação em sala de crescimento (Luz artificial) proporcionou um aumento na massa seca da parte aérea na concentração 30 g.L⁻¹ (TABELA 4). A adição de 15 g.L⁻¹ de sacarose em baixa intensidade luminosa (70 mmol.m⁻².s⁻¹) possibilitou um incremento de biomassa em espécie do gênero *Agaphantus* (FOGAÇA et al., 2007). Contudo, no tratamento sob luz natural, esse aumento se deu nas menores concentrações de sacarose (10 e 20 g.L⁻¹) (TABELA 4). De acordo com SILVA et al. (2014) isso pode ocorrer porque o cultivo mantido sob luz natural pode resultar em alterações na anatomia foliar, o que aproxima esse cultivo do fotoautotrófico. Contrariando tais resultados, nos estudos de Silva et al. (2014), sob cultivo de luz natural, as concentrações de 30 e 40g.L⁻¹ foram as que possibilitaram aumento na biomassa de abacaxizeiros.

TABELA 4. Massa seca de parte aérea e raiz sob efeito de luz natural e artificial e tratadas com diferentes concentrações de sacarose.

	Sacarose (g.L ⁻¹)			Médias
	10	20	30	
Massa seca de parte aérea (g)				
Luz artificial	0,26 Ba	0,30 Ba	0,38 Aa	0,31
Luz natural	0,24 Aa	0,24 Aa	0,25 Ab	0,24
Média	0,25	0,27	0,32	
CV (%)	54,43			
Massa seca de raiz (g)				
	10	20	30	Média
Luz artificial	0,041	0,048	0,049	0,047 b
Luz natural	0,049	0,057	0,051	0,052 a
Média	0,045 B	0,053 A	0,050 AB	
CV (%)	39,04			

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro

A biomassa de raiz teve incremento nas concentrações 20 e 30 g.L⁻¹ de sacarose (TABELA 4), resultado semelhante ao que FOTOPOULOS; SOTIROPOULOS (2004) encontraram em porta-enxerto de pêssegos. Houve aumento na massa seca de raiz em alta intensidade luminosa vinda da casa de vegetação (TABELA 5). Para tal variável, a maior produção ocorreu nas variedades BRS Formosa e Lagoão, apresentando médias de 0,055 e 0,053 de massa seca, respectivamente.

TABELA 5. Massa seca de raiz sob efeito de luz natural e artificial e tratadas com diferentes concentrações de sacarose.

	Variedades			Médias
	Lagoão	BRS Verdinha	BRS Formosa	
Luz Natural	0,058	0,040	0,056	0,052 a
Luz Artificial	0,047	0,042	0,054	0,047 a
Média	0,053 a	0,041 b	0,054a	
CV (%)	39,04			

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

CONCLUSÃO

1. As variedades BRS Formosa e Lagoão apresentam maior desenvolvimento vegetativo em luz natural e na presença de 20 e 30 g.L⁻¹ de sacarose.
2. A variedade BRS Verdinha apresenta maior desenvolvimento vegetativo sob luz natural e na presença de 10 g.L⁻¹ de sacarose.
3. A luz natural possui potencial para reduzir os custos da produção de mudas de mandioca micropropagadas na fase de enraizamento *in vitro*.

REFERÊNCIAS

- BANDEIRA, J.M. et al. Diferentes tipos de vedações dos frascos e concentrações de sacarose na micropropagação de *Thymus vulgaris* L. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 472-474, 2008. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/viewFile/428/385>
- BLAGBROUGH, I.S. et al. Cassava: an appraisal of its phytochemistry and its biotechnological prospects. **Phytochemistry** v. 71, p. 1940–1951, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.phytochem.2010.09.001>
- BRAGA, F.T. et al. Características morfofisiológicas de abacaxizeiro ‘gomo de mel’ enraizado *in vitro* sob luz natural e substrato vermiculita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 551-557, 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452011000200027
- BUTT, J.S. et al. Micropropagation in advanced vegetable production: a review. **Advancements in Life Sciences**, v. 2, n. 2, 2015. Disponível em: <http://www.als-journal.com/articles/vol2issue2/222.15/pdf.pdf>
- CHANDRA S. et al. Acclimatization of tissue cultured plantlets: from laboratory to land. **Biotechnol Letters**, v. 32, n. 9, p. 1199-1205, 2010. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10529-010-0290-0>

