

PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE MANDIOCA SOB DÉFICIT HÍDRICO

Fábio Santos Matos¹, Ricardo Felício², Patrícia Sousa da Silveira³, Roberli Ribeiro Guimarães¹, Priscilla Gomes de Freitas Santos⁴, Alayni Carla Sousa Nascente², José Paulo Carneiro Custódio², Leandro Mariano da Silva²

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo avaliar o crescimento e a produtividade de cultivares de mandioca sob déficit hídrico. O experimento foi conduzido no campo experimental da Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Ipameri. A área experimental possui Latossolo vermelho-amarelo. O experimento foi montado seguindo o delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 4x2, utilizando quatro cultivares de mandioca (BRS 396, BRS 397, BRS 398, BRS 399) desenvolvidos pela Embrapa Cerrados e dois suprimentos hídricos: plantas sob déficit hídrico e plantas diariamente irrigadas com volume de água correspondente a evapotranspiração diária, quatro repetições e parcela experimental de duas plantas úteis. As variáveis de crescimento e fisiológicas: altura de planta, diâmetro do caule, teor relativo de água e pigmentos fotossintéticos foram analisadas aos oito meses de idade e a produtividade mensurada aos dez meses após o plantio. Os resultados demonstram as diferenças entre os materiais com formação de dois grupos distintos: grupo I formado por BRS 399 e BRS 398 com maiores produtividades e grupo II com BRS 396 e BRS 397. Todas as cultivares apresentaram reduções na produtividade sob déficit hídrico, mas com ausência de diferença estatística entre materiais. As cultivares apresentaram-se semelhantes quanto ao crescimento vegetativo, exceto altura de plantas e concentração foliar de pigmentos fotossintéticos, principalmente sob irrigação diária. As cultivares de *Manihot esculenta* avaliadas (BRS 396, BRS 397, BRS 398 e BRS 399) não diferem quanto à produtividade sob déficit hídrico e apresentam como estratégia de tolerância à seca o retardo da desidratação. Sob suprimento hídrico adequado, as cultivares BRS 398 e BRS 399 apresentam-se mais produtivas em relação à BRS 396 e BRS 397.

Palavras-chave: *Manihot esculenta*, seca, variabilidade.

¹ Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor do Curso de Agronomia e Engenharia Florestal, Universidade Estadual de Goiás – Campus Ipameri, Rodovia GO-330, Km 241 Anel Viário. Cep: 75780-000. Ipameri (GO), Brasil. fabio.agronomia@hotmail.com ; roberligeo@gmail.com

² Graduandos em Agronomia pela Universidade Estadual de Goiás – Campus Ipameri, Rodovia GO-330, Km 241 Anel Viário. Cep: 75780-000. Ipameri (GO), Brasil. ricardo-felicio@hotmail.com; alainynascente@gmail.com; ze.paulo2@hotmail.com ; leandro.agroueg@outlook.com

³ Engenheira Agrônoma, Pós Doutoranda pela Universidade Estadual de Goiás – Campus Ipameri, Rodovia GO-330, Km 241 Anel Viário. Cep: 75780-000. Ipameri (GO), Brasil. patyagrovida@yahoo.com.br

⁴ Engenheira Agrônoma, Mestranda em Produção Vegetal pela Universidade Estadual de Goiás – Campus Ipameri, Rodovia GO-330, Km 241 Anel Viário. Cep: 75780-000. Ipameri (GO), Brasil. priscilla.prfreitas@gmail.com.

CASSAVA CULTIVARS PRODUCTIVITY IN DEFICIT WATER

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the growth and yield of cassava cultivars under water deficit. The experiment was conducted in the experimental field of the State University of Goiás, Ipameri Campus. The experimental area has red-yellow Latosol. The experiment was carried out following the completely randomized design in a 4x2 factorial arrangement using four cassava cultivars (BRS 396, BRS 397, BRS 398, BRS 399) developed by Embrapa Cerrados and two water supplies: plants under drought conditions and plants irrigated daily with a water volume corresponding to daily evapotranspiration, four replications and experimental plot of two plants. Growth and physiological variables: plant height, stem diameter, relative water content and photosynthetic pigments were analyzed at eight months of age and productivity measured at ten months after planting. The results show the differences between the materials, in which two distinct groups were formed: group I was formed by BRS 399 and BRS 398 with higher productivity and group II with BRS 396 and BRS 397. All cultivars showed reductions in productivity under drought, but no statistical difference between materials. The cultivars were similar in regards to vegetative growth, except plant height and leaf concentration of photosynthetic pigments, especially under daily irrigation. The evaluated *Manihot esculenta* cultivars (BRS 396, BRS 397, BRS 398 and BRS 399) did not differ in productivity under drought conditions and presented delay dehydration as a drought tolerance strategy. Under suitable water supply, cultivars BRS 398 and BRS 399 were more productive in relation to BRS 396 and BRS 397.

