

Comportamento de variedades de mandioca submetidas a fertilização em comunidades dependentes de chuva no semiárido brasileiro

Cassava varieties behavior during fertilization in rain-dependent communities in Brazilian semiarid region

SILVA, Alineaura Florentino¹; OLIVEIRA, Djane Silva²; SANTOS, Ana Paula Guimarães³; SANTANA, Luiz Manoel de⁴; OLIVEIRA, Ana Patrícia David de⁵.

1 Engenheira Agrônoma, Pesquisadora Embrapa Semiárido, Petrolina/PE - Brasil, Doutoranda em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Prodepa/UFPB, João Pessoa/PB - Brasil, alineaura.silva@embrapa.br; 2 Engenheira Agrônoma, ADAB, Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia, Salvador/BA - Brasil, djaneoliveirasilva@hotmail.com; 3 Engenheira Agrônoma, Doutoranda em Engenharia Agrícola - Área de concentração: Água e solo pela FEAGRI-UNICAMP, Campinas/SP - Brasil, apgs5@hotmail.com; 4 Engenheiro Agrônomo, Técnico em Desenvolvimento Regional da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba, CODEVASF 3ª SR, Petrolina/PE - Brasil, luiz.manoel@codevasf.gov.br; 5 Bióloga, Doutoranda Em Zootecnia pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador/BA - Brasil, ana.david28@gmail.com

RESUMO: O presente trabalho teve objetivo de observar o comportamento de variedades de mandioca submetidas a fertilização, nas comunidades dependentes de chuva Pereiros, Mudubim e Caiçara no semiárido brasileiro. Apesar do conhecimento sobre a tolerância da mandioca ao déficit hídrico e solos marginais, pouco se sabe sobre o potencial produtivo de diferentes variedades sob uso de adubação em áreas dependentes de chuva no semiárido. Foram conduzidos experimentos participativos com adubação e variedades de mandioca em três comunidades de áreas dependentes de chuva de Petrolina-PE. Os resultados mostram que apesar do baixo índice pluviométrico no período (entre 209 e 747mm), a calagem e fertilização com fósforo proporcionou melhoria da fertilidade do solo e maiores produtividades das variedades testadas (entre 15 e 37t.ha⁻¹ de raízes), sendo alcançadas melhores respostas na comunidade Pereiros, onde a variedade Brasília apresentou produtividade de raízes 24,9t.ha⁻¹, quase o dobro da média nordestina.

PALAVRAS-CHAVE: *Manihot esculenta* Cranz, Fertilidade do solo, Calagem, Fósforo, Produção.

ABSTRACT: The aim of this study was to observe the behavior of cassava varieties undergo fertilization in communities on rain dependent Pereiros, Mudubim and Caiçara in Brazilian semiarid. Despite the knowledge of cassava tolerance to water deficit and marginal soils, little is known about the productive potential of different varieties in use of fertilizer in areas dependent on rainfall in semiarid. Experiments were conducted with fertilization and cassava varieties in three communities in areas dependent on rain. The results show that despite the drought (rain 209 e 747mm), liming and phosphorus fertilization resulted in higher yields of the tested varieties, and achieved better responses in the community Pereiros where the variety presented Brasilia root yield 24.9 t ha⁻¹, almost twice the average Northeast.

KEY WORDS: *Manihot esculenta* Cranz, Soil fertility, Lime, Phosphorus Addition, Production

Correspondências para: alineaura.silva@embrapa.br

Aceito para publicação em 31/07/2013

Introdução

A mandioca é uma das principais fontes de carboidratos do mundo, cuja área plantada é uma das mais representativas dentre as culturas amiláceas, resultando em patamares de produção estimados em 280 milhões de toneladas no ano 2012 (HOWELER et al., 2013). A capacidade de usar água eficientemente permite sua exploração em regiões de estações secas prolongadas nas quais a cultura ocupa papel predominante nos sistemas de produção agrícola. A produção nacional da mandioca em 2012 foi de 24,2 milhões de toneladas de raízes, numa área plantada de 2,4 milhões de hectares, com rendimento médio de 13,8 t.ha⁻¹ (IBGE, 2012). Dentre os cinco principais estados produtores destacam-se: Pará (19,9%), Paraná (16,9%), Bahia (10,9%), Maranhão (6,3%) e São Paulo (6,2), que respondem por 59,5% da produção do país (IBGE, 2012). No ano 2012 a região Norte sobressaiu-se com a participação de 30,8% da produção nacional, porém com rendimento médio de apenas 15,3 t/ha. As demais regiões participam com 28,3% (Nordeste), 23,9% (Sul), 11,78% (Sudeste) e 5,22% (Centro-Oeste). As regiões Norte e Nordeste destacam-se como principais consumidoras de mandioca, principalmente sob a forma de farinha, apesar de diversos outros produtos preparados com as raízes apresentarem atualmente forte inserção na cultura alimentar local.

Por ser uma espécie com grande tolerância à seca e a solos com baixa fertilidade, normalmente são escolhidas áreas marginais da propriedade para efetuar o plantio, que ocorre com baixo ou nenhum uso de insumos, depreciando ainda mais o potencial da cultura para produção de raízes e parte aérea (SILVA et al., 2012). A capacidade da mandioca em tolerar situações estressantes em déficit hídrico e fertilidade do solo explica-se em parte por mecanismos morfológicos, bioquímicos e fisiológicos, como controle do fechamento estomático, altos potenciais fotossintéticos e

extenso sistema radicular fino (El-Sharkawy, 2012). Os sistemas de produção de base agroecológica no semiárido, com pouco ou nenhum uso de insumos (SILVA et al., 2009a, OLIVEIRA et al., 2009), tornam-se muitas vezes ambientes estressantes, onde as características citadas acima (EL-SHARKAWY, 2012) são muito úteis e permitem maior sustentabilidade dos cultivos, principalmente associando-se a esse aspecto o fato de que a mandioca é uma planta apta para muitos usos, desde alimentação humana e animal até uso industrial. Atualmente, no Nordeste, devido a este fato, tem crescido o uso da mandioca na alimentação de animais, como suplemento em períodos de escassez de alimentos, seja na forma de feno da parte aérea ou raspas desidratadas das raízes (FERREIRA et al., 2009).

