



**SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE MANDIOCA
NA REGIÃO SUDOESTE DA BAHIA**

GABRIELA LUZ PEREIRA MOREIRA

2016

GABRIELA LUZ PEREIRA MOREIRA

**SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE MANDIOCA NA REGIÃO
SUDOESTE DA BAHIA**

Tese apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* de Vitória da Conquista, para obtenção do título de Doutora em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia.

Orientador:
Prof. D.Sc. Anselmo Eloy Silveira Viana

Coorientadora:
D.Sc. Adriana Dias Cardoso

VITÓRIA DA CONQUISTA
BAHIA - BRASIL
2016

M838s Moreira, Gabriela Luz Pereira.
Sistemas de produção de mandioca na Região do Sudoeste da Bahia / Gabriela Luz Pereira Moreira, 2016.
153f.
Orientador(a): Dr. Anselmo Eloy Silveira Viana.
Tese (doutorado), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Área de Concentração em Fitotecnia.
Referências: 134 – 153.
1. Mandioca – Adubação. 2. *Manihot esculenta* Crantz. 3. Área de concentração - Fitotecnia. I. Viana, Anselmo Eloy Silveira. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Área de Concentração em Fitotecnia. III. T.

CDD: 633.682

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Área de Concentração em Fitotecnia


Campus de Vitória da Conquista - BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: "SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE MANDIOCA NA REGIÃO SUDOESTE DA BAHIA"

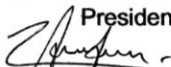
Autora: Gabriela Luz Pereira Moreira

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTORA EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, pela Banca Examinadora:



Prof. Anselmo Eloy Silveira Viana, D.Sc., UESB

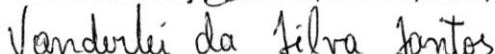
Presidente



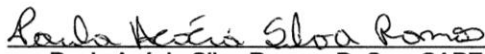
Prof. Eduardo Inácio Vieira, D.Sc., UESB



Profª Patrícia Anjos Bittencourt Barreto, D.Sc., UESB



Prof. Vanderlei da Silva Santos, D. Sc., EMBRAPA/Cruz das Almas



Paula Acácia Silva Ramos, D. Sc., CAPES/UESB

Data de realização: 25 de fevereiro de 2016.

Estrada do Bem Querer, Km 4 – Caixa Postal 95 – Telefone: (77) 3425-9383 – Fax: (77) 3424-1059

– Vitória da Conquista – BA – CEP: 45031-900

e-mail: ppgagronomia@uesb.edu.br

Aos meus pais, Zilda Luz Pereira e Ramiro Luz Pereira, pelos valores transmitidos e por sempre apoiarem e incentivarem minhas escolhas.

Ao meu esposo, Eduardo Moreira, pelo apoio e cumplicidade em todos esses anos de convivência.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas graças alcançadas;

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia - FAPESB, pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Prof. Dr. Anselmo Eloy Silveira Viana, pela orientação, confiança, incentivo e pelo exemplo de honestidade e dedicação com a pesquisa e ensino;

À coorientadora, Dr^a Adriana Dias Cardoso, pelo apoio, orientação e contribuição no desenvolvimento desta Tese;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pelos conhecimentos transmitidos.

Aos pesquisadores Dr. Vanderlei da Silva Santos e Dr^a Paula Acácia S. Ramos e aos professores Dr. Eduardo Inácio Vieira e Dr^a Patrícia Anjos B. Barreto, pela colaboração e disponibilidade de participação na Banca Examinadora;

Aos professores do Laboratório de Melhoramento e Produção Vegetal, Nelson dos S. Cardoso Júnior e Sandro Correia Lopes, pelo apoio e confiança;

Aos colegas que fizeram e fazem parte da equipe do Laboratório de Melhoramento e Produção Vegetal: Caio Jander, Andréa Bastos, Patrick Rayan, Josué Fogaça, Bruna Madureira, Douglas Gonçalves, Leandro Menezes, Fabrício Vieira, Mariana Rampazzo, Bruno Viana, Bruna Ribeiro, Rosane Mendonça e Reginaldo Muniz, pelo auxílio em todas as atividades do experimento e pela agradável convivência em todos esses anos;

Aos colegas do Doutorado, em especial, Maurício Soares e Raelly Silva, pela amizade;

Ao meu esposo, Eduardo Moreira, e à minha família, por todo apoio, carinho e paciência.

RESUMO

MOREIRA, G. L. P. **Sistemas de produção de mandioca na região Sudoeste da Bahia.** Vitória da Conquista - BA: UESB, 2016. 153 p. (Tese – Doutorado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia)*

Este experimento foi conduzido no município de Cândido Sales, Bahia, com o objetivo de avaliar o efeito do preparo do solo e da adubação na cultura da mandioca, na comunidade de plantas daninhas e nas características do solo. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro tratamentos, arranjados segundo o esquema de parcelas subdivididas, com seis repetições. Os tratamentos foram formados pela combinação entre dois métodos de preparo do solo (tradicional e convencional) e dois níveis de adubação (sem e com). O experimento foi constituído por dois cultivos sucessivos de mandioca: 2010/2012 e 2012/2014. Foram avaliadas as características agrônômicas e de crescimento da mandioca, características físicas e químicas do solo, o levantamento fitossociológico de plantas daninhas e os custos de produção. Sistemas de plantio sob preparo mecanizado do solo proporcionaram maiores produtividades de raízes tuberosas, amido e farinha, nos dois cultivos de mandioca. A adubação química na cultura da mandioca aumentou a produtividade de raízes tuberosas, a produtividade de parte aérea, a produtividade de amido e a produtividade de farinha, nos dois cultivos. A calagem e a adubação química promoveram melhorias nas propriedades químicas do solo para o cultivo de mandioca. Os sistemas de preparo do solo, em dois cultivos de mandioca, não influenciaram os atributos físicos e químicos do solo. A composição da comunidade de plantas daninhas na lavoura de mandioca variou com o sistema de plantio, com maior infestação em áreas onde o solo foi preparado manualmente, com uso da adubação. As famílias de plantas daninhas com maior número de espécies no cultivo de mandioca foram Malvaceae, Fabaceae e Poaceae. O cultivo de mandioca sob preparo convencional com adubação apresentou maior custo/benefício.

Palavras-chave: *Manihot esculenta* Crantz. Preparo do solo. Adubação.

*Orientador: Anselmo Eloy Silveira Viana, D.Sc., UESB e Coorientadora: Adriana Dias Cardoso, D.Sc., UESB.

ABSTRACT

MOREIRA, G. L. P. **Cassava production systems in the Southwest region of Bahia.** Vitória da Conquista - BA: UESB, 2016. 153 p. (Thesis - PhD in Agronomy - Concentration Area in Plant)*

This experiment was conducted in the city of Cândido Sales, Bahia, in order to evaluate the effect of tillage and fertilization on cassava crop in the community of weeds and soil characteristics. The experimental design was randomized block design with four treatments, arranged in a split plot design with six replications. The treatments were formed by the combination of two tillage methods (traditional and conventional) and two fertilization levels (with and without). The experiment consisted of two successive cassava cycle: 2010/2012 and 2012/2014. The agronomic characteristics and growth of cassava, physical and chemical characteristics of the soil, weed phytosociological survey and production costs were evaluated. Planting systems under mechanized tillage provide higher productivity of tuberous roots, starch and flour in both cassava cropping periods. The chemical fertilization on cassava increased the yields of tuberous roots, shoots, starch and flour in both crop cycles. Liming and chemical fertilizers promote improvements in the chemical properties of the soil for the cultivation of cassava. The soil tillage systems, in two cassava crop cycle, did not influence the physical and chemical soil properties. The composition of the weed community in cassava fields varied with the planting system, with greater infestation in areas where the soil was prepared manually, with the use of fertilizer. The families of weeds with the greatest number of species in cassava were Malvaceae, Fabaceae and Poaceae. The cultivation of cassava under conventional tillage with fertilization showed higher cost-benefit.

Keywords: *Manihot esculente* Crantz. Tillage. Fertilization.