Keywords: *Manihot esculenta*, drought, variability.

INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* L. Crantz) é originária da América do Sul, na região sul da Amazônia. A cultura é a única das 98 espécies de *Manihot* que possui interesse econômico (Vieira et al., 2013). Conhecida popularmente no Brasil como "mandioca", "macaxeira" ou "aipim", é a principal espécie alimentar cultivada em sistemas de agricultura familiar. Pertencente à família Euphorbiaceae, caracterizada pela presença de látex e glicosídeos cianogênicos. As raízes tuberosas (órgão de interesse econômico) possuem tamanho e formato variados, podendo ser cilíndricas, cônicas e globosas. O número de raízes é variável, ocorrendo de 5 a 20 raízes por planta a depender da cultivar. A colheita da mandioca pode ocorrer entre 8 e 18 meses após o plantio e as raízes são destinadas para o consumo in natura ou industrial (Silva et al., 2012). A farinha é o principal subproduto da mandioca, no entanto, existe outros de importância econômica como: fécula, puba, chips, xaropes, papel, colas especiais, aditivos alimentares orgânicos, cerveja orgânica e rações.

A produtividade da mandioca por unidade de área em condições de estresse hídrico é superior quando comparada a outras culturas, isso deve principalmente à rusticidade e eficiência metabólica quando cultivada em áreas marginais para a maior parte das culturas. A mandioca destaca-se entre as culturas perenes por sua rusticidade e tolerância a estresses ambientais (De Tarso et al., 2015). A cultura demonstra alto grau de tolerância à seca prolongada e cresce bem em áreas com baixa e irregular precipitação inferior a 600

mm por ano, juntamente com o ar seco e as altas temperaturas, solos de baixa fertilidade e alta incidência de pragas e doenças (Okogbenin et al., 2013). Apesar do elevado potencial produtivo de 60 t ha⁻¹, os cultivos no Brasil em sua maioria são desprovidos de tecnologia adequada e resultam em baixa produtividade média de 14 t ha⁻¹ (EMBRAPA CERRADOS, 2016).

No Brasil, as regiões Norte e Nordeste são as principais produtoras de mandioca com mais de 55% da produção nacional. Em 1970, o Brasil era o maior produtor mundial de mandioca com 30% de toda produção correspondente a 34 milhões de toneladas; na safra 2014/2015 o país, com 22 milhões de toneladas, responde apenas por 8% da produção mundial. A queda na produção se deve a redução do consumo animal, principalmente na suinocultura que teve o alimento a base de mandioca substituído por ração balanceada e com as secas que atingiram o Nordeste nos últimos anos, o Brasil deixou de ser o principal produtor e passou a alternar como terceiro ou quarto produtor mundial (SEAB/DERAL, 2013; FAOSTAT, 2015).

As mudanças climáticas oriundas do aquecimento global têm intensificado a ocorrência de eventos extremos, como secas e inundações, em diversas regiões agrícolas do mundo. Dentre todos os recursos necessários para o crescimento e desenvolvimento, a água é o mais abundante e também o mais limitante. A redução da precipitação pluviométrica em diversas regiões do Brasil (Sudeste, Nordeste e outras) tem causado transtornos no abastecimento de água e redução da produtividade agrícola. Neste cenário de secas em diversas regiões produtoras de alimentos, torna-se

necessário o desenvolvimento de culturas melhoradas para obtenção de altos rendimentos sob baixa disponibilidade de água. O cultivo de espécies tolerantes à seca pode viabilizar a produção agrícola e gerar renda com inclusão social em regiões antes consideradas inaptas.

