

**Desempenho de Genótipos Mandioca de Mesa em
Sistema Orgânico de Produção no Distrito Federal**



ISSN 1676-918X
ISSN online 2176-509X
Outubro / 2020

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
366**

**Desempenho de Genótipos Mandioca
de Mesa em Sistema Orgânico de
Produção no Distrito Federal**

Josefino de Freitas Fialho
Eduardo Alano Vieira
Giuliano Marchi
João de Deus Gomes dos Santos Junior
Thomaz Adolpho Rein
José Carlos Sousa-Silva
Juaci Vitória Malaquias
Douglas Ramos Guelfi Silva

Embrapa Cerrados
Planaltina, DF
2020

Exemplar desta publicação disponível gratuitamente
no link: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/?initQuery=t>
(Digite o título e clique em "Pesquisar")

Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília / Fortaleza
Caixa Postal 08223
CEP 73310-970, Planaltina, DF
Fone: (61) 3388-9898
Fax: (61) 3388-9879
embrapa.br/cerrados
embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade

Presidente
Lineu Neiva Rodrigues

Secretária-executiva
Marina de Fátima Vilela

Secretária
Alessandra S. G. Faleiro

Membros
*Alessandra S. G. Faleiro, Cícero D. Pereira,
Gustavo J. Braga, João de Deus G. dos S.
Júnior, Jussara Flores de O. Arbues,
Shirley da Luz S. Araújo*

Supervisão editorial
Jussara Flores de Oliveira Arbues

Revisão de texto
Jussara Flores de Oliveira Arbues

Normalização bibliográfica
Shirley da Luz Soares Araújo (CRB 1/1948)

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Leila Sandra Gomes Alencar

Foto da capa
Josefino de Freitas Fialho

1ª edição
1ª impressão (2020): tiragem 30 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

D451 Desempenho de genótipos mandioca de mesa em sistema orgânico de produção
no Distrito Federal / Josefino de Freitas Fialho... [et al.]. – Planaltina, DF :
Embrapa Cerrados, 2020.

23 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN
1676-918X, ISSN online 2176-509X, 366).

1. Mandioca. 2. Agricultura orgânica. 3. Cultivo. I. Fialho, Josefino de
Freitas. II. Embrapa Cerrados. III. Série.

633.682 – CDD-21

© Embrapa, 2020

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	7
Metodologia.....	8
Resultados e Discussão	12
Conclusões.....	20
Referências	21

Desempenho de Genótipos Mandioca de Mesa em Sistema Orgânico de Produção no Distrito Federal

Josefino de Freitas Fialho¹; Eduardo Alano Vieira²; Giuliano Marchi³; João de Deus Gomes dos Santos Junior⁴; Thomaz Adolpho Rein⁵; José Carlos Sousa-Silva⁶; Juaci Vitória Malaquias⁷; Douglas Ramos Guelfi Silva⁸

Resumo - O manejo adequado do cultivo da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em sistemas orgânicos de produção permite produtividade e qualidade ótimas, e valorização pelo mercado. Para isso, são necessários conhecimentos de manejo da cultura e do solo, bem como a utilização de cultivares produtivas. Em uma área sob cultivo orgânico, foram conduzidos dois experimentos de competição, em delineamento de blocos ao acaso, em quatro repetições, sendo avaliados quatro cultivares e um clone no primeiro, safra de 2013/ 2014; e seis cultivares no segundo, safra de 2014/2015. A produtividade de raízes foi menor no primeiro experimento que no segundo, possivelmente devido à deficiência de Mn, associada à condição de alto pH do solo; no segundo, a cultivar BRS 399, produziu a maior quantidade de raízes (38.823 kg ha⁻¹). As cultivares IAC 576-70 (34.200 kg ha⁻¹), BRS 397 (29.789 kg ha⁻¹) e a BRS 396 (28.578 kg ha⁻¹) também foram muito produtivas. Quanto à qualidade culinária das raízes produzidas, não houve diferença significativa entre os acessos, porém as condições edafoclimáticas locais, nos dois experimentos, propiciaram a produção de raízes com ótimas qualidades culinárias.

Termos para indexação: Sistemas de cultivo; macaxeira, aipim, *Manihot esculenta*, qualidade culinária.

¹ Engenheiro-agronomo, mestre em Microbiologia Agrícola, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

² Engenheiro-agronomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

³ Engenheiro-agronomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

⁴ Engenheiro-agronomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

⁵ Engenheiro-agronomo, Ph.D. em Ciências do Solo e Culturas, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

⁶ Biólogo, Ph.D. em Botânica/Fisiologia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

⁷ Estatístico, mestre em Ciência de Materiais em Modelagem e Simulação Computacional, analista da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

⁸ Engenheiro-agronomo, doutor em Agronomia, professor na Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Performance of Table Cassava Genotypes in an Organic Production System of the Federal District

Abstract - The management of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) in organic systems must be adequate in order to attain high root production and quality, as well as high market value. Crop management, soils and productive cultivars must be known in order to reach such targets. Two experiments were conducted with sweet cassava cultivars in an area under organic farm management practices, in a randomized block design, with four replications. The first, in the 2013/2014 crop year, evaluated four cultivars and a clone, and the second, in the 2014/2015 crop year, evaluated six cultivars. The soil pH value was very high which provided low levels of available manganese for the plants in the first experiment and, consequently, low root yields of the tested cultivars were reached. In the second experiment, the cultivar BRS 399 showed the highest root yield (38.823 kg ha⁻¹). Cultivars IAC 576-70 (34.200 kg ha⁻¹), BRS 397 (29.789 kg ha⁻¹) and BRS 396 (28.578 kg ha⁻¹) also produced high yield of roots. All genotypes cultivated in the organic system presented excellent culinary quality.