*Adviser: Anselmo Eloy Silveira Viana, *D.Sc.*, UESB and Co-adviser: Adriana Dias Cardoso, *D.Sc.*, UESB.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise física do perfil do solo da área experimental, no município de Cândido Sales – BA.....	33
Tabela 2 - Resumo da análise de variância, coeficientes de variação e média geral da produtividade de raízes tuberosas (RAIZ), produtividade de parte aérea (PA) e índice de colheita (IC) de mandioca em função do preparo do solo e adubação, durante dois cultivos sucessivos: cultivo 1 (2010/2012) e cultivo 2 (2012/2014), no município de Cândido Sales – BA.....	47
Tabela 3 - Produtividade de raízes tuberosas, produtividade de parte aérea e índice de colheita de mandioca em função do preparo do solo, em dois cultivos sucessivos, no município de Cândido Sales – BA.....	48
Tabela 4 - Produtividade de raízes tuberosas, produtividade de parte aérea e índice de colheita de mandioca em função da adubação, em dois cultivos sucessivos, no município de Cândido Sales – BA.....	53
Tabela 5 - Resumo da análise de variância, coeficientes de variação e média geral do teor de massa seca (MS) em raízes, teor de amido (AM) em raízes e rendimento de farinha (FAR) de mandioca em função do preparo do solo e adubação, em dois cultivos sucessivos: cultivo 1 (2010/2012) e cultivo 2 (2012/2014), no município de Cândido Sales – BA.....	58
Tabela 6 - Teor de massa seca, teor de amido e rendimento de farinha de mandioca em função do preparo do solo, em dois cultivos sucessivos, no município de Cândido Sales – BA.....	60
Tabela 7 - Teor de massa seca, teor de amido e rendimento de farinha de mandioca em função da adubação, em dois cultivos sucessivos, no município de Cândido Sales – BA.....	62
Tabela 8 - Resumo da análise de variância, coeficientes de variação e média geral da produtividade de amido (PAM) e da produtividade de farinha (PFAR) de mandioca em função do preparo do solo e adubação, em dois cultivos sucessivos: cultivo 1 (2010/2012) e cultivo 2 (2012/2014), no município de Cândido Sales – BA.....	64

Tabela 9 - Produtividade de amido e produtividade de farinha de mandioca em função do preparo do solo, em dois cultivos sucessivos, no município de Cândido Sales – BA.....	65
Tabela 10 - Produtividade de amido e produtividade de farinha de mandioca em função da adubação, em dois cultivos sucessivos, no município de Cândido Sales – BA.....	66
Tabela 11 - Resumo da análise de variância, coeficientes de variação e média geral da altura de plantas (ALT), diâmetro do caule (DIAM) e estande de plantas de mandioca em função do preparo do solo e adubação, em dois cultivos sucessivos: cultivo 1 (2010/2012) e cultivo 2 (2012/2014), no município de Cândido Sales – BA.....	68
Tabela 12 - Altura de plantas, diâmetro do caule e estande de plantas de mandioca em função do preparo do solo, em dois cultivos sucessivos, no município de Cândido Sales – BA.....	69
Tabela 13 - Altura de plantas, diâmetro do caule e estande de plantas de mandioca em função da adubação, em dois cultivos sucessivos, no município de Cândido Sales – BA.....	71
Tabela 14 - Estande final (plantas ha ⁻¹) de mandioca em função do preparo do solo e adubação, durante o segundo cultivo (2012/2014), no município de Cândido Sales – BA.....	74
Tabela 15 - Resumo da análise de variância, coeficientes de variação e média geral dos atributos químicos de um solo cultivado com mandioca, em dois cultivos sucessivos: cultivo 1 (2010/2012) e cultivo 2 (2012/2014), no município de Cândido Sales – BA.....	76
Tabela 16 - Atributos químicos do solo em função do preparo, em dois cultivos sucessivos de mandioca, no município de Cândido Sales – BA.....	81
Tabela 17 - Atributos químicos de um solo cultivado com mandioca em função da adubação, em dois cultivos sucessivos, no município de Cândido Sales – BA.....	84
Tabela 18 - Teor de fósforo (mg dm ⁻³) de um solo cultivado com mandioca, em função do preparo e adubação, durante o segundo cultivo (2012/2014), no município de Cândido Sales – BA.....	89

Tabela 19 - Densidade (g cm^{-3}) de um Latossolo Amarelo, em três profundidades, submetido a diferentes sistemas de preparo, em dois cultivos sucessivos de mandioca, no município de Cândido Sales – BA.....	90
Tabela 20 - Umidade (%) de um Latossolo Amarelo, em três profundidades, submetido a diferentes sistemas de preparo, em dois cultivos de mandioca, no município de Cândido Sales – BA....	92
Tabela 21 - Relação de plantas daninhas, distribuídas por famílias e espécies, identificadas em lavoura de mandioca, no município de Cândido Sales – BA.....	97
Tabela 22 - Número de indivíduos (NI), frequência relativa (Fr), densidade relativa (Dr), abundância relativa (Ar), índice de valor de importância (IVI) e massa seca (MSPDN) das principais espécies daninhas encontradas na mandioca, cultivada sob preparo tradicional, sem e com adubação, aos 180 DAP, no município de Cândido Sales – BA.....	99
Tabela 23 - Número de indivíduos (NI), frequência relativa (Fr), densidade relativa (Dr), abundância relativa (Ar), índice de valor de importância (IVI) e massa seca (MSPDN) das principais espécies daninhas encontradas na mandioca cultivada sob preparo convencional, sem e com adubação, aos 180 DAP, no município de Cândido Sales – BA.....	104
Tabela 24 - Número de indivíduos (NI), frequência relativa (Fr), densidade relativa (Dr), abundância relativa (Ar), índice de valor de importância (IVI) e massa seca (MSPDN) das principais espécies daninhas encontradas na mandioca cultivada sob preparo do solo tradicional, sem e com adubação, aos 420 DAP, no município de Cândido Sales – BA.....	106
Tabela 25 - Número de indivíduos (NI), frequência relativa (Fr), densidade relativa (Dr), abundância relativa (Ar), índice de valor de importância (IVI) e massa seca (MSPDN) das principais espécies daninhas encontradas na mandioca cultivada sob preparo convencional, sem e com adubação, aos 420 DAP, no município de Cândido Sales – BA.....	110
Tabela 26 - Custo de produção de mandioca cultivada sob preparo tradicional sem adubação, durante o primeiro cultivo (2010/2012), no município de Cândido Sales – BA.....	118

Tabela 27 - Custo de produção de mandioca cultivada sob preparo tradicional com adubação, durante o primeiro cultivo (2010/2012), no município de Cândido Sales – BA.....	120
Tabela 28 - Custo de produção de mandioca cultivada sob preparo convencional sem adubação, durante o primeiro cultivo (2010/2012), no município de Cândido Sales – BA.....	122
Tabela 29 - Custo de produção de mandioca cultivada sob preparo convencional com adubação, durante o primeiro cultivo (2010/2012), no município de Cândido Sales – BA.....	123
Tabela 30 - Custo de produção de mandioca cultivada sob preparo tradicional sem adubação, durante o segundo cultivo (2012/2014), no município de Cândido Sales – BA.....	126
Tabela 31 - Custo de produção de mandioca cultivada sob preparo tradicional com adubação, durante o segundo cultivo (2012/2014), no município de Cândido Sales – BA.....	127
Tabela 32 - Custo de produção de mandioca cultivada sob preparo convencional sem adubação, durante o segundo cultivo (2012/2014), no município de Cândido Sales – BA.....	129
Tabela 33 - Custo de produção de mandioca cultivada sob preparo convencional com adubação, durante o segundo cultivo (2012/2014), no município de Cândido Sales – BA.....	130