De toda a água absorvida pela planta, 97% é transpirada, 2% utilizada na expansão celular e 1% no metabolismo vegetal. A hidratação dos tecidos é condição sine qua non para iniciação e desenvolvimento do primórdio foliar e inúmeros outros processos essenciais ao metabolismo vegetal e, por isso, o déficit hídrico é o estresse abiótico mais frequente e restritivo à produtividade agrícola (Taiz e Zaiger, 2013). A redução da disponibilidade de água no solo compromete a produção de alimentos e torna inviável a exploração comercial de culturas susceptíveis ao déficit hídrico.

O desenvolvimento de cultivares superiores tolerantes ao déficit hídrico ou precoces para completar o ciclo antes do estabelecimento da seca associado ao emprego de tecnologia apropriada são ações necessárias para incrementar a produtividade da cultura da mandioca. Recentemente a Embrapa Cerrados desenvolveu novas cultivares de mandioca (BRS 396, BRS 397, BRS 398, BRS 399). As cultivares são oriundas do programa de melhoramento genético da Embrapa Cerrados e foram desenvolvidas com elevado potencial produtivo, precocidade, facilidade de colheita e tolerância a bacteriose (EMBRAPA CERRADOS, 2016). Com o intuito de incrementar a produtividade de raízes de mandioca através da utilização de materiais promissores e técnicas recomendadas, o presente estudo teve como

objetivo avaliar o crescimento e a produtividade de cultivares de mandioca sob déficit hídrico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Ipameri (Lat. 170° 43' 19'' S, Long. 480° 09' 35'' W, Alt. 773 m), Ipameri - Goiás. Esta região possui clima tropical úmido de acordo com a classificação de Köppen, com duas estações bem definidas, sendo o inverno seco e o verão chuvoso. A área experimental possui Latossolo vermelho-amarelo (EMBRAPA SOLOS, 2013). Após a análise química do solo realizou a calagem e adubação de acordo com recomendações técnicas para a cultura (EMBRAPA CERRADOS, 2011). O experimento foi montado seguindo o delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 4x2, utilizando quatro cultivares de mandioca oriundas de acessos do banco de germoplasma da EMBRAPA CERRADOS (nome comum BRS 396, BRS 397, BRS 398, BRS 399) desenvolvidos pela Embrapa Cerrados e dois suprimentos hídricos: plantas diariamente irrigadas e plantas não irrigadas, quatro repetições e parcela experimental de duas plantas úteis. O volume de água fornecido foi correspondente ao da evapotranspiração de referência (ET_o). O cálculo da ET_o diária foi feito pelo método de Penman-Monteith, recomendado pela FAOSTAT (SMITH *et al.*, 1991) utilizando os dados diários de temperatura máxima e mínima do ar, umidade relativa do ar, insolação e velocidade do vento obtidos na Estação Meteorológica do INMET, localizado no município de Ipameri - GO, a 1200 m da área experimental. O plantio foi

realizado em novembro de 2014, adotando-se espaçamento de 1 m entre linhas e 1 m entre plantas. As variáveis de crescimento e fisiológicas: altura de planta, diâmetro do caule, teor relativo de água e pigmentos fotossintéticos foram analisadas em julho de 2015 e a produtividade mensurada em setembro do mesmo ano. Os dados meteorológicos (Figura 1) foram obtidos na estação meteorológica do INMET, localizada no município de Ipameri, GO.

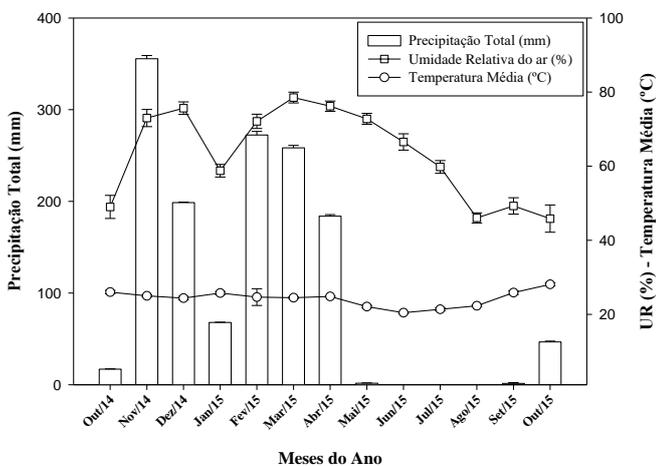


Figura 1. Variáveis meteorológicas médias mensais: umidade relativa do ar, temperatura e precipitação pluviométrica em Ipameri – GO (INMET, 2015).