Alguns genótipos de mandioca se adaptam melhor que outros para produção de raízes e parte aérea, mesmo em regiões semiáridas (SILVA et al., 2009), porém as condições edafoclimáticas dessas regiões muitas vezes restringem o crescimento e produção, causando desestímulo ao produtor em continuar com a atividade. No semiárido brasileiro, especialmente nas áreas dependentes de chuva, o baixo rendimento da cultura e a queda de preço dos produtos comercializados no período da safra desestimulam o uso de tecnologias ou insumos (BEZERRA et al., 1996), sob o risco de não obterem resultado financeiro que justifique tais investimentos. Com isso, desencadeia-se um processo de falência da agricultura das propriedades (principalmente nas familiares), gerando um ciclo vicioso onde o baixo retorno financeiro das culturas inviabiliza a compra dos insumos, que por sua vez não são aplicados no solo e impedem que se obtenham produtividades satisfatórias. Mesmo em áreas dependentes de chuva, o uso de insumos poderá melhorar a fertilidade natural do solo e conseqüentemente aumentar a produtividade e qualidade das raízes e parte aérea da mandioca (SILVA et al., 2008,

Comportamento de variedades de mandioca

OLIVEIRA et al., 2008), porém a resposta de cada genótipo poderá variar conforme a característica de cada um. Assim, o presente trabalho teve como objetivo comparar o comportamento de variedades de mandioca submetidas a calagem e adubação fosfatada nas comunidades dependentes de chuva Pereiros, Mudubim e Caiçara no semiárido brasileiro.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado em áreas dependentes de chuva nas comunidades Pereiros, Caiçara e Mudubim, pertencentes ao município de Petrolina – PE. Petrolina está inserido na depressão sertaneja, unidade geoambiental marcada por um relevo suave-ondulado, paisagem típica do semiárido

pernambucano, possuindo latitude 09o09' S, longitude: 40o22' W, altitude: 365,5 m. O clima local, segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSW_h' – semiárido (quente e seco), o qual possui duas estações bem diferenciadas: estação seca, com ocorrência entre os meses de maio e outubro e estação chuvosa, entre os meses de novembro e abril, com precipitação variando entre 400 e 650mm, segundo a média dos últimos quarenta anos (TEIXEIRA, 2010). Os trabalhos foram realizados, desde o plantio até a colheita, entre fevereiro de 2010 e novembro de 2011 e a precipitação durante o período variou entre as comunidades, sendo 2010 o ano de maior pluviosidade, comparando-se a 2011 (Figura 1).

Antes da implantação dos experimentos, foram

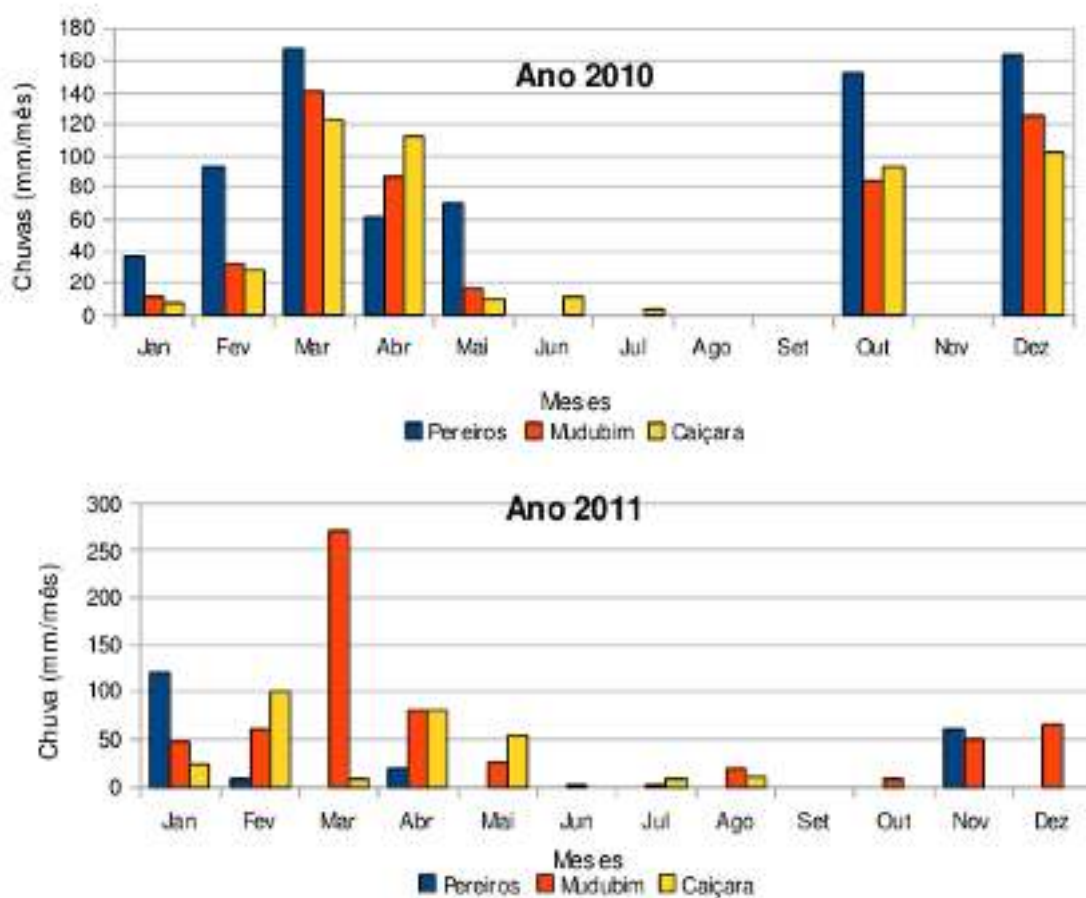


Figura 1: Totais pluviométricos médios mensais nos anos 2010 e 2011 nas comunidades Pereiros, Mudubim e Caiçara. Petrolina, 2012.

coletadas amostras do solo das três áreas, em duas profundidades (0-20 e 20-40 cm), cujas características, analisadas segundo Embrapa (1997), são apresentadas na Tabela 1 e serviram como base para a definição da adubação.

A implantação das três áreas experimentais ocorreu entre os meses de fevereiro e março de 2010, período em que o regime pluviométrico permitiu plantio sob condições naturais. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com tratamentos arranjos segundo esquema fatorial, com cinco acessos de mandioca e dois tipos de adubação (com e sem), totalizando 10 tratamentos, com quatro repetições. Cada parcela experimental continha 40 plantas, sendo que destas apenas 16 eram consideradas como plantas da área útil para fins de avaliação. Os acessos de mandioca testados foram TSA 1 (Engana Ladrão), TSA 528 (Curvelinha), TSA 522 (Brasília) e Gema de Ovo, variedade lançada pela Embrapa Mandioca e Fruticultura (2006). Nos tratamentos com adubação foram aplicados, a lanço, o equivalente a 2,0 t ha⁻¹ de calcário dolomítico e, nos sulcos, 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de superfosfato simples, além da imersão das manivas cortadas numa solução de sulfato de zinco 2%, conforme Fidalski (1999) e Souza et al.