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Médias mensais de precipitação pluviométrica no primeiro cultivo de mandioca (nov/2010 a ago/2012), no município de Cândido Sales – Bahia. Fonte: Agência Nacional de Águas – ANA/Cândido Sales, Bahia.....	31
Figura 2 - Médias mensais de precipitação pluviométrica no primeiro cultivo de mandioca (nov/2012 a ago/2014), no município de Cândido Sales – Bahia. Fonte: Agência Nacional de Águas – ANA/Cândido Sales, Bahia.....	31
Figura 3 - Preparo tradicional do solo para cultivo de mandioca, no município de Cândido Sales - BA. Subparcela sem calagem e adubação (A) e subparcela com calagem e adubação (B).....	35
Figura 4 - Preparo convencional do solo para cultivo de mandioca, no município de Cândido Sales - BA. Subparcela com calagem e adubação (A) e subparcela sem calagem e adubação (B).....	37
Figura 5 - Colheita da mandioca cultivada sob preparo tradicional com adubação, no município de Cândido Sales – BA.....	39
Figura 6 - Aspectos da parte aérea (A) e das raízes tuberosas (B) da variedade de mandioca Platinão, cultivada no município de Cândido Sales – BA.....	40
Figura 7 - Resistência à penetração de um Latossolo Amarelo cultivado com mandioca, sob dois métodos de preparo do solo, em dois cultivos sucessivos: 2010-2012 (A) e 2012-2014 (B), no município de Cândido Sales – BA.....	93

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ALT	Altura de plantas (m)
AM	Teor de amido (%)
Ar	Abundância relativa (%)
CV	Coefficiente de variação (%)
D	Densidade (número de plantas daninhas m ⁻²)
DAP	Dias após o plantio
DIAM	Diâmetro do caule (cm)
Dr	Densidade relativa (%)
Ds	Densidade do solo (g cm ⁻³)
ESTANDE	Estande de plantas (plantas ha ⁻¹)
F	Frequência (%)
FAR	Rendimento de farinha (%)
Fr	Frequência relativa (%)
FV	Fonte de variação
GL	Graus de liberdade
IC	Índice de colheita (%)
IVI	Índice de valor de importância (%)
m	Saturação por alumínio (%)
MAP	Meses após o plantio
MS	Massa seca (%)
MSPDN	Massa seca de plantas daninhas (g m ⁻²)
NI	Número de indivíduos
PAM	Produtividade de amido (t ha ⁻¹)
PFAR	Produtividade de farinha (t ha ⁻¹)
PNRT	Poder relativo de neutralização total
PPA	Produtividade de parte aérea (t ha ⁻¹)
RAIZ	Produtividade de raízes tuberosas (t ha ⁻¹)
RP	Resistência do solo à penetração (MPa)

SB	Soma de bases ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)
T	CTC a pH 7,0 ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)
t	CTC efetiva ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)
TFSA	Terra fina seca ao ar
Ug	Umidade gravimétrica (%)
V	Saturação por bases (%)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1 Aspectos gerais e importância socioeconômica da mandiocultura.....	19
2.2 Métodos de preparo do solo no cultivo da mandioca.....	21
2.3 Efeito da calagem e adubação na cultura da mandioca.....	24
2.4 Ocorrência de plantas daninhas na cultura da mandioca.....	28
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1 Localização e caracterização edafoclimática da área experimental.....	30
3.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	34
3.3 Preparo da área experimental, instalação e condução dos sistemas de produção.....	34
3.4 Variedade de mandioca.....	39
3.5 Variáveis estudadas.....	41
3.5.1 Características agronômicas e de crescimento da mandioca.....	41
3.5.2 Características físicas e químicas do solo.....	42
3.5.3 Levantamento fitossociológico de plantas daninhas.....	43
3.5.4 Estudo dos custos de produção.....	44
3.6 Análise estatística.....	45
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
4.1 Características agronômicas e de crescimento da mandioca.....	46
4.2 Características químicas do solo.....	75
4.3 Características físicas do solo.....	89
4.4 Levantamento fitossociológico de plantas daninhas.....	96
4.5 Estudo dos custos de produção.....	116
5. CONCLUSÕES.....	132
6. REFERÊNCIAS.....	134

1. INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta rústica, capaz de alcançar produções satisfatórias em solos ácidos, com baixo teor de nutrientes (FIDALSKI, 1999), e localizados em zonas climáticas com períodos frequentes de deficiência hídrica (EL-SHARKAWY, 2012; SILVA e outros, 2013).

Considerada um dos principais produtos agrícolas do Brasil, em área cultivada e volume de produção, a mandioca é explorada em todas as regiões do país, desde o estado do Rio Grande do Sul, com temperaturas mais baixas, até a região semiárida do Nordeste, onde ocorrem longos períodos de estiagem (VALLE; LORENZI, 2014). Está presente na maioria das pequenas propriedades familiares, sendo fonte de carboidratos na alimentação humana e animal.

Muitos sistemas de produção são empregados na cultura da mandioca no Brasil, com diferentes respostas em função do nível tecnológico (PERESSIN, 2011). Na região Norte-Nordeste, a mandioca é de grande importância para a renda familiar e para o sustento do homem do campo. Geralmente, é cultivada na maioria das pequenas unidades familiares em sistemas complexos, com pouco ou nenhum uso de tecnologia moderna, especialmente agroquímicos. Esse tipo de cultivo, segundo o autor, responde por cerca de 70% de toda a mandioca produzida no Brasil. Na região Centro-Sul do país, a mandioca é explorada em escala comercial e o cultivo é comumente caracterizado pelo alto nível tecnológico. A produção é destinada às indústrias de fécula e farinha, e a produtividade de raízes pode alcançar 40 t ha⁻¹, em lavouras com dois ciclos vegetativos (a partir dos 18 meses após o plantio).

Atualmente, a Bahia é o terceiro maior produtor de mandioca do Brasil, respondendo por 8,6% da produção nacional, com aproximadamente 185 mil hectares de área plantada e produtividade média de 10,0 t ha⁻¹. A mandiocultura é uma atividade agrícola de grande importância para a região

Sudoeste da Bahia, que respondeu por 26,24% da produção estadual em 2014, o que equivale a aproximadamente 559 toneladas de raízes produzidas, com produtividade média de 8,8 t ha⁻¹ (IBGE, 2015). No entanto, nos últimos anos, tem-se percebido uma queda na produtividade desta cultura na região, principalmente no município de Cândido Sales – BA, considerado um dos maiores produtores do Brasil e o maior produtor do Estado (IBGE, 2015).

O sistema de cultivo de mandioca no Sudoeste da Bahia pode ser caracterizado pelo baixo índice tecnológico (CARVALHO e outros, 2009). Segundo os autores, a maioria dos produtores não utiliza técnicas adequadas de preparo do solo, predominando métodos tradicionais de cultivo com uso de queimadas, gerando empobrecimento progressivo do solo e, conseqüentemente, diminuindo a produtividade em cultivos sucessivos. Os plantios geralmente são realizados sem calagem e adubação, com manejo inadequado de plantas daninhas, prevalecendo ainda o cultivo de variedades tradicionais, colhidas geralmente com 18 a 24 meses. Além desses fatores, pode-se somar a falta de assistência técnica e a descapitalização do pequeno agricultor.

Apesar da importância representativa da mandioca no Sudoeste da Bahia, a cultura não tem apresentado, nos últimos anos, estabilidade na produção, sendo necessária a adoção de inovações tecnológicas. Diante disso, torna-se necessário o desenvolvimento de pesquisas com diferentes sistemas de cultivo, confrontando os métodos tradicionais com as recomendações técnicas de manejo, para identificar práticas que possam contribuir para o aumento da produtividade e que melhor se adaptem à realidade regional.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a interferência dos métodos de preparo do solo e da adubação na cultura da mandioca, assim como na comunidade de plantas daninhas e nas características do solo, no município de Cândido Sales, Bahia.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais e importância sócioeconômica da mandiocultura

A mandioca é uma planta heliófila, perene e arbustiva, pertencente à família Euphorbiaceae (CALVO; BOLANOS, 2001). Tem como principal centro de origem a América Tropical (ALLEM, 2002) e, durante os séculos XVI e XVII, expandiu-se para os continentes Africano e Asiático (FUKUDA e outros, 2006), tornando-se uma das principais plantas exploradas nos países tropicais (AGUIAR, 2003).