A altura da planta, diâmetro do caule e copa foram mensurados utilizando trena graduada e paquímetro digital. Para o teor relativo de água foram retirados 10 discos foliares de 12 mm de diâmetro cada repetição, para obtenção do teor relativo de água, os quais foram pesados para obtenção da massa fresca e colocados por 18 h para saturar em placas de petri com água destilada. Em seguida, os discos foram novamente pesados, obtidos a massa saturada e colocados para secar à temperatura de 70 °C por 72 h para obtenção da massa seca. O TRA foi calculado seguindo a equação proposta por Wellburn (1994): $TRA = [(massa\ fresca - massa\ seca) / (massa\ saturada -$

massa seca)] * 100 . Para a determinação da concentração de clorofilas e carotenoides totais foram retirados discos foliares de área conhecida e colocados em vidros contendo dimetilsulfóxido (DMSO). Posteriormente, foi realizada a extração em banho-maria à 65 °C por uma hora. Foram retiradas alíquotas para leitura espectrofotométrica a 480, 649,1 e 665 nm. O conteúdo de clorofila *a* (Cl *a*) e clorofila *b* (Cl *b*) ($g\ kg^{-1}$) foram determinados seguindo a equação proposta por Wellburn (1994).

As plantas de mandioca foram colhidas e as raízes contadas e pesadas com casca para obtenção da produtividade total. Para análise comparativa entre as médias, os dados foram submetidos à análise de variância e, nos casos em que o teste F foi significativo realizou-se o teste de Newman Keuls para comparação múltipla das médias dos tratamentos (ambos com $p < 0,05$) utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). A análise de variância foi realizada considerando a perda de quatro repetições resultando em total de 28 ao invés de 32. Para a análise multivariada, utilizou-se da técnica de agrupamento e regressão múltipla. Para análise de agrupamento, considerou-se a distância Euclidiana como medida de dissimilaridade. Os agrupamentos hierárquicos a partir da matriz de distância foram obtidos pelo método UPGMA – *Unweighted Pair group method with Arithmetic Mean*. A validação dos agrupamentos foi determinada por meio do coeficiente de correlação cofenético. Para avaliar o efeito das variáveis analisadas sobre a produtividade foram realizadas análises de regressão múltipla, utilizando a seleção de modelo

forward stepwise. Todas as análises multivariadas foram realizadas utilizando o software R (R CORE TEAM, 2015).

RESULTADOS

O resumo da análise de variância para produtividade, carotenóides totais, altura de planta, diâmetro do caule e teor relativo de água na folha são mostrados a seguir (Tabela 1). Houve diferença estatística significativa apenas para produtividade e altura de planta dentre todas as variáveis mencionadas. Os desdobramentos das interações entre cultivares e déficit hídrico são mostrados abaixo (Tabelas 2 e 3). Independentemente da

cultivar, as maiores produtividades ocorreram em plantas irrigadas diariamente, inclusive com diferença estatística. Sob estresse hídrico não houve diferença estatística entre os materiais, no entanto, sob irrigação diária (sem estresse) as cultivares BRS 399 e BRS 398 apresentaram produtividades de raízes superiores às cultivares BRS 397 e BRS 396. Sob estresse todas cultivares apresentaram redução de produtividade, no entanto, as reduções foram mais acentuadas nos materiais BRS 399 e BRS 398. A altura de planta foi semelhante entre as cultivares no tratamento sem estresse, no entanto, sob estresse os materiais BRS 399 e BRS 398 apresentaram maiores alturas.