Index Terms: *Manihot esculenta* Crantz, cassava, organic cultivation, root production, cooking

Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma das principais culturas do país, possui cunho sociocultural relevante e desempenha um papel importante na dieta alimentar dos brasileiros, representando para a alimentação de muitas famílias a principal fonte de carboidratos (Mezette et al., 2013; Mezzalira et al., 2013). A produção de mandioca de mesa em sistema orgânico de produção requer amplo conhecimento agronômico, como o manejo do solo e da cultura, que são fatores de produção importantes para a garantia da qualidade e do alto rendimento do produto a ser obtido.

O grande desafio do sistema orgânico é o manejo do solo e da cultura sem a utilização de adubos químicos solúveis e pesticidas, privilegiando a manutenção da fertilidade dos solos de forma que seja rentável (Oliveira et al., 2008). De modo geral, as pesquisas científicas têm gerado tecnologias de produção orgânica para algumas culturas, como por exemplo, as hortaliças, mas são escassas para grande parte das culturas básicas da alimentação humana, como é o caso da mandioca. Assim, com um manejo adequado da cultura em sistema orgânico, a capacidade produtiva pode ser beneficiada, propiciando maior rendimento de raízes e maior valor de mercado.

A mandioca é uma planta rústica e adaptada às condições de solos ácidos, porém é uma cultura responsável à correção e à adubação do solo e aos outros fatores de produção como a irrigação e a mato-competição. Devido à sua rusticidade, a cultura tem uma ampla adaptação a diferentes condições de clima e solo, sendo cultivada em todos os estados brasileiros (Albuquerque et al., 2014). Essas características a colocam como uma cultura chave para a transição agroecológica de unidades de produção convencionais em orgânicas (Devide; Castro, 2010). Contudo, ainda são inexpressivas a produção e as áreas com a mandioca em sistema orgânico. No Distrito Federal, a produção de mandioca é distribuída em 97,08% em sistema convencional, 2,63% em base agroecológica e 0,29% em sistema orgânico (Soares, 2013).

Apesar de o sistema orgânico apresentar normas restritas de produção (Brasil, 2011), a grande variabilidade de solos e de formas de manejo dos sistemas orgânicos podem trazer problemas localizados relacionados à fertilidade do solo para a cultura da mandioca (Staut, 2012). Os agricultores de sistemas orgânicos do Distrito Federal, por exemplo, relatam o aparecimento de manchas amareladas nas folhas de mandioca e baixa produtividade. Tais

manchas foram identificadas como deficiência de manganês em algumas culturais de mandioca cultivadas em solos com pH elevado, devido ao excesso ou à má incorporação do calcário aplicado (Fialho et al., 2013). O Mn pode se tornar insolúvel e se adsorver à matéria orgânica em solos com elevado teor de matéria orgânica, elevado pH (Santos; Tupinambá, 1982; Raij, 1991), além de ter a absorção pelas plantas reduzida em solos com teores elevados de P, Cu e Zn (Malavolta, 1980).

Várias experiências em áreas de produção e de alguns trabalhos de pesquisa realizados com mandioca sob cultivo orgânico, em diferentes regiões do Brasil, enfatizam a importância do manejo e apontam as principais culturais a serem plantadas em cada região (Devide; Castro, 2010). Em condições de cultivo orgânico, existe a necessidade de adequação da adubação e a utilização dos genótipos melhor adaptados (Silva, 2007). Assim, é importante a escolha da cultivar que melhor responda ao sistema, que seja mais eficiente no uso dos nutrientes disponíveis no solo, conviva em maior equilíbrio com a população de insetos, pragas e patógenos do ambiente, com menor perda de produtividade (Lima et al., 2002).

Por essa razão, é de fundamental importância a avaliação e a indicação de culturais adaptadas às condições de cultivos orgânicos ou agroecológicos, que tenham maior eficiência na obtenção de nutrientes do solo e na produtividade (Silva, 2005). Entretanto, ainda não foram indicadas culturais de mandioca de mesa especificamente para o sistema orgânico de produção no Distrito Federal e entorno.

Dessa forma, este estudo objetivou avaliar o desempenho de genótipos de mandioca de mesa de polpa amarela selecionados para o sistema convencional no Distrito Federal e entorno, em sistema orgânico de produção.

Metodologia

Contextualização experimental

Em uma propriedade rural de produção de hortaliças com certificação orgânica desde 2007, localizada no Núcleo Rural do Lago Oeste, Brasília, Distrito Federal ($15^{\circ}40'24.57''S$ $48^{\circ}09'53.01''O$), foram conduzidos dois experimentos: (1) avaliação de cinco culturais de mandioca de mesa (safra 2013/2014); (2) avaliação de seis culturais de mandioca de mesa com adi-

ção de 3,0 kg ha⁻¹ de Mn no sulco de plantio (safra 2014/2015), conforme recomendação de Souza et al. (2009).

O clima, conforme a classificação de Köppen, é do tipo AW, tropical com estação seca. A precipitação média anual na região é 1.478 mm, 93% entre outubro e abril, e as temperaturas médias mínimas e máximas são 17,7 °C e 27,1 °C, respectivamente (Climatempo, 2020). O solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo de textura argilosa (Embrapa, 2013).