(2006). A calagem não foi realizada apenas na comunidade de Mudubim devido aos valores de pH (7,4 e 6,9), teores de cálcio (3,8 e 3,75 cmolc.dm⁻³), magnésio (1,0 e 1,15 cmolc.dm⁻³) e alumínio trocável (0,0 e 0,0 cmolc.dm⁻³) não justificarem essa prática.

Após aração e aplicação dos insumos nos tratamentos com adubo, o plantio das manivas seguiu o procedimento dos agricultores, sendo utilizado espaçamento de 1 x 1m, em covas abertas a 15 cm da superfície. As manivas utilizadas foram provenientes de plantas sadias com aproximadamente 13 meses de idade, cultivadas no campo experimental do Bebedouro, pertencente a Embrapa Semiárido. Durante o período dos experimentos o controle de ácaros foi realizado com a aplicação de calda de pimenta (BARBOSA et al., 2006), seguindo recomendação para cultivos de base agroecológica (SILVA et al., 2009) e passíveis de serem adaptados pelos produtores que conduziram as áreas de plantio.

Na colheita, entre setembro e novembro de 2011, nos três locais, foi realizada avaliação participativa com os produtores das comunidades, incluindo as seguintes características: a) número de raízes totais, b) produção da parte aérea, expressa em kg ha⁻¹, obtida pela pesagem das folhas +

Tabela 1: Potencial hidrogeniônico (pH), teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e alumínio (Al) do solo nas profundidades 0-20cm e 20-40cm das comunidades Pereiros, Mudubim e Caiçara antes da adubação. Petrolina-PE, 2009.

Comunidades	prof. cm	pH	P mg.dm ⁻³	----- cmol.c/dm ⁻³ -----			
				K	Ca	Mg	Al
Pereiros	0-20	4,7	2,0	0,33	1,20	0,8	0,4
	20-40	4,3	1,0	0,20	0,55	0,70	1,3
Mudubim	0-20	7,4	15,0	0,45	3,8	1,0	0,0
	20-40	6,9	7,0	0,41	3,75	1,15	0,0
Caiçara	0-20	5,7	2,47	0,22	0,44	0,64	0,15
	20-40	5,5	2,00	0,23	0,48	0,61	0,10

maniva em cada repetição da área útil experimental, após corte realizado a 05 cm da superfície do solo e c) produção de raízes expressa em t ha⁻¹, obtida pela pesagem das raízes de cada parcela. Com esses dados foram calculados o índice de colheita (IC RA e IC PA): relação expressa em %, entre peso de raízes tuberosas e peso total da planta (IC RA) ou peso da parte aérea da planta e peso total da planta (IC PA) (CONCEIÇÃO, 1979), de acordo com a fórmula:

$$IC = \frac{\text{peso de raízes}}{\text{peso de raízes} + \text{peso da parte aérea}} \times 100$$

Foram avaliados os pesos de raízes apenas nas variedades com baixa concentração de Ácido Cianídrico - HCN (Brasília e Gema de Ovo), consideradas próprias para alimentação humana. Nessas também foi calculado o peso médio de raízes, dividindo-se o peso total das raízes pelo número de raízes das plantas. Além das avaliações realizadas nas plantas foram coletadas amostras de solo nas áreas adubadas e não adubadas para comparação com a realidade inicial. Apesar de algumas informações obtidas nas comunidades terem cunho subjetivo (qualidade da raiz cozida),

as medições que acompanharam essas avaliações geraram dados que foram submetidos à análise de variância e as médias foram testada por Tukey a 5 e 10% de probabilidade.

Resultados e discussão

O regime de chuvas das comunidades onde os trabalhos foram instalados variou e explica, pelo menos em parte, os resultados obtidos. Durante os experimentos e ratificando os dados de Teixeira et al. (2010), observou-se concentração de chuvas no período que compreende os meses de novembro a março e estiagem prolongada entre abril e outubro, comprometendo o crescimento das plantas principalmente no primeiro ano após o plantio (Figura 1). Esse aspecto, associado às taxas de evaporação, temperatura do ar e radiação solar historicamente conhecidas (Teixeira, 2010), acentuam o déficit hídrico ocasionado pelas chuvas reduzidas no período do trabalho (apenas 209mm na comunidade dos Pereiros no ano 2011).

Após a colheita, o solo das três comunidades apresentou características distintas em cada região edafoclimática trabalhada, sendo visível a resposta direta a adubação realizada (Tabelas 2 e 3),

Tabela 2: Características químicas do solo nas profundidades 0-20 e 20-40cm das comunidades Pereiros, Mudubim e Caiçara após a colheita dos experimentos. Petrolina-PE, 2012

Local	Adubo	Prof. cm	MO	pH	C.E.	P	K	Ca	Mg	Al
			g.kg ⁻¹	-	dS.m ⁻¹	mg.dm ⁻³	cmolc.dm ⁻³			
Pereiros	Sem	0-20	6,92	5,2	0,26	6,7	0,39	1,5	0,5	0,6
		20-40	6,02	4,8	0,23	3,6	0,34	5,5	2,5	0,5
	Com	0-20	7,73	5,8	0,4	8,8	0,4	1,7	0,5	0,1
		20-40	5,87	5,4	0,38	8,5	0,36	2,3	0,8	0,1
Mudubim	Sem	0-20	2,59	5,7	0,14	3,83	0,29	2,6	1,8	0,05
		20-40	1,76	5,6	0,11	2,25	0,23	2,4	1,6	0,05
	Com	0-20	4,45	6,2	0,33	29,85	0,44	4,0	1,0	0,05
		20-40	2,69	6,3	0,2	11,1	0,38	3,9	0,9	0,05
Caiçara	Sem	0-20	1,03	6,0	0,13	5,17	0,22	0,95	0,45	0,05
		20-40	0,19	5,5	0,1	1,95	0,18	0,88	0,32	0,05
	Com	0-20	1,54	6,07	0,27	12,85	0,23	1,57	1,07	0,05
		20-40	0,78	6,23	0,24	7,07	0,17	1,27	0,73	0,05

Tabela 3: Totais de alumínio trocável, saturação de bases e teores de microelementos no solo nas profundidades 0-20 e 20-40cm das comunidades Pereiros, Mudubim e Caiçara após a colheita dos experimentos. Petrolina-PE, 2012

Local	Adubo	Prof. cm	Al	----- cmolc.dm ⁻² -----		
				H+Al	S	CTC
Pereiros	Sem	0-20	0,06	4,95	2,42	7,37
		20-40	0,05	3,96	8,37	12,33
	Com	0-20	0,1	3,46	2,81	6,1
		20-40	0,1	4,04	3,21	7,43
Mudubim	Sem	0-20	0,05	1,98	4,72	6,70
		20-40	0,05	1,81	4,27	6,08
	Com	0-20	0,05	2,80	5,48	8,28
		20-40	0,05	2,31	5,22	7,53
Caiçara	Sem	0-20	0,05	2,97	1,64	4,61
		20-40	0,05	3,13	1,41	4,54
	Com	0-20	0,05	2,75	2,86	5,60
		20-40	0,05	3,02	2,19	5,21

principalmente do fósforo, que elevou entre 24 e 87% o teor nas parcelas com esse tratamento (Tabela 4). Apesar do incremento na fertilidade do solo, ressalta-se que a resposta das plantas depende diretamente da condição hídrica durante o ciclo da cultura, sendo altamente desfavorável no presente trabalho.