A principal característica dessa planta é a produção de raízes tuberosas, ricas em amido, por isso, é considerada a base energética para mais de 800 milhões de pessoas de baixa renda, em vários países (VALLE; LORENZI, 2014). Em algumas regiões, como no Nordeste brasileiro, em Gana, na Nigéria e em algumas ilhas da Indonésia, mais de 70% das calorias consumidas diariamente pela população vem da mandioca (NASSAR, 2006).

A mandioca é uma planta rústica e tolerante às condições de seca e baixa fertilidade do solo, sendo este o principal motivo pelo qual é cultivada e consumida por pequenos produtores rurais em áreas com solos de baixa fertilidade (SAGRILO e outros, 2002; VALLE; LORENZI, 2014), uma vez que os melhores solos geralmente são destinados a culturas consideradas mais nobres, do ponto de vista econômico (SOUZA; SOUZA, 2006).

No Brasil, é cultivada em todas as regiões e sua produção tem sido direcionada tanto para consumo *in natura* como para a indústria (LEONEL, 2001). Nas regiões Norte e Nordeste, mais de 90% das raízes da mandioca são consumidos sob a forma de farinha, beijus, polvilho e vários outros produtos extraídos das raízes e das folhas (SEAB/DERAL, 2013). Além de produzirem a maior quantidade de farinha do País, estas regiões também são responsáveis pelo maior consumo *per capita* deste produto (SEAB/DERAL,

2013). Nas regiões Sul e Sudeste estão concentradas as indústrias de farinha e fécula, consideradas um importante polo de produção e comercialização dos derivados da mandioca (SEAB/DERAL, 2013).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de mandioca (FAOSTAT, 2015). A produção brasileira, apesar de bastante significativa, nos últimos dez anos estagnou-se em torno de 25 milhões de toneladas, com redução acentuada na safra de 2012/2013, devido a períodos prolongados de seca, principalmente no Nordeste do país (SEAB/DERAL, 2015). No ano de 2014, a produção nacional da mandioca foi de 23,11 milhões de toneladas de raízes tuberosas, em uma área plantada de 2,35 milhões de hectares, com produtividade média de $14,7 \text{ t ha}^{-1}$, abaixo do potencial produtivo da espécie, que pode alcançar até 90 t ha^{-1} de raízes, em condições adequadas de cultivo (COCK e outros, 1979). Os principais estados produtores são Pará, com participação de 21,27% na produção nacional, Paraná, com 16,5% e Bahia, com 9,24%. Esses três estados correspondem a aproximadamente 47,0% da produção de mandioca no país (IBGE, 2015).

Na região Sudoeste da Bahia, a cultura é explorada principalmente por pequenos agricultores descapitalizados, com acesso difícil ao financiamento, à assistência técnica e que utilizam técnicas tradicionais de cultivo (CARVALHO e outros, 2009). Nessas condições, o município de Cândido Sales, considerado o maior produtor de mandioca do Estado, no ano de 2014, com produção de 86.170 toneladas, apresenta produtividade média de $7,0 \text{ t ha}^{-1}$, abaixo da média estadual (IBGE, 2015).

Dentre os fatores responsáveis pela baixa produtividade da mandioca na região Sudoeste da Bahia, pode-se destacar o baixo uso de tecnologias no cultivo. A maioria dos produtores não usa técnicas adequadas de preparo do solo, predominando métodos tradicionais de cultivo com uso de queimadas; os plantios de mandioca geralmente são realizados na ausência de calagem e adubação, sem espaçamento definido, com manejo inadequado de plantas daninhas, prevalecendo ainda o cultivo de variedades tradicionais, colhidas

geralmente com 18 a 24 meses, com dois ciclos vegetativos (CARVALHO e outros, 2007; CARVALHO e outros, 2009).

2.2 Métodos de preparo do solo no cultivo da mandioca

O preparo do solo é uma das operações agrícolas na qual se procura melhorar as condições físicas do solo de forma a proporcionar condições adequadas para a brotação, crescimento das raízes e estabelecimento da cultura (FASINMIRIN; REICHERT, 2011). Entretanto, pode ocasionar alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas, tais como redução do espaço poroso e aumento da densidade do solo, resultando na sua compactação (SPERA e outros, 2009). A presença de camadas compactadas limita, portanto, a absorção de nutrientes, infiltração e redistribuição da água, trocas gasosas e desenvolvimento do sistema radicular, resultando em decréscimo no rendimento das culturas (BICKI; SIEMENS, 1991).

Ressalta-se que a mandioca é frequentemente cultivada em solos de textura média a arenosa, com baixos teores de nutrientes e matéria orgânica, entretanto, essa planta apresenta elevada sensibilidade à compactação do solo (TORMENA e outros, 2002; TORMENA e outros, 2004), de forma que os sistemas de manejo que contribuem para redução da densidade, aumento da porosidade e, conseqüentemente, redução da resistência do solo à penetração, favorecem o crescimento e desenvolvimento das raízes tuberosas (CAVALIERI e outros, 2006).

Em estudo sobre as propriedades físicas do solo e produtividade da mandioca, proporcionada por diferentes sistemas de preparo do solo, no Oeste do Paraná, Fey e outros (2009) verificaram que os sistemas de preparo do solo com arado de discos e subsolador proporcionaram melhores condições físicas em comparação ao sistema de plantio direto. Os manejos do solo não influenciaram a população de plantas e a produtividade da mandioca neste estudo.

Ao avaliar o efeito de sistemas de preparo de um Latossolo Vermelho distrófico sobre as características agrônômicas da mandioca, durante quatro anos agrícolas, no Noroeste do Estado do Paraná, Pequeno e outros (2007) verificaram que o sistema de preparo convencional do solo proporcionou maior altura de plantas, maior produção de parte aérea e maior produtividade de raízes tuberosas em relação ao preparo mínimo e ao plantio direto. Esses autores concluíram também que não houve influência dos sistemas de preparo do solo sobre o teor de massa seca nas raízes tuberosas.

Em estudo semelhante, no Mato Grosso do Sul, Otsubo e outros (2008) observaram que a produção de matéria seca, o número de raízes tuberosas, a produtividade de raízes, o índice de colheita e a percentagem de matéria seca e de amido nas raízes de mandioca são influenciados pelo sistema de manejo e preparo do solo. Verificaram ainda que o cultivo mínimo na cultura da mandioca, associado ao uso de plantas de cobertura do solo, promoveu incrementos na produtividade, quando comparado ao preparo convencional do solo.

No cultivo de batata-doce, Rós-Golla e Hirata (2010); e no cultivo da batata, Nunes e outros (2006) verificaram que os sistemas de preparo de solo influenciaram o acúmulo de massa seca, sendo que o sistema convencional favoreceu maior incremento no teor de massa seca de raízes tuberosas, comparado ao plantio direto.

A mecanização agrícola implica em redução direta da mão de obra requerida, dos custos de produção, do tempo de trabalho por unidade de área e do custo final do produto agrícola (OSPINA; CEBALLOS, 2002). De forma geral, a escolha do sistema de preparo do solo para implantação de determinada cultura depende de vários fatores (WATANABE e outros, 2002). Deve-se considerar que, no segmento agrícola, há problemas referentes ao manejo do solo, sobretudo, nas áreas de maior declividade, ou onde o cultivo da mandioca é feito em sucessivos anos na mesma área, sem a aplicação de técnicas de conservação do solo (CARDOSO, 2003).

Ao estudar o manejo de solos cultivados com mandioca em municípios da Região Sudoeste da Bahia, Carvalho e outros (2007) constataram que a utilização de queimadas é uma prática comum no preparo do solo para o plantio da mandioca e torna-se mais acentuada quando se trata de áreas a serem plantadas pela primeira vez, sendo a alternativa de preparo de solo mais utilizada. Entretanto, com relação às áreas que já vinham sendo cultivadas com a mandioca, esse método de preparo não é muito utilizado, o que pode ser explicado pela menor quantidade de vegetação encontrada em solos que já foram preparados em outras ocasiões, diminuindo, assim, o uso de queimadas para a limpeza da área. Tanto a mobilização do solo como a incorporação e/ou queima dos resíduos culturais contribuem para acelerar os processos de degradação do solo nas regiões tropicais (WATANABE e outros, 2002). Por isso, na Região Sudoeste da Bahia, a mandioca pode ser considerada como desbravadora de novas terras agrícolas, uma vez que é, geralmente, a primeira cultura a ser instalada (CARVALHO e outros, 2007). Daí o uso intenso de práticas rudimentares, como queimadas, encoivramento e destoca.