Inicialmente, uma amostra de solo composta de 20 subamostras de uma área de referência de 0,5 ha, com vegetação nativa (Cerradão), foi coletada na propriedade e duas amostras compostas das áreas, nos dois experimentos (Tabela 1). As áreas haviam sido previamente adubadas e cultivadas no sistema orgânico, seguindo o manejo do agricultor, de forma que os experimentos não necessitaram de uma nova adubação. Por apresentarem altos valores de pH, o que leva comumente à deficiência de micronutrientes, notadamente do Mn na cultura da mandioca, foi realizada adubação com 3 kg ha⁻¹ de sulfato de manganês no segundo experimento.

Tabela 1. Atributos químicos e granulometria de amostras de solo coletadas na camada de 0 cm a 20 cm de profundidade em área de referência de Cerrado original na propriedade orgânica e dos experimentos de competição de cultivares de mandioca¹.

Atributo do solo	Solo de referência (Cerradão)	Área dos experimentos	
		Safra 2013/2014	Safra 2014/2015
pH em água	5,17	7,07	6,27
P (mg dm ⁻³)	0,54	160,5	219,3
K (mg dm ⁻³)	19,5	413,6	351,6
S (mg dm ⁻³)	-	10,5	31,8
Ca (cmol _c dm ⁻³)	1,11	7,3	8,2
Mg (cmol _c dm ⁻³)	0,57	2,0	2,4
Al (cmol _c dm ⁻³)	0,27	<0,1	<0,1
MOS (mg g ⁻¹)	41,8	39,1	34,0
Zn (mg dm ⁻³)	0,4	49,0	59,5
Mn (mg dm ⁻³)	4,2	49,6	53,4
Cu (mg dm ⁻³)	0,1	1,1	1,4
B (mg dm ⁻³)	0,5	0,5	0,6
Fe (mg dm ⁻³)	-	33,5	49,2
Areia (g kg ⁻¹)	330	266	265
Silte (g kg ⁻¹)	276	337	336
Argila (g kg ⁻¹)	388	390	399

¹Embrapa (2013); MOS = Matéria orgânica do solo.

Embora não seja recomendada adubação com Mn para a mandioca em solos com teor acima de 5,0 mg dm⁻³ pelo método Mehlich⁻¹ (Souza et al., 2009), em condições de alto pH, que favorece sua deficiência, aplicação de forma localizada (no sulco de plantio) de fonte solúvel de Mn pode ser recomendada (Camberato, 2004).

Experimento 1 – Genótipos de mandioca de mesa, safra 2013/2014

Foram avaliados cinco genótipos de mandioca de mesa, mantidos no Banco de Germoplasma de Mandioca do Cerrado (BGMC) (Tabela 2). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. A seleção dos genótipos avaliados tomou como base a coloração amarela da polpa das raízes, característica de preferência do mercado consumidor de mandioca de mesa no DF e Entorno. Utilizaram-se como testemunhas as cultivares IAC 576-70 (BGMC 753) e BRS Moura (BGMC 1289), indicadas para o sistema convencional de cultivo da região (Fialho et al., 2009; Vieira et al., 2009; Vieira et al., 2011). Cada parcela foi composta por quatro linhas com dez plantas, em espaçamento de 1,20 m entre as linhas e 0,80 m entre as plantas (38,4 m²), sendo a área útil composta pelas 16 plantas das duas linhas centrais das parcelas (1.536 m²).

O plantio foi realizado em 6/9/2013, em sulcos com 8 cm de profundidade, com manivas-sementes selecionadas com 20 cm de comprimento, realizando-se três capinas manuais ao longo do ciclo da cultura. Foram realizadas irrigações suplementares por aspersão com 30 mm a cada 12 dias, até o início do período chuvoso em outubro.

Tabela 2. Genótipos de mandioca de mesa avaliados no primeiro experimento com os seus respectivos códigos do Banco Regional Germoplasma Mandioca Cerrado (BGMC) e nome comum.

Genótipo	Nome comum
BGM 753	Japonesinha/IAC 576-70
BGMC 1289	BRS Moura/Taquara Amarela
BGMC 1476	BRS 399
BGMC 1468	BRS 396
Clone 450/08	Clone 450/08

A colheita foi realizada aos 12 meses após o plantio, sendo avaliados altura das plantas (AP, m); altura da primeira ramificação (APR, m); massa da parte aérea fresca sem a cepa (PPA, kg); produtividade de raízes (PR, t ha⁻¹); teor de amido nas raízes por meio do método da balança hidrostática (AM, %) (Grosmann; Freitas, 1950); e tempo de cocção (TC, minutos) (Alves et al., 2005). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa Genes (Cruz, 1997), sendo as médias comparadas pelo teste de agrupamento de Scott-Knott ($p<0,05$).

Foi realizada amostragem de folhas, coletando-se a primeira folha expandida de todas as plantas da parcela útil, aos 4 meses após o plantio, sendo as folhas secas a 60 °C até peso constante, moídas e analisadas (N, K, P, Ca, Mg, S, Mn, Cu, Fe e Zn). Os teores de nutrientes foliares foram submetidos à análise de normalidade e de homogeneidade de variâncias e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p<0,05$), utilizando o programa SigmaPlot (versão 12, Systat Software, Inc., San Jose, California).

Experimento 2 - Cultivares de mandioca de mesa, safra 2014/2015

Considerando os resultados do experimento anterior, em que os genótipos avaliados apresentaram severa deficiência de Mn, instalou-se esse segundo experimento objetivando avaliar o comportamento de um novo grupo de cultivares de mandioca de mesa em área próxima semelhante ao experimento anterior. Avaliaram-se seis cultivares de mandioca de mesa com coloração amarela da polpa das raízes, conservadas no Banco de Germoplasma de Mandioca do Cerrado (BGMC) (Tabela 3).

Tabela 3. Cultivares de mandioca de mesa avaliadas no segundo experimento com os seus respetivos códigos do BGMC e nomes comuns.