Apesar de ainda serem considerados baixos, os teores de matéria orgânica no solo na comunidade dos Pereiros apresentaram-se naturalmente mais elevados (6,02 a 7,73g.kg⁻¹) do que no solo das outras duas comunidades. Por outro lado, o pH do

solo nessa comunidade apresentava-se baixo nas duas profundidades avaliadas (0-20 e 20-40cm), porém passou de 4,7 e 4,3 (Tabela 1) para 5,8 (0-20cm) e 5,4 (20-40cm), mostrando eficiência na calagem e do fósforo ao final do trabalho, contribuindo para a disponibilização de outros elementos do solo, resultados estes corroborados por outros trabalhos (PEREIRA, 2012; FIDALSKI, 1999). Na comunidade Caiçara a calagem proporcionou sutil elevação nos valores de pH, que passaram de 5,7 e 5,5 (0-20 e 20-40 cm respectivamente) para 6,0 e 5,5, mantendo essa

Tabela 4: Percentual de acréscimo ou redução (-) na matéria orgânica, pH, C.E. e nos teores dos elementos fósforo, potássio, cálcio, magnésio e sódio nas parcelas adubadas nas comunidades Pereiros, Mudubim e Caiçara. Petrolina, PE, 2012.

Comunidade	MO	pH	CE	P	K	Ca	Mg	Na
				%				
Pereiros	10,5	10,3	35	23,9	2,5	11,8	0	25
Mudubim	41,8	8,1	57,6	87,2	34,9	35	80 (-)	25
Caiçara	33,1	1,2	51,9	59,8	4,35	39,5	57,9	0

característica em melhores condições para o cultivo da mandioca.

Considerando a camada de 0 a 20 cm de profundidade, observa-se que além do aumento nos teores de fósforo mencionados anteriormente, os de cálcio também destacam-se, principalmente nas comunidades de Mudubim (35%, ou seja, de 2,6 para 4,0 cmolc.dm⁻³) e Caiçara (39,5%, ou seja, de 0,95 para 1,57 cmolc.dm⁻³), o que certamente beneficiou a produção de mandioca, pois é um dos elementos mais exigidos por essa espécie (SOUZA et al., 2006; FIDALSKI, 1999; EL-SHARKAWY, 2012). Ainda sobre a fertilidade do solo, na camada de 0 a 20cm, observou-se que a saturação por bases (S) manteve-se sempre mais elevada na presença de adubação, bem como valores de V, com única exceção na comunidade de Mudubim, onde o valor de V nesta camada foi 66% enquanto sem adubação ficou em 70%.

Ao final dos experimentos a adubação e a calagem proporcionaram ainda alterações indiretas nos teores de potássio, que tiveram suas concentrações na camada de 0 a 20 cm do solo aumentada em 30% na comunidade Mudubim e 2,5 e 4,34% nas comunidades Pereiros e Caiçara, respectivamente (Tabela 4). Os teores de magnésio também sofreram alterações na comunidade Caiçara que apresentou ao final solo com 57,9% a mais desse elemento, comparando áreas com e sem adubação (Tabela 4), indicando um efeito indireto da calagem e adubação fosfatada no sistema solo. Apesar de ser uma planta conhecida pela rusticidade, a aplicação de fertilizantes em solos para cultivos de mandioca apresenta-se necessária, principalmente em solos arenosos, onde a disponibilidade de nutrientes não suprem a demanda da cultura. Além dos resultados na produção de raízes e parte aérea, a adubação permite maior aporte de nutrientes nas manivas, principalmente K, garantindo melhores condições para brotação após o plantio (TAKAHASHI e

BICUDO, 2005).

A absorção dos elementos químicos da solução do solo pela planta depende diretamente da presença de água, portanto, a resposta ao fertilizante ou corretivo aplicado estará diretamente condicionada ao regime pluviométrico. Além do baixo volume, 450mm em média no semiárido (TEIXEIRA, 2010), a distribuição irregular das chuvas interfere no crescimento dos cultivos (VIANNA et al., 2012, SILVA et. al., 2011), principalmente na mandioca, que é plantada em um ano e pode passar até 18 meses para ser colhida, sofrendo períodos de escassez superiores a 8 meses ou excessos de água durante seu ciclo.

No presente trabalho o solo da comunidade Pereiros permitiu produtividades de raízes entre 13,4 t.ha⁻¹ (variedade Gema de ovo) e 24,9 t.ha⁻¹ (Variedade Brasília), ambas acima da média regional (IBGE, 2012), e, apesar do alto coeficiente de variação (30,1%) nota-se melhor adaptação da variedade Brasília àquelas condições (Tabela 5). Nessa comunidade, os pesos da planta inteira e índices de colheita de raízes também se apresentaram mais altos na variedade Brasília.

Na comunidade dos Pereiros, as variedades não responderam a adubação aplicada como nas outras comunidades, apresentando diferenças apenas nas avaliações entre as variedades. Isso pode ser explicado por conta do solo na comunidade apresentar teores de fósforo e outros nutrientes acima dos das demais comunidades (Tabela 1) e no segundo ano a precipitação ter sido muito baixa (Figura 1), inviabilizando por outro lado, a disponibilidade de nutrientes e resposta da planta. Na comunidade dos Pereiros, a variedade Brasília mostrou-se mais produtiva do que a Gema de Ovo principalmente na produção de raízes (peso e número). Apenas o peso da parte aérea mostrou-se superior na Gema de Ovo, bem como o IC da parte aérea dessa variedade que revelou possuir boa aptidão como forrageira. O número de raízes

Tabela 5: Produtividade de raízes, parte aérea e planta inteira ($t \cdot ha^{-1}$), índices de colheita de raiz (IC RA) e de parte aérea (IC PA), peso médio de raiz e número de raízes por planta submetidas a adubação na comunidade dos Pereiros. Petrolina, PE, 2012.