Tabela 1. Resumo da análise de variância e teste de média para produtividade (Prod.), concentração foliar de carotenóides totais (Car.), altura de planta (Alt.), diâmetro de caule (Diam.) e teor relativo de água na folha (TRA) de cultivares de *Manihot esculenta* sob déficit hídrico.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		Prod. (t ha ⁻¹)	Car. (g kg ⁻¹)	Alt. (m)	Diam. (mm)	TRA (%)
Cultivar	3	206 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,37*	37,7 ^{ns}	33,8 ^{ns}
Estresse	1	2006**	0,11 ^{ns}	0,008 ^{ns}	21,4 ^{ns}	21,7 ^{ns}
Cultivar*Estresse	3	433**	0,06 ^{ns}	0,16 ^{ns}	72,1 ^{ns}	32,3 ^{ns}
Resíduo	20	50,7	0,30	0,07	58,9	45,1
CV (%)		8,8	13,0	11,5	10,7	6,5

** significativo a 1%, * significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo pelo teste F.

Tabela 2. Teste de média da interação significativa para a variável produtividade de raiz de cultivares de *Manihot esculenta* sob déficit hídrico.

Cultivares	Produtividade (t ha ⁻¹)	
	Com Estresse	Sem Estresse
BRS 399	16,13 bA	47,18 aA
BRS 396	22,24 aA	25,98 aB
BRS 397	23,09 aA	28,25 aB
BRS 398	20,11 bA	52,80 aA

Letras minúsculas indicam diferença significativa entre os tratamentos com estresse e sem estresse dentro de cada linha; letras maiúsculas indicam diferenças significativas entre cultivares na coluna pelo teste de Newman Keuls a 5% de significância.

Tabela 3. Teste de média da interação significativa para a variável produtividade de raiz com casca de cultivares de *Manihot esculenta* sob déficit hídrico.

Cultivares	Altura de planta (m)	
	Com Estresse	Sem Estresse
BRS 399	2,85 a	2,54 a
BRS 396	2,07 b	2,48 a
BRS 397	2,48 ab	2,33 a
BRS 398	2,76 a	2,80 a

Letras minúsculas indicam diferença significativa entre as cultivares dentro de cada coluna pelo teste de Newman Keuls a 5% de significância.

O resumo da análise de variância e teste de média para concentrações foliares de pigmentos fotossintéticos encontram-se a seguir (Tabela 4). De maneira geral não ocorreu diferenças significativas para concentrações foliares de clorofila *a*, clorofila *b*, relação entre clorofilas *a/b* e

clorofilas totais entre cultivares e tratamento de estresse. Na análise de regressão múltipla (Tabela 5), dentre todas as variáveis analisadas observou-se que apenas a razão *Cl a/b* apresentou efeito significativo sobre a produtividade de raízes de mandioca.

Tabela 4. Resumo da análise de variância e teste de média para concentrações foliares de clorofila *a* (*Cl a*), Clorofila *b* (*Cl b*), Clorofila *a/b* (*Cl a/b*) e clorofilas totais (*Cl a+b*) de cultivares de *Manihot esculenta* sob déficit hídrico.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		<i>Cl a</i>	<i>Cl b</i>	<i>Cl a/b</i>	(<i>Cl a+b</i>)
Cultivar	3	1,71 ^{ns}	2,41 ^{ns}	0,29 ^{ns}	3,68 ^{ns}
Estresse	1	0,04 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Cultivar*Estresse	3	1,68 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,92 ^{ns}
Resíduo	20	21,2	1,43	0,13	3,08
CV (%)		20,0	21,0	16,2	18,5

ns = não significativo pelo teste F.

Tabela 5. Análise de regressão múltipla para avaliar a produtividade com casca pelo critério de Stepwise, utilizando todas as variáveis analisadas em cultivares de *Manihot esculenta* sob déficit hídrico.

Produtividade com casca	Explicação do modelo R ² = 0,35	F		P					
		F(3,9) = 3,1989	p < 0,07659	Beta	Std.Err. of Beta	t(8)	p-level		
Intercept				0,68486	7,502141	0,09129	0,929263		
<i>Cl a/b</i>				-0,625551	0,241996	-3,26757	1,264066	-2,58496	0,029456*
Carotenóides				-0,368539	0,242179	-0,97908	0,643383	-1,52176	0,162396
TRA				0,346307	0,232164	0,11491	0,077039	1,49165	0,169985
Temp. min.				-0,062859	0,031796	-0,037995	0,019219	-1,97696	0,083440

* Significativo a 5% pelo teste F.