Em relação ao grau de mecanização, Carvalho e outros (2007) e Carvalho e outros (2009) citam que, frequentemente, é feito tanto o uso de tração animal como de trator em áreas já cultivadas com a mandioca. Geralmente, nas áreas a serem cultivadas pela primeira vez, é comum o chamado plantio no toco, aquele que ocorre após a roçagem e queima da vegetação. Segundo os autores, nas áreas cultivadas, a ausência ou menor incidência de tocos permite a entrada dos implementos tracionados por trator ou por animal, tornando o trabalho mais rápido e eficiente.

O efeito de vários métodos de preparo do solo para cultivo da mandioca, sobretudo, na produtividade de raízes tuberosas, depende principalmente do tipo de solo, do histórico da área, bem como das condições climáticas do local de plantio e do nível tecnológico (HOWELER e outros, 1993). Por isso, a compreensão dos métodos de manejo, assim como o monitoramento dos atributos físicos do solo são necessários para o

aumento da sustentabilidade dos sistemas de produção da cultura da mandioca.

2.3 Efeito da calagem e adubação na cultura da mandioca

A mandioca é cultivada em diversos tipos de solo. Estudos demonstram que essa planta apresenta pequenas respostas à aplicação de potássio e nitrogênio, embora sejam os nutrientes mais absorvidos (ALVES; SILVA, 2003; SOUZA; SOUZA, 2006). Em experimento realizado no Sudoeste da Bahia, Cardoso Júnior e outros (2005) verificaram que a aplicação de nitrogênio promoveu desenvolvimento da parte aérea e aumentou a produtividade de raízes tuberosas e características importantes para a indústria, como rendimento de massa seca, amido e farinha.

O potássio é o nutriente extraído em maior quantidade pela mandioca (FIDALSKI, 1999). Como os solos cultivados normalmente apresentam teores baixos a médios deste nutriente e apresentam também baixa capacidade de renovar o potássio trocável do solo, o esgotamento do mesmo é atingido rapidamente, normalmente após dois a quatro cultivos sucessivos na mesma área. Logo, embora a resposta à adubação potássica seja baixa nos primeiros cultivos numa área, após vários cultivos ela torna-se evidente (ALVES; SILVA, 2003; SOUZA; SOUZA, 2006).

Embora não seja extraído em grandes quantidades pela mandioca, o fósforo é um dos nutrientes mais importantes para seu cultivo (MIRANDA e outros, 2005), pois os solos brasileiros, em geral, e em particular os cultivados com essa tuberosa, são pobres nesse nutriente (ALVES; SILVA, 2003). Por esta razão, é grande a resposta da cultura à adubação fosfatada (PEREIRA e outros, 2012). A capacidade de formar associações com micorrizas tem sido apontada como uma das principais características da mandioca para crescer e produzir em condições de baixa fertilidade, normalmente encontradas nos solos ácidos das regiões tropicais (GOMES;

SILVA, 2006). De acordo com Miranda e outros (2005), em solos pobres de nutrientes, a planta reduz seu tamanho, mantendo, todavia, a concentração desses nutrientes em nível ótimo, permitindo, assim, maior eficiência na utilização dos elementos nutritivos.

Resultados obtidos por Fidalski (1999) confirmam a importância do fósforo para a cultura da mandioca, no noroeste do Paraná, onde a adubação fosfatada aumentou a produção de raízes de mandioca.

A mandioca extrai elevadas quantidades de nutrientes do solo e, se não adequadamente adubada, pode conduzir ao esgotamento do terreno (TAKAHASHI, 2011). Praticamente exporta todos os nutrientes absorvidos, com pouco retorno ao solo, sob a forma de resíduos culturais: as raízes tuberosas são destinadas à produção de farinha, fécula e outros produtos, bem como para a alimentação humana e animal; a parte aérea (manivas e folhas), para novos plantios, alimentação humana e animal (ALVES; SILVA, 2003; SOUZA; SOUZA, 2006). Em média, para uma produtividade de 25 toneladas de raízes, somadas à parte aérea de mandioca por hectare, são extraídos: 123 kg de N, 27 kg de P, 146 kg de K, 46 kg de Ca e 20 kg de Mg (HOWELER, 1981).

Resultados obtidos por Gomes e outros (1982) indicam a redução da produtividade de raízes tuberosas após três anos de cultivos sucessivos na mesma área. Nesse estudo, os autores verificaram que a produtividade decresceu de 36,0 t ha⁻¹, no primeiro cultivo, para 11,4 t ha⁻¹, no terceiro cultivo, mesmo aplicando-se 60 kg ha⁻¹ de N e 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ como adubação básica, e que o teor inicial de potássio no solo decresceu de 37 ppm para 15 ppm.

Vidigal Filho e outros (1997) estudaram o efeito da calagem, fósforo e zinco em mandioca, e verificaram que a calagem e o fósforo proporcionaram maior área foliar, maior altura de plantas e diâmetro do caule e maior produção de massa seca de caule e raízes; as doses de zinco não influenciaram as características de crescimento das plantas de mandioca

e a calagem aumentou os teores de cálcio e magnésio na parte aérea das plantas.

Cadavid e outros (1998), no Norte da Colômbia, observaram a redução do pH do solo bem como da produção de massa seca de raízes ao longo dos anos nas áreas de cultivo convencional, e que o uso de 21kg ha^{-1} de P_2O_5 e de 41 kg ha^{-1} de K_2O proporcionaram aumento na produção de raízes tuberosas e nos teores de fósforo e potássio no solo.

Em experimento conduzido em um Neossolo Quartzarênico, Silva e outros (2012) avaliaram os efeitos do uso de calagem (nas doses de 0 e 1 t ha^{-1}), cama de aviário (nas doses de 1.200 , 2.400 e 3.600 kg ha^{-1}) e adubação potássica (nas doses de 0, 30, 60 e 90 kg ha^{-1} de KCl) sobre os atributos físicos do solo e produtividade de raízes de mandioca, e concluíram que não houve diferença nos atributos do solo e na produção de raízes em comparação com a testemunha, sem adubação.

A adubação, além de promover ganho em produtividade de raízes, melhora a qualidade industrial destas, com maior rendimento em farinha ou fécula (CARDOSO JUNIOR e outros, 2005). Entretanto, a resposta da cultura da mandioca à adubação dependerá dos teores iniciais dos nutrientes presentes no solo (TAKAHASHI, 2011). Quanto menores os teores dos nutrientes, maiores as chances de resposta, devido à adubação.

Com relação à calagem, sabe-se que, no Brasil, de modo geral, é reduzido o aumento na produção de mandioca em função da aplicação de calcário, confirmando a tolerância da planta a condições de acidez do solo (ALVES; SILVA, 2003; SOUZA; SOUZA, 2006). No entanto, segundo os autores, após vários cultivos sucessivos na mesma área, é possível que a planta responda à calagem, principalmente como suprimento de cálcio e magnésio. A faixa de pH ideal situa-se entre 5,5 e 6,5 (LORENZI e outros, 2002).

Campos (2000), ao verificar o efeito de doses de calcário sobre o desenvolvimento da mandioca em diferentes épocas de amostragem (132, 181, 250 e 305 DAP), observou que as médias de alturas das plantas de

mandioca foram superiores, quando submetidas à dose máxima de calcário. Segundo o mesmo autor, o cálcio, disponibilizado por meio da calagem, é de fundamental importância no crescimento e desenvolvimento das plantas, pois faz parte da formação da parede celular, garantindo o desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular.

Miranda e outros (2005) afirmam que o cultivo da mandioca nem sempre responde à aplicação do calcário, embora a acidez do solo seja fator limitante ao crescimento da maioria das culturas. A calagem pode melhorar ainda as propriedades eletroquímicas e físicas do solo, que poderão influenciar a agregação das partículas do solo e alterar o sistema poroso e a sua capacidade de armazenamento de água, favorecendo o desenvolvimento das raízes e a absorção de água e nutrientes pelas plantas (PRADO, 2003).