Cultivar	Nome comum
BGMC 753	Japonesinha/IAC 576-70
BGMC 982	Pioneira, IAPAR 19, De Fritar, Amarelinha
BGMC 1289	BRS Moura/Taquara Amarela
BGMC 1476	BRS 399
BGMC 1468	BRS 396
BGMC 1469	BRS 397

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. A seleção dos genótipos avaliados foi realizada com base na coloração amarela da polpa das raízes e adaptação à região. As cultivares BGMC 982 (Pioneira, IAPAR 19), BGMC 753 (IAC 576-70) e BGMC 1289 (BRS Moura) foram consideradas como cultivares testemunhas por serem indicadas para o cultivo no sistema convencional na região à época de condução do trabalho (Fialho et al., 2009; Vieira et al., 2009; Vieira et al., 2011).

O plantio do experimento foi realizado em 27/2/2014 e a colheita 14 meses após. O tamanho das parcelas, os parâmetros avaliados da planta e as análises estatísticas seguiram os mesmos procedimentos apresentados no experimento 1. Adicionalmente, avaliou-se a massa do terço superior da planta (1/3 Sup), em virtude da sua importância na utilização para alimentação animal, pelo pequeno produtor de mandioca. Com base nos atributos químicos da área experimental (Tabela 1) e, em face aos sintomas de deficiência de Mn apresentados pelos genótipos de mandioca no experimento 1, embora não seja recomendada adubação com Mn para a mandioca em solos com teor acima de 5,0 mg dm⁻³ pelo método Mehlich-1 (Souza et al., 2009), foi realizada uma adubação utilizando o sulfato de manganês, na dosagem de 3 kg ha⁻¹ de Mn no sulco de plantio (Santos; Tupinambá, 1982; Camberato, 2004; Fialho; Vieira, 2013).

Resultados e Discussão

Experimento 1 – Cultivares de mandioca de mesa, safra 2013/2014.

Os resultados da análise de variância revelaram diferenças significativas entre os genótipos a 5% de probabilidade para todos os atributos agronômicos avaliados (Tabela 4), exceto para a altura da primeira ramificação (APR) e tempo de coccção das raízes (TC) que apresentaram médias de 0,78 m e 14,50 minutos, respectivamente, evidenciando variabilidade genética entre os genótipos para a maioria dos caracteres aferidos.

Os coeficientes de variação experimental variaram de 14,07% para o caráter AP a 6,71% para o caráter AM (Tabela 4), conferindo boa precisão experimental ao experimento.

Tabela 4. Médias da altura da planta (AP), massa da parte aérea sem a cepa (PPA), produtividade de raízes (PR) e amido (AM) em genótipos de mandioca em sistema orgânico no primeiro experimento.

Genótipo	AP	PPA	PR	AM
	m	----- kg ha ⁻¹ -----		%
IAC 576-70	1,38 b	11.877 c	12.007 c	26,67 a
BRS 397	1,97 a	24.642 a	14.886 b	23,87 b
Clone 450/08	1,91 a	26.570 a	15.374 b	25,81 a
BRS 399	1,59 b	10.045 c	21.257 a	20,27 c
BRS Moura	1,58 b	21.265 b	10.510 c	28,80 a
CV (%)	14,07	12,85	9,25	6,71
Média geral	1,68	18.888	14.806	25,08
Amplitude [#]	0,59	16.525	10.747	8,53

*Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott ($p<0,05$); #diferença entre a maior e a menor média.

Para a massa fresca da parte aérea (PPA), as cultivares que tiveram o menor desempenho foram a IAC 576-70 (BGM 753), com média de 11.887 kg ha⁻¹ e a BRS 399, com 10.045 kg ha⁻¹, enquanto os melhores foram o Clone 450/08, com 26.570 kg ha⁻¹ e a cultivar BRS 397, com 24.642 kg ha⁻¹ (Tabela 4). Os valores de PPA são importantes para alguns aspectos do manejo da cultura, como a disponibilidade de manivas-sementes, facilidade de tratos culturais, de plantio mecanizado, entre outras (Vidigal Filho et al., 2000; Otsubo; Lorenzi, 2004; Fialho et al., 2009; Vieira et al., 2009; Silva et al., 2011; Hisano et al., 2013; Vieira et al., 2015), além da possibilidade de utilização da parte aérea como forragem na alimentação animal e na consorciação com outras culturas, visando melhor índice de aproveitamento da área (Fernandes et al., 2016).

A produtividade de raízes (PR) da cultivar BRS 399 foi 28% e 30% superior em relação ao Clone 450/08 e cultivar BRS 397, respectivamente. As cultivares BRS Moura e a IAC 576-70 tiveram as menores produtividades de raízes, de forma que a BRS 399 produziu 77% e 102% a mais que a IAC 576-70 e BRS Moura, respectivamente. Vários autores enfatizam a variabilidade existente no comportamento da cultura da mandioca, quanto à produção de raízes de reserva, em função das características genéticas e das condições edafoclimáticas locais (Vidigal Filho et al., 2000; Otsubo; Lorenzi, 2004; Fialho et al., 2009; Vieira et al., 2009; Passos et al., 2014; Vieira et al., 2015; Cardoso et al., 2017).