Variedade	adubação	Parte aérea	Raiz	Planta inteira	IC RA	IC PA	Peso médio de raiz	Nº raízes/planta
Brasília	sem	14,1Ba	24,9 Aa	42,4 ^{ac}	0,58 Aa	0,34 Ba	0,11 ^{ac}	22,3 Aa
	com	15,8 Ba	23,4 Aa	42,5	0,54 Aa	0,38 Ba	0,11	20,8 Aa
Gema de ovo	sem	19,8 Aa	13,4 Ba	36,3	0,37 Ba	0,55 Aa	0,10	13,8 Ba
	com	19,9 Aa	16,1 Ba	39,5	0,40 Ba	0,51 Aa	0,09	18,8 Ba
cv		12,7	30,1	17,6	13,9	12,9	31,9	19,3

* Médias seguidas na coluna de mesma letra maiúscula não diferem entre si, entre variedades independente da adubação (com ou sem) e seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si entre adubações na mesma variedade (Brasília ou Gema de Ovo) a 5% de probabilidade.

superior na variedade Brasília, não resultou em maior peso médio de raízes do que a variedade Gema de Ovo, tendo em vista que nessa, tanto o peso quanto o número de raízes foram menores, resultando em peso médio de raízes semelhante entre as variedades e sem diferença significativa (Tabela 5).

Na comunidade Mudubim, embora o volume de chuvas para no período (18 meses) tenha se apresentado alto (1231,1mm), as plantas não

apresentaram produtividades acima das cultivadas nas comunidades Pereiros e Caiçara, onde ocorreram precipitações menores, respectivamente, 956mm e 783mm. Além do acumulado de chuvas, o solo da comunidade Mudubim apresentou teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio superiores aos das outras duas comunidades, tornando cada vez mais distante as explicações de ordem nutricional e hídrica para os resultados de produtividade (Tabela 6). Nessa

Tabela 6: Produtividade de raízes, parte aérea e planta inteira ($t \cdot ha^{-1}$), índices de colheita de raiz (IC RA) e de parte aérea (IC PA), peso médio de raiz e número de raízes por planta submetidas a adubação na comunidade de Mudubim. Petrolina, PE, 2012.

Variedade	adubação	Parte aérea	Raiz	Planta inteira	IC RA	IC PA	Peso médio de raiz	Nº raízes/planta
Brasília	sem	4,3 Ab	9,2 Ab	14,6 Ab	0,62 Aa	0,30 Ab	0,18	5,1 Aa
	com	6,0 Aa	11,4 Aa	18,7 Aa	0,61 Aa	0,32 Aa	0,23	5,0 Aa
Gema de ovo	sem	4,0 Ab	4,9 Ab	10,1 Ab	0,49 Ba	0,39 Aa	0,15	3,3 Ba
	com	5,2 Aa	10,5 Aa	19,1 Aa	0,57 Ba	0,28 Aa	0,24	4,5 Ba
cv		29,7	33,3	31,6	11,2	14,6	27,3	21,6

* Médias seguidas na coluna de mesma letra maiúscula não diferem entre si, entre variedades independente da adubação (com ou sem) e seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si entre adubações na mesma variedade (Brasília ou Gema de Ovo) a 5% de probabilidade.

comunidade, as duas variedades (Brasília e Gema de Ovo) responderam às condições proporcionadas ao cultivo, em base agroecológicas, com uso mínimo de insumos visando apenas a correção do solo com calcário e fósforo, tanto com maior produção de parte aérea como de raiz ($p < 0,05$), quando comparando as condições naturais sem nenhum complemento na fertilidade ou correção do solo. Apesar da resposta a adubação ocorrer nas duas variedades, notou-se maior eficiência para produção de raízes pela variedade Brasília, que apresentou IC de raízes maior (0,61 e 0,62) que da variedade Gema de Ovo (0,49 e 0,57), independente do uso de fertilizantes. Por outro lado, a variedade Gema de Ovo mostrou-se eficiente no direcionamento da matéria seca para produção de parte aérea, principalmente na ausência de adubação, apresentando IC de parte aérea (0,39 e 0,28) superiores aos da variedade Brasília (0,30 e 0,32). Outros autores como Motta et al. (2012) encontraram IC de raízes de variedades de mandioca aos oito meses de idade variando entre 29,6 (BRS Dourada) e 47,4% (Amarelo 1), menores do que os valores aqui apresentados. As condições edafoclimáticas desses autores (Dourados/MS) certamente proporcionaram maior direcionamento dos nutrientes para a parte aérea, favorecendo menores ICs de raízes. Os maiores valores de IC raiz no presente trabalho sugerem maior concentração dos assimilados nas raízes em detrimento da parte aérea, refletindo o condicionamento da planta para reserva e sobrevivência na região semiárida. Independente da adubação, o número de raízes por planta mostrou-se maior na variedade Brasília, apesar de não haver diferença significativa entre os pesos médios de raízes das duas variedades. Respostas a adubação e calagem são apresentados por diversos autores em diversas condições e podem ser conseguidos inclusive com uso de fertilizantes orgânicos como o esterco bovino ou caprino (FIDALSKI, 1999, GALVÃO et al., 2008), que

normalmente são mais disponíveis nas propriedades de agricultura familiar no Semiárido Brasileiro.

Na comunidade Mudubim, o número de raízes por planta na variedade Gema de Ovo (3,3 e 4,5) foi menor ($p < 0,05$) do que na Brasília (5,1 e 5,0). Como o número de raízes por planta nessa comunidade não foi tão alto (3,3 e 5,1), observou-se o peso médio de raízes, entre 0,15 e 0,24, superior a comunidade dos Pereiros (0,10 e 0,11). Motta et al. (2012) encontraram número de raízes por planta variando entre 3,6 (Taquara Amarela) e 6,3 (Pioneira), apesar do menor número de raízes não ter coincidido com menores massas totais de raízes por planta nesse mesmo trabalho. Em variedades para mesa, como é o caso dos dois trabalhos, um menor número de raízes pode permitir maior comprimento das mesmas, aspecto relevante e pretendido no mercado desse alimento com as atuais exigências dos consumidores.

Diferente das comunidades dos Pereiros e Mudubim, a comunidade Caiçara mostrou diferenças estatisticamente significativas para os pesos de parte aérea, de raízes e peso total das plantas sob os tratamentos aplicados (Tabela 7). Nessa comunidade, foi verificado a menor produtividade de parte aérea pela variedade Brasília sem adubação ($4,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) e a maior na variedade Gema de ovo adubada ($18,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Na ausência da adubação as variedades Brasília e Gema de Ovo não apresentaram diferenças significativas em produção de raízes e da planta inteira, porém na presença da calagem e fósforo a variedade Gema de Ovo supera a variedade Brasília em todos os aspectos de produtividade, seja da parte aérea, da raiz ou da planta inteira, apresentando respectivamente 18,7, 36,7 e $59,2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ na comunidade Caiçara.