- COSTA, C.N.M. et al. Levels of MeLE A3, a cDNA sequence coding for an atypical late embryogenesis abundant protein in cassava, increase under *in vitro* salt stress treatment. **Plant Molecular Biology Reporter**, v. 27, p. 997-1005, 2011. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11105-011-0292-7>
- DAMIANI, C.R.; SCHUCH, M.W. Multiplicação fotoautotrófica de mirtilo através do uso de luz natural. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 482 - 487, 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452008000200037
- DORNELES, L.T.; TREVELIN, V. Aclimatização e reintrodução de *Cattleya intermedia* Graham ex Hook (*Orchidaceae*) obtidas por propagação *in vitro*. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v. 66, n. 2, p. 167-174, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452008000200037>
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n.2, p. 109-112, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.>
- FIALHO, J.de F; VIEIRA, E.A. **Mandioca no Cerrado: orientações técnicas**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 208p, 2011.
- FOGAÇA, L.A.et al. Características morfofisiológicas de brotos micropropagados de Agapantho sob diferentes intensidades luminosas e concentrações de sacarose. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 371-378, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v8i4.9882>
- FOTOPOULOS, S; SOTIROPOULOS, E.T. *In vitro* propagation of the peach rootstock: the effect of different carbon sources and types of sealing material on rooting. **Biologia Plantarum**, v. 48, n. 4, p. 629-631, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1023/B:BIOP.0000047166.26010.ef>
- GEORGE, P.; MANUEL, J. Low cost tissue culture technology for the regeneration of some economically important plants for developing countries. **International Journal of Agriculture, Environment & Biotechnology**, New Delhi, v. 6, p. 703-711, 2013. Disponível: https://www.researchgate.net/publication/305688749_Low_cost_tissue_culture_technology_for_the_regeneration_of_some_economically_important_plants_for_developing_countries
- HAZARIKA, B.N. Acclimatization of tissue-cultured plants. **Current Science**, v. 85, n. 12, p. 1704-1712, 2003. Disponível em: <tejas.serc.iisc.ernet.in/~currsci/dec252003/1704.pdf>
- KOZAI, T.; ZOBAYED, S. M. A. Acclimatization. In: SPIER, R. E. (Ed.). **Encyclopedia of cell technology**. New York:John Wiley & Sons, 2000. v. 1. p. 1-12.
- LEITE G.B.; N. F.; FORTES G.R.L. Efeitos de concentrações de sacarose no meio de cultura e da intensidade luminosa no enraizamento *in vitro* do porta-enxerto de Pereira Oh X F97. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 2, p.353-357, 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/237484510_EFEITOS_DE_CONCENTRACOES_DE_SACAROSE_NO_MEIO_DE_CULTURA_E_DA_INTENSIDADE_LUMINOSA_NO_ENRAIZAMENTO_IN_VITRO_DO_PORTA-ENXERTO_DE_PEREIRA_OH_X_F971
- LEMES, C.S.R. et al. Meios de cultivo e sacarose no crescimento inicial *in vitro* de *Miltonia flavescens*. **Ciência Rural**, v.46, n. 3, p. 499-505, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20150368>
- LUZ, J.M.Q.et al.Estabelecimento *in vitro* e aclimatização de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 16, n. 2, p. 444-449, 2014. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/1983-084X/12_140

MALDANER, J. et al. Crescimento de plântulas de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen cultivadas in vitro sob dois níveis de nitrogênio e sacarose, durante seis subculturas sucessivas e aclimatização. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 1, p. 133-140, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782007000100021>

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.15, n.3, p.437-497, 1962. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>

PEREIRA FILHO, T.B.P. **Propagação e micropropagação de lisianthus (*Eustoma grandiflorum* SHINN)**. 2014. 34f. Monografia (Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal da Paraíba

SHIJI R. et al. Micropropagation for rapid multiplication of planting material in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Journal of Root Crops**, Kerala, v. 40, n. 1, p. 23-30, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/303460264_Micropropagation_for_Rapid_Multiplication_of_Planting_Material_in_Cassava_Manihot_esculenta_Crantz

SILVA, A. B. et al. Efeito da luz e do sistema de ventilação natural em abacaxizeiro (Bromeliaceae) micropropagado. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 2, p. 380-386, 2014. Disponível em: www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/download/17972/13752

SILVEIRA, D.G.S. et al. Micropropagation and *in vitro* conservation of *Neoglaziovia variegata* (Arr. Cam.) Mez, a fiber produced bromeliad from Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 52, n. 4, p. 923-932, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132009000400016>

SINTIM, H.Y.; AKROMAH, R. Differing sucrose requirements for *in vitro* conservation of cassava genotypes. **International Journal of Plant & Soil Science**, v. 7, n. 1, p. 45-54, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.9734/IJPSS/2015/17564>

VIEIRA, L.J. et al. Use of multivariate analysis to evaluate the effect of sucrose on *in vitro* cassava conservation. **African Journal of Biotechnology**, v. 14, n. 5, p. 419-424, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5897/AJB2014.14210>

XIAO, Y.; et al. Development and application of photoautotrophic micropropagation plant system. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, v. 105, p. 149-158, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s11240-010-9863-9>