Entretanto, os rendimentos de raízes obtidos estão muito abaixo do potencial produtivo já expressado em sistemas de cultivo convencional para as cultivares testemunhas BRS Moura e IAC 576-70. Além disso, o tempo de cocção (média de 14,50 minutos), está muito abaixo do encontrado na literatura. Fialho et al. (2009), avaliando o comportamento de cinco cultivares de mandioca de mesa no Distrito Federal, sob manejo convencional, verificaram produtividade média de raízes da cultivar IAC 576-70 de 37,40 t ha⁻¹ e um tempo de cozimento médio de 27,42 minutos. Vieira et al. (2015), estudando o comportamento de oito cultivares de mandioca de mesa em área experimental em Unaí, MG, sob manejo convencional, verificaram produtividade de raízes da cultivar IAC 576-70 de 35,62 t ha⁻¹ e um tempo de cozimento de 22 minutos na safra de 2010/2012. Na safra de 2011/2013, a produtividade de raízes foi de 35,67 t ha⁻¹ e o tempo de cozimento de 22,48 minutos. Neste mesmo trabalho, a produtividade de raízes da BRS Moura, obtida na safra de 2010/2012, foi de 33,38 t ha⁻¹ e o tempo de cozimento de 19,67 minutos. Na safra de 2011/2012, a produtividade foi de 41,98 t ha⁻¹ e o tempo de cozimento de 28,47 minutos.

No presente experimento, o tempo de cozimento de 14,5 minutos (média dos cinco genótipos) foi inferior aos valores obtidos no sistema convencional para as cultivares IAC 576-70 e BRS Moura (Fialho et al., 2009; Vieira et al., 2015), embora não se possa inferir que essas diferenças estejam associadas aos sistemas de cultivo, já que são diferentes as condições de solo e nutrição, clima, períodos de cultivo e idade das raízes. Lorenzi (1994) destaca que a qualidade culinária das raízes de mandioca de mesa está diretamente relacionada ao seu tempo de cozimento, ou seja, quanto menor o tempo de cozimento, melhor sua qualidade culinária.

Quanto à porcentagem de amido nas raízes (AM), verificou-se uma variação de 20,27% a 28,80%, para as cultivares BRS 399 e BRS Moura, respectivamente (Tabela 4). Esse caráter, considerado secundário no melhoramento de mandioca de mesa, apresenta importância apenas quando se vislumbra o aproveitamento das raízes para duplo-propósito (mesa e indústria), quando, por exemplo, se pensa na produção de farinha amarela. Em tal cenário, é esperado que as cultivares apresentem tores ao menos 30% de amido nas raízes (Vieira et al., 2015).

A produtividade média obtida de 14,8 t ha⁻¹, abaixo da esperada, pode estar relacionada a fatores limitantes locais, possivelmente associados ao alto pH do solo (Tabela 1), induzindo à deficiência de Mn nas plantas (Figura. 1)

Esta pode ser advertida pelos sintomas característicos da deficiência observadas na parte aérea de todos os genótipos, denominado amarelo (Santos; Tupinambá, 1982; Oliveira et al., 2008; Fialho; Vieira, 2013), sendo mais expressivos nas cultivares IAC 576-70 e BRS Moura.



Figura 1. Sintomas de deficiência de manganês nas folhas de mandioca no primeiro experimento.

Os teores de nutrientes nas folhas de mandioca (Tabela 5) revelaram que não houve diferença entre as cultivares nos teores de S, N e K, com médias de $3,6 \text{ g kg}^{-1}$; $50,7 \text{ g kg}^{-1}$; e $26,1 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente. Os teores de S e N são considerados suficientes, enquanto o de K foi superior ao nível de suficiência (Howeler, 2002), o que pode ser explicado pelos teores muito altos de potássio no solo ($1,06 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, Tabela 1, que equivale a 413 mg dm^{-3}). Os teores de Mn nas folhas, segundo Howeler (2002), revelam que todas as cultivares estão em estado considerado muito deficiente (Tabela 5), coerente com os sintomas foliares (Figura 1) e possivelmente explicando as baixas produtividades de raízes no experimento. Os teores dos demais micronutrientes são adequados, exceto para o clone 450/08, em que os teores foliares de Cu, Fe e Zn são considerados deficientes. Os teores de Ca e Mg das cultivares IAC 576-70 e BRS 399 são classificados como deficientes, enquanto as demais possuem teores suficientes destes nutrientes.

Tabela 5. Concentração de nutrientes nas folhas coletadas na época da colheita do primeiro experimento.

Genótipo	Mn	Cu	Fe	Zn	Ca	Mg	P	N	K	S
	mg kg ⁻¹						g kg ⁻¹			
IAC 576-70	9,2 a*	5,5 a	155,6 ab	60,4 a	0,9 b	0,7 b	3,8 b	48,3 a	36,7 a	3,5 a
BRS 399	10,8 a	4,9 a	142,2 b	58,5 b	1,0 b	0,7 b	4,2 ab	49,4 a	18,3 a	3,7 a
BRS 397	10,6 a	5,4 a	197,0 ab	61,0 a	7,3 a	2,7 a	4,3 ab	47,9 a	22,3 a	3,5 a
BRS Moura	9,9 a	5,3 a	158,3 a	68,3 a	6,8 a	2,6 a	4,5 a	53,9 a	26,7 a	3,7 a
Clone 450/08	5,2 b	3,2 b	40,9 c	21,6 b	5,7 a	2,4 a	4,2 ab	49,2 a	17,5 a	3,6 a
Média	9,1	4,9	138,8	54,0	4,3	1,8	4,2	49,7	24,3	3,6
Teor adequado (Howeler, 2002)	50 - 150	6 - 10	120 - 140	35 - 57	5,0 - 7,2	2,4 - 2,9	3,8 - 5,0	51 - 58	14,2 - 18,8	3,0 - 3,6

*Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de médias de Tukey ($p<0,05$):

Experimento 2 – Cultivares de mandioca de mesa, safra 2014/2015

Observam-se diferenças significativas entre as cultivares ($p<0,05$) para todas as características avaliadas, exceto o tempo de cocção – TC (média = 15,33 minutos), evidenciando a elevada variabilidade entre as cultivares (Tabela 6). Como também verificado no primeiro experimento, os valores de TC foram muito inferiores aos obtidos por Fialho et al. (2009) e Vieira et al. (2015) em sistema convencional de manejo da cultura. Esses resultados sugerem um efeito local na melhoria da qualidade culinária das raízes. A precisão experimental foi demonstrada pelos baixos coeficientes de variação da análise de variância, os quais variaram de 3,26% para o teor de amido nas raízes – AM – a 8,57% para a altura da primeira ramificação – APR (Tabela 6).