Um aspecto importante que poderá orientar a necessidade de calagem e adubação é a análise de solo. Carvalho (2006) observou, em municípios da Região Sudoeste da Bahia, que poucos produtores fazem calagem e adubação baseando-se em análise de solo. Nesses municípios, a aplicação de calcário é feita com menos de um mês antes do plantio, condicionada às concentrações de chuvas. De acordo com o autor, sob baixa umidade do solo, as operações de aração e gradagem, necessárias à incorporação de calcário, são dificultadas. Uma vez iniciado o período chuvoso, faz-se o preparo do solo com a respectiva aplicação de calcário. O plantio, muitas vezes, é realizado logo em seguida, a fim de aproveitar ao máximo a umidade, tanto para a brotação de manivas como para um bom desenvolvimento inicial das plantas, que deve acontecer ainda no período chuvoso.

2.4 Ocorrência de plantas daninhas na cultura da mandioca

A mandioca é altamente suscetível à competição com plantas daninhas, podendo chegar a 100% de perdas na produtividade de raízes, dependendo do período de competição e da prática de manejo adotada (ALBUQUERQUE e outros, 2008). Segundo Oliveira e Freitas (2008), o levantamento das plantas daninhas presentes em determinada área agrícola, assim como a identificação daquelas de maior ocorrência são estratégias fundamentais para o manejo adequado da cultura, pois as particularidades de cada espécie podem definir a agressividade e o potencial de estabelecimento na área (MERCANTE e outros, 2007). O levantamento fitossociológico é uma ferramenta que possibilita a adoção de estratégias para o controle sustentável das plantas daninhas nas lavouras, reduzindo os custos de produção e o impacto ao meio ambiente (CARDOSO e outros, 2013).

As plantas daninhas apresentam características de sobrevivência distintas no solo, influenciadas pelos sistemas de manejo adotados ao longo dos anos (VOLL e outros, 2001). Ao avaliar quatro métodos de preparo do solo, por um período de três anos, Feldman e outros (1997) verificaram que os sistemas que proporcionam menor revolvimento do solo favorecem à formação de um banco de sementes maior e mais diverso. As alterações no banco de sementes resultam na adoção de manejos diferenciados ao longo dos anos, em razão de espécies e intensidades variáveis presentes, que causam danos econômicos em culturas (VOLL e outros, 2001).

Azevedo e outros (2000) e Silva e outros (2012) destacam que o manejo inadequado da cultura, aliado ao crescimento inicial lento da planta e/ou cultivo, por até dois ciclos (com colheita até 24 meses), são fatores que agravam a competição entre as plantas daninhas e a mandioca. Souza e outros (2006) afirmam ainda que, em áreas de cultivo tecnificados, o plantio realizado em período chuvoso, com o solo preparado e descoberto e a colheita que revolve o solo uma segunda vez, deixando-o novamente

exposto, são fatores relacionados aos cultivos nestas áreas que expõem o banco de sementes.

Com relação à adubação, de acordo com Armstrong e outros (1993), os fertilizantes podem ser usados para alterar as relações de competitividade, de modo a favorecer as espécies cultivadas, pela mudança da comunidade e da densidade de daninhas. Contudo, dependendo do manejo, a aplicação de macronutrientes pode beneficiar mais as espécies daninhas do que a própria cultura de interesse (PROCÓPIO e outros, 2005).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização edafoclimática da área experimental

O experimento foi conduzido na Fazenda Bomba, situada a 15°18'13'' de Latitude Sul e de 41°17'32'' de Longitude Oeste, no município de Cândido Sales, em dois cultivos sucessivos: novembro de 2010 a agosto de 2012 (primeiro cultivo) e novembro de 2012 a agosto de 2014 (segundo cultivo).

O município de Cândido Sales localiza-se na região Sudoeste da Bahia e apresenta altitude média de 627 m. O clima do município, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Aw (clima Tropical Subúmido), com temperatura média anual de 20,4°C e precipitação pluviométrica anual de 767,4 mm, concentrada nos meses de outubro a março, com baixa possibilidade de ocorrência de chuva entre os meses de abril a setembro (SEI, 2015).

A vegetação primária é do tipo Floresta Estacional Decidual ou Mata Mesófila (SEI, 2015). Esta formação vegetal apresenta um porte em torno de 20 metros e pertence ao bioma da Mata Atlântica, sendo típica do Brasil Central. Apresenta como característica importante a perda de folhas no período seco do ano.

Os dados de precipitação, referentes ao período de condução do experimento, foram obtidos na estação meteorológica da Agência Nacional de Águas, de Cândido Sales, e encontram-se nas Figuras 1 e 2.

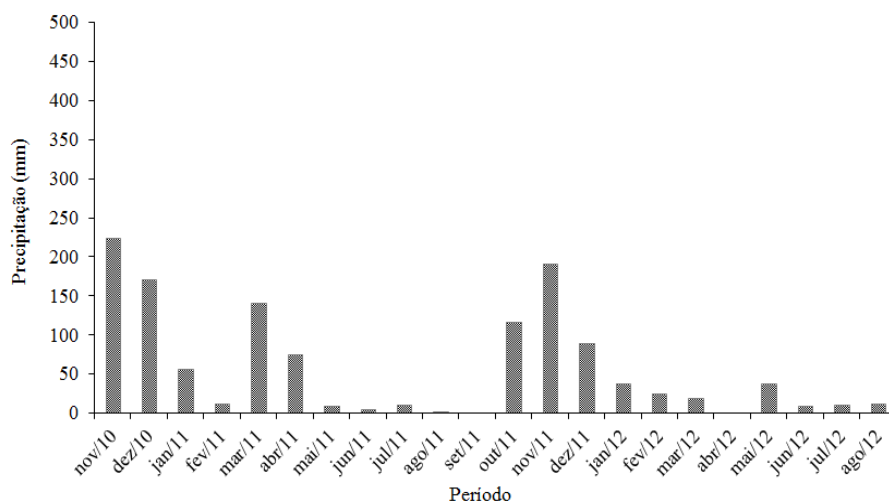


Figura 1- Médias mensais de precipitação pluviométrica no primeiro cultivo de mandioca (nov/2010 a ago/2012), no município de Cândido Sales – Bahia. Fonte: Agência Nacional de Águas – ANA/Cândido Sales, Bahia.

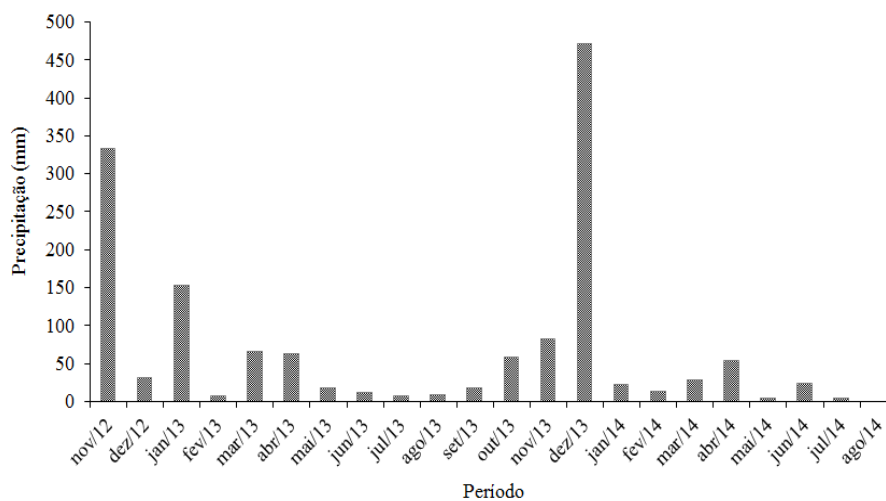


Figura 2 - Médias mensais de precipitação pluviométrica no segundo cultivo de mandioca (nov/2012 a ago/2014), no município de Cândido Sales – Bahia. Fonte: Agência Nacional de Águas – ANA/Cândido Sales, Bahia.

O solo da área experimental foi classificado como LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, textura argilosa e relevo plano. As análises químicas e físicas do solo foram realizadas no Laboratório de Solos, da UESB.