Estes aspectos indicam que cada um dos solos estudados possuem diferentes potenciais para produtividades de mandioca, sendo que na comunidade Mudubim, algum outro aspecto como a

Tabela 7: Produtividade de raízes, parte aérea e planta inteira ($t\cdot ha^{-1}$), índices de colheita de raiz (IC RA) e de parte aérea (IC PA), peso médio de raiz e número de raízes por planta submetidas a adubação na comunidade de Caiçara. Petrolina, PE, 2012.

Variedade	adubação	*Parte aérea	t $\cdot ha^{-1}$			IC RA	IC PA	Peso medio de raiz kg.raiz $^{-1}$	N $^{\circ}$ raízes/ planta
			Raiz	Planta inteira					
Brasília	sem	4,9 B a	11,5 A a	17,6 A a	0,7	0,28	0,19	6,5	
	com	6,4 B a	15,3 B a	23,2 B a	0,7	0,28	0,35	4,8	
Gema de ovo	sem	9,0 A b	16,6 A b	27,1 A b	0,6	0,34	1,04	4,8	
	com	18,7 A a	36,7 A a	59,2 A a	0,6	0,32	0,69	5,8	
cv		26,4	29,3	27,4	5,3	10,5	91	55,9	

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si, entre variedades na mesma adubação (com ou sem) e seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si entre adubações na mesma variedade (Brasília ou Gema de Ovo) a 5% de probabilidade.

textura do solo ou a irregularidade climática proporcionaram menores produtividades quando comparados com as outras duas comunidades (Figura 2). O solo da comunidade dos Pereiros, apesar de não apresentar valores de nutrientes tão expressivamente maiores do que nas outras comunidades oportunizou para a cultura melhores resultados de produção de raízes e parte aérea, destacando-se inclusive o número de raízes por planta (Figura 2), sendo este um indicativo da potencialidade desse solo para a cultura da mandioca, escolhido pelo agricultor e utilizado há décadas em cultivos simultâneos com feijão, milho, abóbora, entre outros, num sistema equilibrado e sustentável a longo prazo. Na comparação da produção de parte aérea, verifica-se ausência de diferença significativa em resposta a adubação sobre as variedades estudadas, em todas as comunidades (Tabela 8). Apesar disso, na Tabela 9 onde são apresentados valores de produção de parte aérea de todas as variedades nas diferentes comunidades, observou-se que a produção de parte aérea foi significativamente maior ($p < 0,10$) na comunidade dos Pereiros ($17,31 t\cdot ha^{-1}$) do que nas comunidades Mudubim ($4,28 t\cdot ha^{-1}$) e Caiçara ($9,03 t\cdot ha^{-1}$). Nota-se que a variedade Gema de

Ovo destaca-se sobre as demais na produção de parte aérea nas comunidades dos Pereiros ($19,85 t\cdot ha^{-1}$) e Caiçara ($13,87 t\cdot ha^{-1}$), indicando ser uma variedade adequada para uso da parte aérea fenada na alimentação animal (Tabela 9), apesar de ter sido lançada e sendo divulgada e estudada como uma variedade de mesa (CENI et al., 2009).

No presente trabalho, apesar das condições climáticas terem sido altamente desfavoráveis, todas as variedades testadas responderam, de forma geral, ao uso do calcário e fósforo, com maiores produções quando comparadas a ausência do fertilizante. Além da produção, outro aspecto que chamou atenção foi a eficiência de uso da água de chuva, chegando a mais de 100% de incremento quando houve uso dos fertilizantes, reforçando a necessidade do incentivo a programas governamentais que melhorem o alcance dos agricultores de áreas dependentes de chuva aos adubos recomendados no presente trabalho.

A resposta das plantas sob determinadas condições climáticas, muitas vezes é relacionada em diversas pesquisas utilizando-se índices que envolvem tanto a produção da espécie como dados indiretos, como carbono fixado ou absorvido, eficiência de uso da água e de nutrientes. El-