Tabela 6. Médias da altura da planta (AP), altura da primeira ramificação (APR), massa do terço superior da planta (1/3 SUP) e parte aérea sem a cepa em (PPA), produtividade de raízes (PR) e teor de amido nas raízes (AM) das cultivares de mandioca em sistema orgânico avaliadas no segundo experimento.

Genótipo	Característica*					
	APR	AP	1/3 SUP	PPA	PR	AM
	----- m -----	----- kg ha ⁻¹ -----				%
BRS 396	1,3 a	2,37 a	10.076 b	24.975 b	28.578 c	27,9 b
BRS 397	0,9 b	1,94 c	17.281 a	38.999 a	29.789 c	27,2 b
BRS 399	1,0 b	2,19 b	17.175 a	39.903 a	38.823 a	24,4 c
IAC 576-70	0,7 c	1,85 c	9.838 b	23.063 b	34.200 b	29,8 a
Pioneira	1,0 b	2,34 a	7.495 c	18.180 c	17.746 d	30,4 a
BRS Moura	1,0 b	1,95 c	9.841 b	24.975 b	17.485 d	31,4 a
Coeficiente de variação (%)	8,6	4,2	7,6	5,9	6,3	3,3
Média geral	1,0	2,1	11.951	28.505	27.770	28,5
Amplitude [#]	0,6	0,5	9.786	20.819	21.077	6,0

*Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre pelo teste de agrupamento de Scott-Knott ($p<0,05$); #diferença entre a maior e a menor média.

Para as características altura da primeira ramificação (APR), altura da planta (AP), massa do terço médio superior (1/3 SUP), massa da parte aérea (PPA) e teor de amido das raízes (AM), as cultivares foram divididas em três grupos distintos. A APR da cultivar IAC 576-70 foi 44% menor que a BRS 396. Da mesma forma, a AP da cultivar IAC 576-70 foi 22% menor que a da BRS

396. Já para as médias do PPA, as cultivares BRS 399 e a BRS 397 apresentaram desempenho 54% e 53%, respectivamente maior que a Pioneira; 42% e 41%, respectivamente maior que a IAC 576-70; e 39,92% e 36%, respectivamente, maior que a BRS Moura. Tendo como base o comportamento das cultivares testemunhas IAC 576-70, Pioneira e BRS Moura, verifica-se que os valores médios obtidos para o PPA foram muito inferiores aos obtidos por Vieira et al. (2015) e superiores aos obtidos por Fialho et al. (2009), em condições de cultivo convencional. Foram também superiores aos valores verificados no primeiro experimento (Tabela 4). Os resultados evidenciam as diferenças no comportamento das cultivares em função das condições locais. Ressalta-se que, nesse experimento, o pH do solo era significativamente inferior em relação ao solo do experimento 1, tendo-se ainda aplicado, no experimento 2, 3,0 kg ha⁻¹ de Mn para suprir a deficiência detectada no experimento anterior (Figura 1).

A massa do terço superior da planta – 1/3 SUP – das cultivares BRS 397 e a BRS 399 – foi superior em relação às demais cultivares avaliadas (Tabela 6). O valor do 1/3 SUP da cultivar Pioneira foi 56,62% e 56,36% menor que das cultivares BGMC 397 e BGCMC 399, respectivamente. Essa característica é importante quando da utilização da parte aérea da mandioca na alimentação animal. Fernandes et al. (2016) mencionam que a parte aérea da mandioca pode ser uma alternativa para redução dos custos de produção na atividade pecuária, visto que é um subproduto pouco aproveitado pelos produtores rurais.

Quanto ao teor de amido – AM – verificou-se uma amplitude de 24,45% a 31,36% para as cultivares BRS 399 e BRS Moura, respectivamente (Tabela 6). Característica importante apenas para agricultores familiares que cultivam mandioca de mesa objetivando o duplo propósito de atender o mercado in natura e o de indústria de farinha ou polvilho (Vieira et al., 2015).

Quanto à produtividade de raízes (PR), a cultivar BRS 399 foi significativamente superior às demais, com produtividade 122% e 118% superior às cultivares BRS Moura e Pioneira, respectivamente (Tabela 6). Por sua vez, a cultivar IAC 576-70 teve um comportamento intermediário, com PR somente 12% menor que a BRS 399. Esse valor de PR obtido pela cultivar IAC 576-70, mesmo que inferior em relação à BRS 399, está muito próximo ao alcançado por essa cultivar em sistema convencional (Fialho et al., 2009; Vieira et al.,

2015). Por outro lado, os valores médios de PR das cultivares testemunhas Pioneira e BRS Moura foram muito inferiores aos obtidos anteriormente por esses autores. Os valores médios de PR das cultivares IAC 576-70 e Pioneira foram superiores aos obtidos em sistema de cultivo convencional, no campo experimental da Embrapa Cerrados (Fialho et al., 2009), 18.516 kg ha⁻¹ e 17.543 kg ha⁻¹, respectivamente. Da mesma forma, a PR das cultivares Pioneira e BRS Moura, em sistema orgânico de cultivo, foi inferior (41.729 kg ha⁻¹ e 43.720 kg ha⁻¹, respectivamente), em cultivo convencional, em solos de Cerrado de Paracatu, MG (Santos Filho et al., 2008).