A análise de agrupamento baseado na distância Euclidiana (Figura 2) classificou as cultivares de *Manihot esculenta* em dois grupos separados pela medida de dissimilaridade, no qual foi possível verificar elevada semelhança entre as cultivares BRS 398 e BRS 399 (grupo I), BRS 396 e BRS 397 (grupo II).

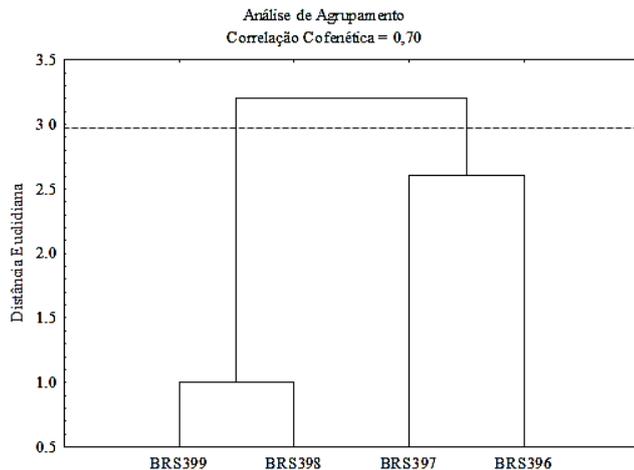


Figura 2. Dendrograma de dissimilaridade baseado na distância Euclidiana e método de agrupamento UPGMA de 10 variáveis analisadas em cultivares de *Manihot esculenta* sob déficit hídrico.

DISCUSSÃO

As novas cultivares são resultantes do programa de melhoramento genético de mandioca de mesa da Embrapa Cerrados após dez anos de pesquisa. Os novos materiais são precoces, ou seja, produzem a partir de oito meses, enquanto as cultivares precoces disponíveis no mercado geralmente começam a produzir dez a doze meses após o plantio (EMBRAPA CERRADOS, 2016).

A análise dos dados meteorológicos demonstra que as plantas não irrigadas ficaram ao menos três meses sob déficit hídrico (Figura 1), alta temperatura e baixa umidade relativa do ar e, portanto, as condições reinantes propiciaram a distinção entre tratamentos hídricos. Por se tratar de

cultivares melhoradas com o objetivo de precocidade para cultivo em condição de cerrado, os materiais apresentaram-se semelhantes quanto ao crescimento vegetativo e concentração foliar de pigmentos fotossintéticos, principalmente sob irrigação diária (Tabelas 1 e 4). Apesar do curto tempo do plantio à colheita (nove meses), foi suficiente para diferenciar as cultivares na altura de planta, mas não quanto as demais variáveis vegetativas e concentrações foliares de clorofilas. Estes resultados não corroboram aos encontrados por De Tarso *et al.* (2015), que identificaram diferenças fotossintéticas em plantas de mandioca sob déficit hídrico. Segundo a Embrapa Cerrados (2016) as novas cultivares apresentam elevada concentração de carotenóides nas raízes e possivelmente exerça importância para saúde humana após consumo, no entanto, o presente trabalho avaliou apenas a concentração foliar de carotenóides e obteve resultados semelhantes a outros materiais de mandioca conforme relatado por Veríssimo *et al.* (2010). A análise de regressão múltipla indica que a relação $Cl\ a/b$ correlaciona-se negativamente com a produtividade de raízes de mandioca e pode estar associado a maior importância do FSII para a fotossíntese conforme relatado por Taiz e Zaiger (2013).

Sob déficit hídrico observou-se que todas as cultivares apresentaram reduções no crescimento em altura e, principalmente em produtividade, porém mantiveram o teor relativo de água estável sugerindo que as plantas apresentam como estratégia de tolerância à seca o retardo da desidratação impedindo que o déficit hídrico no solo resulte no primeiro momento ou estádios

iniciais da seca em desidratação das folhas. O retardo da desidratação é importante mecanismo de tolerância à seca e, geralmente, está associada ao eficiente mecanismo de controle da transpiração via fechamento dos estômatos, muito comum em espécies perenes e semi-perenes (Matos *et al.*, 2014; Matos *et al.*, 2016). A análise de agrupamento reflete às diferenças de produtividade e distingue claramente as cultivares BRS 399 e BRS 398 (grupo I) com maiores produtividades em relação a BRS 396 e BRS 397 (grupo II). Todas as cultivares apresentaram reduções de produtividades sob déficit hídrico, no entanto, com ausência de diferença estatística entre materiais.