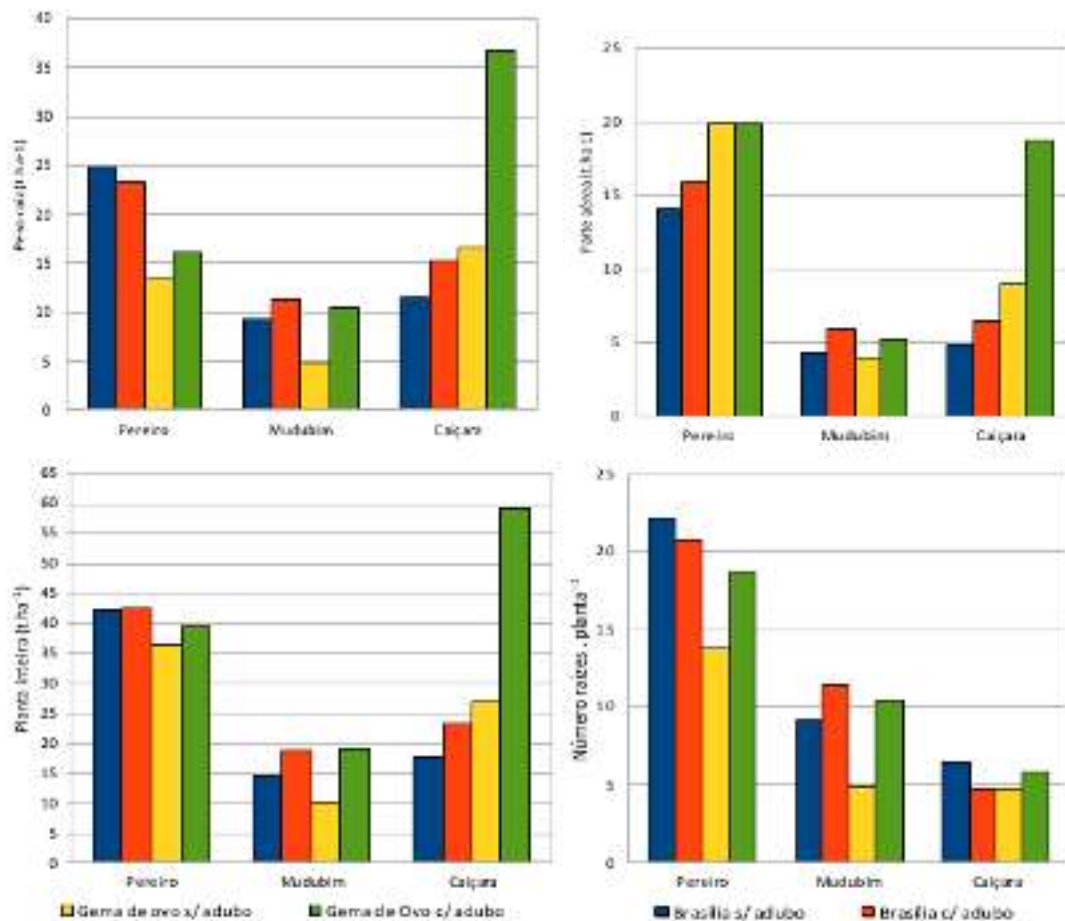


Figura 2: Peso de raiz, parte aérea, planta inteira (t.ha⁻¹) e número de raízes das variedades Brasília e Gema de Ovo com e sem adubação nas comunidades Pereiros, Mudubim e Caiçara. Petrolina, 2012.

Sharkawy et al. (1992) referem-se a eficiência de uso da água (EUA) como o que foi produzido pela planta (biomassa) com a água disponibilizada (subtraindo-se a evaporação), porém outros autores consideram a EUA como uma relação entre o CO₂ absorvido e a água perdida (EL-SHARKAWY e COCK, 1984, COCK et al., 1985). Autores como Faustino et al. (2012), por exemplo, avaliaram a eficiência de uso da água em plantas de mandioca tratadas com herbicidas e consideraram este índice como sendo a relação entre a quantidade de CO₂ fixado pela fotossíntese

e quantidade de água transpirada (EUA = mol CO₂.mol H₂O⁻¹). No presente trabalho, o termo Eficiência de Uso da Água foi utilizado de forma inovadora, relacionando-se a produção de biomassa das plantas, com a água disponibilizada para as mesmas através das chuvas, medida com auxílio de pluviômetro (Tabela 10). Observa-se que a mandioca no sistema produtivo da comunidade dos Pereiros (1) destacou-se por apresentar maior eficiência de uso da água, considerando-se qualquer uma das partes da planta ou a mesma inteira. Esse aspecto certamente foi resultado das

Tabela 8: Produtividade de parte aérea ($t\cdot ha^{-1}$) das variedades Brasília, Gema de Ovo, Curvelinha e Engana Ladrão, nas comunidades dos Pereiros, Mudubim e Caiçara. Petrolina, PE, 2012.

Variedades	Adubação	Comunidades		
		Pereiros	Mudubim $t\cdot ha^{-1}$	Caiçara
Brasília	sem	14,08	4,28	4,9
	com	15,82	5,96	6,4
Gema de ovo	sem	19,84	3,98	9,0
	com	19,87	5,19	18,7
Curvelinha	sem	11,58	3,78	4,2
	com	18,12	3,52	9,5
Engana ladrão	sem	20,84	3,1	3,7
	com	18,35	4,39	15,8

Tabela 9: Produtividade de parte aérea ($t\cdot ha^{-1}$) das variedades Brasília, Gema de Ovo, Curvelinha e Engana Ladrão, nas comunidades dos Pereiros, Mudubim e Caiçara, independente da adubação aplicada. Petrolina, PE, 2012.

Variedades	Pereiros *	Mudubim ¹⁰ $t\cdot ha^{-1}$	Caiçara
Brasília	14,95 B	5,12	5,63 B
Gema de Ovo	19,85 A	4,59	13,87 A
Curvelinha	14,85 B	3,65	6,87 B
Engana Ladrão	19,6 AB	3,74	9,77 AB
Média**	17,31 a	4,28 c	9,03 b

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si, para variedade em cada uma das comunidades, por Tukey a 10% de probabilidade.

** Médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha, não diferem entre si, para valores de parte aérea nas comunidades, por Tukey a 10% de probabilidade.

melhores condições pluviométricas no ano do estabelecimento do mandiocal (2010) e melhor equilíbrio entre elementos minerais do solo. O que também chama atenção nos dados de EUA é o incremento proporcionado pela adubação superar a própria resposta da variedade, como na

comunidade Caiçara (Tabela 11), onde mesmo a reduzida quantidade de chuvas permitiu superioridade na resposta a fertilização em 107,7% na produção de parte aérea e 121,1% na produção de raízes.

Com os presentes resultados, sugere-se como

Comportamento de variedades de mandioca

Tabela 10: Eficiência de Uso da Água de Chuva nas variedades de mandioca de mesa Brasília e Gema de Ovo nas comunidades dependentes de chuva Pereiros, Mudubim e Caiçara. Petrolina, PE, 2012.

Variedades	Adubação	Parte Aérea			Raiz			Planta inteira		
		*kg . L água ⁻¹								
		**1	2	3	1	2	3	1	2	3
Brasília	sem	1,47	0,38	0,63	2,6	0,81	1,47	4,44	1,29	2,25
	com	1,65	0,53	0,82	2,45	1,01	1,99	4,45	1,66	2,96
Gema de Ovo	sem	2,08	0,35	1,15	1,4	0,43	2,12	3,8	0,89	3,46
	com	2,08	0,46	2,39	1,68	0,93	4,69	4,13	1,69	7,56

*Obs.: Eficiência de Uso da Água estimada dividindo-se a biomassa produzida (da parte aérea, raiz ou planta inteira) pelo volume de chuva precipitado em cada uma das comunidades.

**Comunidades: 1 - Pereiros; 2 - Mudubim; 3 - Caiçara

Tabela 11: Incremento (%) na Eficiência de Uso da Água de Chuva nas variedades de mandioca de mesa Brasília e Gema de Ovo nas comunidades dependentes de chuva Pereiros, Mudubim e Caiçara. Petrolina, PE, 2012.

	Parte Aérea			Raiz			Planta		
	*1	2	3	1	2	3	1	2	3
Brasília	12,4	39,2	30,6	-6,02	23,9	35,6	0,24	28,1	31,8
Gema de Ovo	0,15	30,4	107,8	20,1	114,3	121,1	8,82	89,11	118,4

*Comunidades: 1 - Pereiros; 2 - Mudubim; 3 - Caiçara

importante a correção do solo e fertilização de cultivos de mandioca nas comunidades Pereiros, Mudubim e Caiçara, em áreas dependentes de chuva. Até o presente trabalho, tinha-se como viável na região semiárida, adubação e correção de solos apenas em áreas irrigadas, nos cultivos perenes de maior expressividade econômica, como manga e uva (LEÃO et al. 2013, LIMA, 2013).