Comparando-se os valores médios das variáveis aferidas (APR, AP, PPA, PR e AM) com relação às cultivares de mandioca de mesa comuns (BRS 397, BRS 399, IAC 576-70 e BRS Moura) testadas nos dois experimentos (Tabelas 4 e 6), verifica-se que foram superiores no segundo (Tabela 6). Contudo, observou-se que a cultivar IAC 576-70, aparentemente mais sensível à deficiência de Mn, ainda apresentou produtividade inferior à obtida por Fialho et al. (2009). No presente trabalho, comparando-se os resultados dos dois experimentos, as diferenças na PR foram mais expressivas para as cultivares IAC 576-70 e BRS 397, respectivamente 185% e 100% superiores no segundo experimento (Tabela 7).

Tabela 7. Gradiente de aumento da produtividade de raízes (PR) do experimento 2 em relação ao experimento 1 para as cultivares de mandioca de mesa cultivadas em sistema orgânico.

Tratamento	Produtividade de raízes (kg ha ⁻¹)		Gradiente de aumento	
	2013/2014	2014/2015	(kg ha ⁻¹)	%
BRS 397	14.886	29.789	14.903	100,11
BRS 399	21.257	38.823	17.566	82,63
BRS Moura	10.510	17.485	6.975	66,36
IAC 576-70	12.007	34.200	22.193	184,83
Média	14.665	30.074	15.409	105,07

Os resultados de produtividade de raízes dos dois experimentos indicam que o comportamento das cultivares foi fortemente influenciado pelos fatores de produção local, entre esses possivelmente a maior biodisponibilidade do Mn do solo do segundo experimento (Tabela 1) cujo pH (6,27) foi significativamente inferior em relação ao primeiro experimento (7,07) e a adição de manganês via fertilizante (3 kg ha⁻¹ de Mn no sulco de plantio) no segundo

experimento. Essa assertiva também pode ser verificada visualmente pelos sintomas de deficiência de manganês na parte aérea das cultivares (“ama-relão”), que também esteve presente no segundo experimento (Figura 2), porém menos intenso em relação ao primeiro (Figura 1).



Figura 2. Sintomas de deficiência de Mn nas folhas de cultivares de mandioca no segundo experimento.

Conclusões

A maior produtividade de raízes de mandioca foi obtida pela cultivar BRS 399, sendo também promissoras as cultivares IAC 576-70, BRS 397 e BRS 396. As cultivares de mandioca de mesa responderam de forma diferente às condições locais em sistema orgânico, mas com baixa produtividade de raízes no experimento 1 (safra 2013/2014), possivelmente devido à deficiência de Mn associada à condição de alto pH do solo.

A condição de menor pH do solo e a adubação com Mn realizada no experimento 2 (safra 2014/2015) possivelmente foram responsáveis pelas maiores produtividades em relação ao experimento anterior.

Fatores não determinados das condições locais propiciaram a produção de raízes com ótimas qualidades culinárias para todas as cultivares testadas.

A continuidade das avaliações de cultivares elites de mandioca de mesa em sistema orgânico e em diferentes localidades e anos no Distrito Federal e Entorno é de fundamental importância para estabelecer as melhores cultivares, tanto em produtividade, quanto em qualidade culinária para as condições locais.

Referências

- ALBUQUERQUE, J.; EVANGELISTA, M.; MATES, A.; ALVES, J.; OLIVEIRA, N.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A. Occurrence of weeds in cassava savanna plantations in Roraima. **Planta Daninha**, v. 32, p. 91-98, 2014.
- ALVES, A.; CANSIAN, R. L.; STUART, G.; VALDUGA, E. Alterações na qualidade de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) minimamente processadas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 330-337, 2005.
- BRASIL. Instrução normativa nº 46, de 06 de outubro de 2011. Lei nº 10831, de 23 de dezembro de 2003. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**: Poder executivo, 2011.
- CAMBERATO, J. Manganese deficiency and fertilization of cotton. **Soil Fertility Series, Clemson University**, v. 1, p. 1-4, 2004.
- CARDOSO, A. D.; VIANA, A. E. S.; MUNIZ, W. F.; DE ANDRADE, J. S.; MOREIRA, G. L. P.; JÚNIOR, N. D. S. C. Avaliação de variedades de mandioca tipo indústria. **Magistra**, v. 26, p. 456-466, 2017.
- CLIMATEMPO. **Climatologia - Brazlândia, DF**. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/climatologia/2147/brazilandia-df>. Acesso em: 28 jul. 2020.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, MG: UFV, 1997.
- DEVIDE, A. C. P.; CASTRO, C. D. Mandioca: múltiplos usos na transição agroecológica. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 7, 2010.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF, 2013.
- FERNANDES, F. D.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; MALAQUIAS, J. V. Produtividade e valor nutricional da parte aérea e de raízes tuberosas de oito genótipos de mandioca de indústria. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, p. 1-12, 2016.
- FIALHO, J. F.; VIEIRA, E. A. Manejo e tratos culturais da mandioca. In: FIALHO, J. F.; VIEIRA, E.A. (Ed.). **Mandioca no Cerrado**: orientações técnicas. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2013. p. 61-88.
- FIALHO, J. F.; VIEIRA, E. A.; SILVA, M. S.; DE PAULA-MORAES, S. V.; FUKUDA, W. M. G.; DOS SANTOS FILHO, M. O. S.; SILVA, K. N. Desempenho de variedades de mandioca de mesa no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 15, p. 31-35, 2009.
- GROSSEMAN, J.; FREITAS, A. D. Determinação do teor de matéria seca pelo método de peso específico em raízes de mandioca. **Revista Agronômica**, v. 14, p. 75-80, 1950.