A análise química do solo, na profundidade de 0-20 cm, apresentou os seguintes resultados: pH (H₂O – 1:2,5) = 4,8; P (Extrator Mehlich) = 3,0 mg dm⁻³; K⁺ (extrator Mehlich) = 0,15 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ (extrator KCl 1 N) = 0,4 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ (extrator KCl 1 N) = 0,4 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ (extrator KCl 1 N) = 1,0 cmol_c dm⁻³; H⁺ (extrator CaCl₂ 0,01 M) = 3,7 cmol_c dm⁻³; Soma de Bases Trocáveis (S.B.) = 1,0 cmol_c dm⁻³; CTC Efetiva (t) = 2,0 cmol_c dm⁻³; CTC a pH 7,0 (T) = 5,7 cmol_c dm⁻³; Saturação por Bases (V) = 17,0% e Saturação por Alumínio (m) = 51,0%.

A análise física do perfil do solo da área experimental está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1- Análise física do perfil do solo da área experimental, no município de Cândido Sales – BA.

Horizonte		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da TFSA (g kg ⁻¹)			
Simb.	Prof. (cm)	Calhaus (2-20 cm)	Cascalho (20-2 mm)	TFSA (< 2,0 mm)	Areia grossa (2 – 0,2 mm)	Areia fina (0,2 – 0,05 mm)	Silte (0,05- 0,002 mm)	Argila (<0,002 mm)
A	0-25	0	0	100	345	190	95	370
BA	25-40	0	0	100	365	190	25	420
Bw1	40-88	0	0	100	265	165	60	510
Bw2	88-136	0	0	100	200	150	80	570
Bw3	136-200 ⁺	0	0	100	140	170	100	590

Simb. = simbologia; prof. = profundidade; TFSA = terra fina seca ao ar.

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com seis repetições e quatro tratamentos, arranjados no esquema de parcelas subdivididas. Os tratamentos foram formados pela combinação de dois métodos de preparo do solo (tradicional e convencional) e dois níveis de adubação (sem e com), compondo os sistemas de produção de mandioca: 1 – preparo tradicional sem adubação; 2 – preparo tradicional com adubação; 3 – preparo convencional sem adubação e 4 – preparo convencional com adubação.

Nas parcelas, foram dispostos os métodos de preparo do solo e nas subparcelas, a adubação. Cada parcela foi constituída por duas subparcelas. As parcelas foram formadas por doze linhas de 20,0 m de comprimento e as subparcelas foram compostas por doze linhas de 10,0 m de comprimento, com área total de 120,0 m², área útil de 72,0 m² e 120 plantas úteis.

3.3 Preparo da área experimental, instalação e condução dos sistemas de produção

A área de instalação do experimento foi cultivada com mandioca, por seis anos consecutivos, e manteve-se em repouso por aproximadamente dez anos, até o momento de instalação deste experimento. Durante o período de repouso, cresceu no local uma mata de sucessão, conhecida regionalmente como capoeira.

Em outubro de 2010, iniciou-se o preparo da área para instalação do experimento, com a marcação e distribuição das parcelas. Após a marcação das parcelas, todas as operações, desde a limpeza da área até o plantio das manivas, foram feitas de acordo com os sistemas de produção:

A) Sistema tradicional sem adubação - nesse tratamento, o cultivo de mandioca foi feito tradicionalmente, de acordo com a maioria dos

agricultores da região Sudoeste da Bahia. A limpeza da área (corte da capoeira) foi feita manualmente com utilização de foices e facões. Posteriormente, o material roçado foi encoivarado (amontoadado) e queimado dentro da parcela. Em seguida, foi feita a destoca e a abertura manual das covas. Nesse tratamento, o plantio da mandioca foi realizado sem a correção do solo, sem adubação de plantio e sem adubação de cobertura.

B) Sistema tradicional com adubação – nesse tratamento, todas as operações, desde a limpeza da área até a abertura de covas foram realizadas de acordo com tratamento anterior. Porém, antes da abertura das covas, fez-se a correção do solo, aplicando-se $1,8 \text{ t ha}^{-1}$ de calcário dolomítico, PRNT de 80% (Figura 3). No plantio, foram aplicados $444,44 \text{ kg ha}^{-1}$ de superfosfato simples, distribuídos nas covas e recobertos com uma fina camada de solo, para evitar o contato direto com as manivas. Aos 30 dias após o plantio (DAP), a mandioca foi adubada com $33,33 \text{ kg ha}^{-1}$ de cloreto de potássio e $88,89 \text{ kg ha}^{-1}$ de ureia, conforme recomendação de Nogueira e Gomes (1999).



Figura 3 - Preparo tradicional do solo para cultivo de mandioca, no município de Cândido Sales - BA. Subparcela sem calagem e adubação (A) e subparcela com calagem e adubação (B).

C) Sistema convencional sem adubação – nesse sistema de cultivo, a limpeza da área e todas as operações de aração, gradagem e abertura de sulcos foram feitas com auxílio do trator. Nessa área não foi realizada queima e a destoca foi feita manualmente, para possibilitar a passagem das máquinas. O solo foi arado e gradeado por duas vezes, utilizando-se arado de discos e grade niveladora. Posteriormente, os sulcos foram abertos com auxílio de um escarificador de quatro linhas, espaçadas de 1,0 m, com profundidade de 10,0 cm. Em seguida, fez-se o plantio da mandioca sem correção do solo e sem adubação.

D) Sistema convencional com adubação – nesse tratamento, foram realizadas as mesmas operações, seguindo-se os mesmos critérios do tratamento anterior. Entretanto, após a primeira gradagem, foi feita a correção do solo com calcário, na dose de $1,8 \text{ t ha}^{-1}$ (Figura 4). O calcário foi incorporado e os sulcos foram abertos. No plantio, a mandioca foi adubada com superfosfato simples, na dose de $444,44 \text{ kg ha}^{-1}$, e 30 DAP, fazendo-se a adubação de cobertura com cloreto de potássio e ureia, nas doses de $33,33 \text{ kg em}^{-1}$ e $88,89 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente.



Figura 4 - Preparo convencional do solo para cultivo de mandioca, no município de Cândia Sales - BA. Subparcela com calagem e adubação (A) e subparcela sem calagem e adubação (B).

Nos quatro sistemas de cultivo, realizou-se o plantio manual, em novembro de 2010, adotando-se o espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,6 m entre plantas, com população de 16.666 plantas ha⁻¹.

Em julho de 2012, um mês antes da colheita, fez-se uma análise química do solo, na profundidade de 0-20 cm, para determinação da necessidade de calagem e adubação no plantio seguinte (2012/2014). A colheita do primeiro cultivo foi realizada manualmente, com auxílio de enxada, em agosto de 2012.

Em novembro de 2012, o experimento foi repetido na mesma área e nas mesmas condições do anterior, mantendo-se os tratamentos na mesma localização. No segundo cultivo, não foi necessário fazer uma nova limpeza da área e destoca. No sistema tradicional, seguiu-se a abertura de covas manualmente, com auxílio de enxada. No preparo convencional, fez-se o

preparo do solo da mesma forma que no cultivo anterior, com aração, gradagem e abertura de sulcos feitos com trator.

Após a distribuição das parcelas entre os dois sistemas de preparo do solo, fez-se a marcação das subparcelas, com e sem adubação, e a correção do solo nas subparcelas com adubação, utilizando-se calcário dolomítico (PRNT de 80%), na dose de 1,0 t ha⁻¹. As adubações de fundação e de cobertura foram feitas nas mesmas dosagens do cultivo anterior, nas subparcelas adubadas. Efetuou-se o segundo plantio em novembro de 2012, adotando-se o espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,6 m entre plantas.

Ao final do segundo cultivo, em julho de 2014, coletaram-se amostras de solo, na profundidade de 0-20 cm, e realizou-se uma nova análise química para caracterizar e comparar os tratamentos. As amostragens e análises do solo foram feitas separadamente para os tratamentos sem e com adubação em todos os sistemas de produção. A colheita, no segundo cultivo, foi efetuada manualmente, com auxílio de enxadas, em agosto de 2014 (Figura 5).