CONCLUSÃO

As cultivares de *Manihot esculenta* avaliadas (BRS 396, BRS 397, BRS 398 e BRS 399) não diferem quanto a produtividade sob déficit hídrico e apresentam como estratégia de tolerância à seca o retardo da desidratação.

Sob suprimento hídrico adequado as cultivares BRS 398 e BRS 399 apresentam-se mais produtivas em relação a BRS 396 e BRS 397.

AGRADECIMENTOS

As instituições FAPEG e UEG pelo auxílio financeiro e apoio técnico.

A EMBRAPA CERRADOS pela doação das cultivares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

De Tarso, A.S.; Morgante, C.V.; De Melo Chaves, A.R.; Neto, B.P.C.; Vitor, A.B.; Martins, D.R.P.S. & Oliveira, E.J. (2015). Características fisiológicas, produção total de raízes e de parte aérea em acessos de *Manihot esculenta* em

condições de déficit hídrico. **Revista Brasileira de Geografia Física**. 8(7) p. 685-696.

EMBRAPA CERRADOS (2016). **Embrapa lança cultivares de mandioca de mesa**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/6252350/embrapa-lanca-cultivares-de-mandioca-de-mesa>>. Acesso em: 29 jun. 2016.

EMBRAPA SOLOS. (2013). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª ed. rev. e ampl. Brasília: 353p.

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2015). **Production crops**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso: 16 jan. 2015.

Ferreira, D.F. (2011). Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras 35(6): 1039-1042.

Matos, F.S.; Oliveira, R.C.P.; Gil, J.L.R.A.; Sousa, P.V.; Gonçalves, G.A.; Sousa, M.P.B.L.; Silveira, P.S. & Silva, L.M. (2016). *Eucalyptus urocan* drought tolerance mechanisms. **African Journal of Agricultural Research** 11(18): 1617-1622.

Matos, F.S.; Torres Junior, H.D.; Rosa, V.R.; Santos, P.G.F.; Borges, L.F O.; Ribeiro, R.P.; Neves, T.G. & Cruvinel, C.K.L. (2014). Estratégia morfofisiológica de tolerância ao déficit hídrico de mudas de pinhão manso. **Magistra** 26(1): 19-27.

Okogbenin, E.; Setter, T. L.; Ferguson, M.; Mutegi, R.; Ceballos, H.; Olanmi, B. & Fregene, M. (2013). Phenotypic approaches to drought in

Manihot esculenta. **Frontiers in Physiology** 4(1): 93-107.

R Core Team, R. (2015). **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 19 ago. 2015.

SEAB/DERAL - SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento e DERAL - Departamento de Economia Rural (2013). Mandiocultura - Análise da Conjuntura Agropecuária. **Informativo Técnico**. Curitiba: 20p.

Silva, D.V.; Santos, J.B.; Carvalho, F.P.; Ferreira, E.A.; França, A.C.; Fernandes, J.S.C.; Gandini, E.M.M. & Cunha, V.C. (2012). Seletividade de herbicidas pós-emergentes na cultura da mandioca. **Planta Daninha** 30(4): 835-841.

Smith, M. (1991). **Report on the expert consultation on revision of FAO methodologies for crop water requirements**. Rome: FAO. 45p.

Verissimo, V.; Silva, S.J.S.; Pereira, L.F.M.; DA Silva, P.B.; Teixeira, J. D.; Ferreira, V. M. & Endres, L. (2010). Pigmentos e eficiência fotossintética de quatro variedades de mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais** 6(1): 222-231.

Vieira, L.J.; Tavares Filho L.F.Q.; Souza, F.V.D.; Alves A.C.C. & Oliveira, E.J. (2013). Development of interspecific hybrids of *Manihot esculenta* and paternity analysis with molecular markers. **Journal of Agricultural Science** 151(6): 849-861.

Taiz, L. & Zeiger, E. (2013). **Fisiologia vegetal**. 5^a

ed. Porto Alegre: Artmed. 918p.

Wellburn, A.R. (1994). The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Journal of Plant Physiology** 144(3): 307-31