HISANO, H.; PIETRO, P. S. D.; BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E. Composição bromatológica e digestibilidade aparente da parte aérea seca da mandioca na alimentação de tilápias-do-nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 1119-1123, 2013.

HOWELER, R. H. Cassava mineral nutrition and fertilization. In: HILLOCKS, R. J.; THRESH, J.M.; BELLOTTI, A. (Ed.). **Cassava: Biology, Production and Utilization**. 2002. p. 152.

LIMA, P.; MOURA, W.; AZEVEDO, M.; CARVALHO, A. Estabelecimento de cafezal orgânico. **Informe Agropecuário**, v. 23, p. 33-52, 2002.

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

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MEZETTE, T. F.; BLUMER, C. G.; VEASEY, E. A. Morphological and molecular diversity among cassava genotypes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 510-518, 2013.

MEZZALIRA, I.; COSTA, C. J.; VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. D. F.; SILVA, M. S.; DENKE, M. L.; SILVA, K. N. D. Pre-germination treatments and storage of cassava seeds and their correlation with emergence of seedlings. **Journal of Seed Science**, v. 35, p. 113-118, 2013.

OLIVEIRA, A. M. G.; SOUZA, L. S.; OLIVEIRA, J. L. D.; MAIA, L. E. N.; SANTOS, G. S. **Adubação com manganês para o controle do “amarelão” da mandioca no Extremo Sul da Bahia**. 2008. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/Amarelao/index.htm. Acesso em: 20 jul. 2020.

OTSUBO, A. A.; LORENZI, J. O. **Cultivo da mandioca na região Centro-Sul do Brasil**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 116 p.

PASSOS, A. M. A.; FERRO, G. D. O.; PAULA, N.; SILVA JÚNIOR, J. D. S. Desempenho de genótipos de mandioca em um Argissolo eutrófico na região sudoeste da Amazônia. **Encyclopédia Biosfera**, v. 10, p. 721-731, 2014.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Agronômica Ceres: POTAPOS, 1991. 343 p.

SANTOS FILHO, M. O. S.; FIALHO, J. F.; VIEIRA, E. A.; SILVA, M. S.; MORAES, S. V. P.; SILVA, K. N. D.; PAULA, G. F.; SOUZA, F. R. Avaliação de acessos de mandioca de mesa em Paracatu-MG. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICais, 2., 2008, Planaltina, DF. **Anais...** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. v. 1. p. 07. Conference Avaliação de acessos de mandioca de mesa em Paracatu-MG.

SANTOS, Z. G.; TUPINAMBÁ, E. A. Deficiência de manganês em mandioca no Estado de Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, p. 1541-1546, 1982.

SILVA, J. Avaliação de variedades de mandioca de mesa em sistema de cultivo orgânico na região do Recôncavo Baiano. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 3, p. 1-4, 2007.

SILVA, J. **Identificação de genitores de milho para solos com baixa disponibilidade de fósforo**. 2005. 83 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2005.

SILVA, M. D.; COSTA, B. D.; TAVARES, J. D.; OLIVEIRA, G. D.; JAEGER, S.; STRADA, E. D. O. Variação nos teores de compostos cianogênicos durante o processo de fenação de ramos de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Magistra**, v. 23, p. 149-153, 2011.

SOARES, J. L. P. **Mapeamento da produção de hortaliças do Distrito Federal**. Planaltina, DF: Universidade de Brasília, 2013. 57 p.

SOUZA, L. S.; SILVA, J.; SOUZA, L. D. Recomendação de calagem e adubação para o cultivo da mandioca. **Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Comunicado técnico**, v. 133, p. 6, 2009.

STAUT, L. A. Resposta agronômica e econômica da cultura da mandioca a doses de composto orgânico. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 30.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 14.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 12.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 9.; SIMPÓSIO SOBRE SELÉNIO NO BRASIL, 1., 2012, Maceió. **A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola**: anais. Viçosa, MG: SBCS, 2012. 1 CD-ROM Fertibio 2012.

VIDIGAL FILHO, P. S.; PEQUENO, M. G.; SCAPIM, C. A.; VIDIGAL, M. C. G.; MAIA, R. R.; SAGRILLO, E.; SIMON, G. A.; LIMA, R. S. Avaliação de cultivares de mandioca na região noroeste do Paraná. **Bragantia**, v. 59, p. 69-75, 2000.

VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; SILVA, M. S.; FUKUDA, W. M. G.; DOS SANTOS FILHO, M. O. S. Comportamento de genótipos de mandioca de mesa no Distrito Federal. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, p. 113-122, 2009.

VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; SILVA, M. S.; PAULA-MORAES, S. V. D.; OLIVEIRA, C. M. D.; ANJOS, J. D. R. N. D.; RINAIDI, M. M.; FERNANDES, F. D.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. BRS Japonesa: new sweet cassava cultivar for the Distrito Federal region. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 11, p. 193-196, 2011.

VIEIRA, E. A.; FREITAS FIALHO, J.; CARVALHO, L. J. C. B.; MALAQUIAS, J. V.; FERNANDES, F. D. Desempenho agronômico de acessos de mandioca de mesa em área de Cerrado no município de Unaí, região noroeste de Minas Gerais. **Científica**, v. 43, p. 371-377, 2015.



Cerrados

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