Conclusões

Apesar da estiagem durante o experimento, a calagem e fertilização com fósforo proporcionaram

maiores produtividades das variedades testadas, sendo alcançadas melhores respostas na comunidade dos Pereiros (956mm de chuva), onde a variedade Brasília apresentou produtividade de raízes 24,9t.ha⁻¹;

A adição de fósforo elevou entre 24 e 87% o teor do elemento nas áreas com essa adubação e juntamente com a correção do solo aumentou a eficiência de uso da água de chuva em 107,7% na produção de parte aérea e 121,1% na produção de raízes de mandioca, na comunidade Caiçara.

O solo da comunidade Caiçara foi o que

apresentou melhor resposta a adubação dentre as comunidades avaliadas.

Agradecimentos

Aos Projetos “Transição Agroecológica” (código 01.07.01.01.03.02) e “Variedades de mandioca de mesa para agricultura familiar de áreas irrigadas e dependentes de chuva” (código 06.08.06.003.00.00), ao Banco do Nordeste e aos produtores Raimundo Bosco (Caiçara), Faustino Nunes (Mudubim), Pedro Cesário (Pereiro) e seus familiares e amigos pela colaboração na execução das atividades de campo.

Referências Bibliográficas

- BARBOSA et al. **Uso de inseticidas alternativos no controle de pragas agrícolas**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2006. (Documentos, 191).
- BEZERRA, I.L. et al. Resposta da mandioca (macaxeira) a adubação com nitrogênio, fósforo e potássio em níveis crescentes. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., 1996, Manaus. **Resumos...** Manaus: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. p. 528.
- CURY, J.P. Acúmulo e partição de matéria seca e nutrientes de Cultivares de milho, feijão e mandioca em competição Com plantas daninhas. Diamantina, 2011. 76p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Disponível em: <http://acervo.ufvjm.edu.br:8080/jspui/1/218>
- EL-SHARKAWY, M.A. Stress-Tolerant Cassava: The Role of Integrative Ecophysiology-Breeding Research in Crop Improvement. **Open Journal of Soil Science**, v.2, n.2, p.162-186, 2012.
- FAUSTINO, L.A. et al. Eficiência do uso da água em cultivares de mandioca tratadas com FLUAZIFOP-P-BUTIL e FOMESAFEN. **XXVIII Congresso Brasileiro Ciência de Plantas Daninhas**, 2012, Campo Grande, MS.
- FERREIRA, A.L. et al. Gherman Garcia Leal de . Produção e valor nutritivo da parte aérea da mandioca, maniçoba e pornunça. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.1, p. 983-990, 2009.
- FIDALSKI, J. Respostas da mandioca à adubação NPK e calagem em solos arenosos do noroeste do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.8, p.1353-1359, 1999.

- GALVÃO et al., Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.1, p.99-105, 2008.
- HOWELER, H. et al. **Save and grow: cassava a guide to sustainable production intensification**. Roma: FAO, 2013. 129p.
- IBGE. Banco de Dados Agregados. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**. Capturado em 22 nov. 2012. Online. Disponível na Internet: <http://www.ibge.gov.br>
- LEÃO, P.C. de et al. **Caracterização fenológica de cultivares de uvas de mesa do Banco de Germoplasma da Embrapa Semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2013 21p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 106).
- LIMA, J.R.F.de, **Exportações de Manga Produzida no Submédio do Vale do São Francisco no Período de 2003-2012**. Petrolina: Embrapa Semiárido 2013, 4p. (Comunicado Técnico, 154).
- MOTTA, I. de S. et al. Cultivares de mandioca de mesa cultivadas sob manejo de base agroecológica em Dourados, MS, Brasil. **Cadernos de Agroecologia** - ISSN 2236-7934 - Vol 7, No. 2, Dez 2012.
- OLIVEIRA, A.M.G. et al. Aplicação de insumos orgânicos no cultivo de mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v. 5, p. 222-223, jul. 2009. 1 CD-ROM. Edição dos anais do XIII Congresso Brasileiro de Mandioca; VII Workshop sobre Tecnologia em Agroindústrias de Tuberosas Tropicais. Botucatu, jul. 2009.
- OLIVEIRA, A.P.D. de et al. Avaliação de variedades de mandioca submetidas à calagem de adubação com fósforo na comunidade de Rajada, Petrolina-PE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2008, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2008. p.412.
- PEREIRA, G.A.M. et al. Crescimento da mandioca e plantas daninhas em resposta à adubação fosfatada. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 5, p. 716-722, 2012.
- SALLA, D.A. et al. Análise energética de sistemas de produção de etanol de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.4, p.444-448, 2010.
- SILVA, A.F. et al. Produção da parte aérea de variedades de mandioca em Petrolina/PE. In: Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos,

- 2012, Belém-PA. **Anais do II Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos**, 2012.
- SILVA, A.F. et al. Produção de diferentes variedades de mandioca em sistema agroecológico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campinha Grande, v.13, n.1, p.33-38, 2009a.
- SILVA, A.F. et al. Comportamento de variedade de mandioca submetida a diferentes adubações na comunidade de Lagedo. Petrolina, PE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2008, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2008. p. 427.
- SILVA, A.F. et al. **Cultivo agroecológico e utilização de mandioca (*Manihot esculenta* Cranz) e pornunça (*Manihot esculenta* Cranz x *Manihot glaziovii*) como plantas forrageiras**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009b. 39 p. (Documentos, 226).
- SILVA, J.R. da, CHABARIBERY, D. Coeficientes técnicos e custo de produção da mandioca para mesa na região de Mogi-Mirim, Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, SP, v.36, n.1, p. 26-32. 2006
- SILVA, M.B.R. et al. Crescimento e produção do pinhão-mansão irrigado com água residuária sob condições de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.6, p.621-629, 2011.
- SOUZA, L.daS. et al. **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. 817 p.
- TAKAHASHI, M. e BICUDO, S.J. Efeito da fertilização com nitrogênio, fósforo e potássio na produção e na qualidade nutricional do material de propagação da mandioca. Campo Grande, MS, In: Congresso Brasileiro de Mandioca. 2005. **Anais...**Campo Grande, MS. 2005. Disponível na internet:
http://www.cpa.embrapa.br/11cbm/_html/trabalhos/arquivoPDF/pasta77a.PDF
- TEIXEIRA, A.H. de C.. **Informações agrometeorológicas do polo Petrolina/ PE, Juazeiro/BA - 1963 a 2009**, Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010, 21p. (Documentos 233).
- VIANNA, J.N.S. et al. O Papel das Oleaginosas em um Cenário de Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 06, p. 1426-1445, 2012.