Ao longo dos anos de cultivo, não houve incidência de pragas ou doenças ao nível de causar danos ao experimento. Efetuou-se o controle de plantas daninhas por meio de capina manual, de acordo com o nível de infestação.



Figura 5 - Colheita da mandioca cultivada sob preparo tradicional com adubação, no município de Cândido Sales – BA.

3.4 Variedade de mandioca

Utilizou-se a variedade de mandioca conhecida regionalmente como Platinão, cultivada para extração de amido e produção de farinha. Esta

variedade é uma das mais cultivadas pelos agricultores, devido à rusticidade e elevada produtividade de raízes tuberosas.

Utilizaram-se manivas-semente com diâmetro de aproximadamente 2,5 cm, provenientes do terço médio de plantas saudas, com idade de 18 meses. As manivas foram cortadas a cada 20 cm, com média de sete gemas e distribuídas manualmente nos sulcos (no preparo convencional) e nas covas (no preparo tradicional).

A variedade Platinão possui plantas compactas, com hastes de coloração prateada e hábito de crescimento reto. Suas raízes tuberosas possuem película lisa, de coloração creme, com o córtex e a polpa de cor creme (CARDOSO e outros, 2014) (Figura 6).



Figura 6 - Aspectos da parte aérea (A) e das raízes tuberosas (B) da variedade de mandioca Platinão, cultivada no município de Cândido Sales – BA.

3.5 Variáveis estudadas

3.5.1 Características agronômicas e de crescimento da mandioca

As características agronômicas e de crescimento das plantas de mandioca foram determinadas nos dois cultivos (2010-2012 e 2012-2014), no momento da colheita e no mês anterior à colheita, respectivamente.

No mês da colheita foram avaliadas as seguintes características:

a) Altura de plantas – mensurada do solo ao topo superior de três plantas da subparcela útil. Expressa em metros;

b) Diâmetro do caule – medido em três plantas da subparcela útil, aos 20 cm do solo. Expresso em milímetros;

c) Estande final – determinado por meio da contagem do número de plantas presentes na área útil de cada subparcela e convertido para número de plantas por hectare.

No momento da colheita, avaliaram-se as características:

a) Produtividade de raízes tuberosas – avaliada por meio da pesagem de todas as raízes tuberosas produzidas na área útil da subparcela e convertida para toneladas por hectare;

b) Produtividade da parte aérea – determinada pela pesagem da parte aérea das plantas presentes na área útil da subparcela e transformada em toneladas por hectare;

c) Índice de colheita – calculado por meio da relação entre o peso de raízes tuberosas e o peso total da planta, de acordo com a fórmula:

$$IC = \frac{\textit{Peso de raízes}}{\textit{Peso de raízes} + \textit{Peso da parte aérea}} \times 100$$

d) Porcentagem de massa seca em raízes tuberosas – mensurada pelo método da balança hidrostática, com base na fórmula: $MS = 15,75 + 0,0564 * R$, em que R refere-se ao peso de 3,0 kg de raízes em água, segundo metodologia de Grossmann e Freitas (1950);

e) **Porcentagem de amido em raízes tuberosas** – calculada subtraindo-se a constante 4,65 da porcentagem de massa seca, segundo Conceição (1981);

f) **Rendimento de farinha** – calculado por meio da equação: $Y = 2,57567 + 0,0752613 * X$, em que Y representa o rendimento (porcentagem) de farinha e X, o peso de 3,0 kg de raízes em água, de acordo com o método da balança hidrostática (FUKUDA; CALDAS, 1987).

g) **Produtividade de amido** – obtida pelo produto entre a produtividade de raízes tuberosas ($t\ ha^{-1}$) e a porcentagem de amido;

h) **Produtividade de farinha** – determinada por meio do produto entre a produtividade de raízes tuberosas ($t\ ha^{-1}$) e o rendimento de farinha.

3.5.2 Características químicas e físicas do solo

As características químicas do solo (pH, SB, t, T, V, m e teores de P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ e H⁺) foram determinadas na profundidade de 0-20 cm, na projeção da copa das plantas de mandioca, com um mês de antecedência da colheita dos dois cultivos.

As avaliações das características físicas do solo foram realizadas nas profundidades de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm, com um mês de antecedência da colheita, nos dois cultivos. Foram determinadas:

a) **Densidade do solo (Ds)** – avaliada por meio do método do anel volumétrico, de acordo com a metodologia da Embrapa (1997). Para a coleta de solo, utilizou-se um trado para amostras indeformadas (TAI), fabricado pela SONDATERRA®. As amostras foram secas em estufa de circulação forçada de ar, a 105°C, por 24 h. Em seguida, calculou-se a densidade do

solo pela fórmula: $D_s = \frac{a}{b}$

Em que: a = massa da amostra seca (g) e b = volume do anel (cm³)

b) Umidade gravimétrica do solo (Ug) – as amostras de solo foram pesadas e secas em estufa de circulação forçada de ar, a 105°C, por 24 h. Após a secagem, as amostras foram pesadas e calculou-se a umidade de acordo com fórmula: $Ug = \frac{a-b}{b} \times 100$, segundo a Embrapa (1997).

Em que: a = massa da amostra úmida (g) e b = massa da amostra seca (g)

c) Resistência mecânica do solo à penetração (RP) – determinada na entrelinha da cultura, com auxílio do penetrômetro de impacto, modelo IAA/Planalsucar – Stolf (STOLF e outros, 1983). Em cada subparcela, obteve-se o valor médio de duas medidas de resistência à penetração, em número de impactos por dm³, que foram transformados para MPa, utilizando-se planilha do software Excel, desenvolvida por Stolf e outros (2014).

3.5.3 Levantamento fitossociológico de plantas daninhas

Realizou-se o levantamento fitossociológico no segundo cultivo da mandioca (2012/2014). Fez-se coleta de plantas daninhas em dois períodos: aos 181 dias após o plantio (maio de 2013), durante a fase de repouso fisiológico da mandioca e aos 426 dias após o plantio (em janeiro de 2014), no segundo ciclo vegetativo da mandioca. Este último período é caracterizado pelo aumento da precipitação (Figura 1), da temperatura e do fotoperíodo no município, podendo ocorrer reinfestação de plantas daninhas nas áreas de cultivo.

Para a caracterização da comunidade de plantas daninhas, utilizou-se o método do quadrado inventário, proposto por Braun-Blanquet (1979), no qual um quadro metálico, com dimensões de 0,50 x 0,50 m, foi lançado aleatoriamente 12 vezes dentro de cada sistema de plantio, em uma área total de coleta de 3,0 m² em cada subparcela.

As plantas presentes em cada quadrado foram cortadas rente ao solo, contadas, acondicionadas em sacos de papel e levadas ao Laboratório de Melhoramento e Produção Vegetal (UESB), onde foram identificadas (KISSMANN; GROTH, 2000; LORENZI, 2008; MOREIRA; BRAGANÇA, 2011). Após identificação, as plantas daninhas foram pesadas e secas em estufa de circulação forçada de ar, a 65°C, por 72 h, para obtenção da massa seca. Em seguida, foram calculados os parâmetros fitossociológicos (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974), representados pela:

a) **Frequência (F)** = número de quadrados que contêm a espécie/número total de quadrados;

b) **Densidade (D)** = número total de indivíduos por espécie/área total coletada;

c) **Abundância (A)** = número total de indivíduos por espécie/número total de parcelas que contém a espécie;

d) **Frequência relativa (Fr)** = (frequência da espécie/frequência total das espécies) x 100;

e) **Densidade relativa (Dr)** = (densidade da espécie/densidade total das espécies) x 100;

f) **Abundância relativa (Ar)** = (abundância da espécie/abundância total das espécies) x 100;

g) **Índice de valor de importância (IVI)** = Fr + Dr + Ar.

3.5.4 Estudo dos custos de produção

Neste estudo estão inclusos todos os custos relativos aos sistemas de produção de mandioca para indústria com dois ciclos vegetativos, como limpeza da área, preparo do solo, tratos culturais e fitossanitários, plantio, adubação e colheita.

Para elaboração deste estudo, foram considerados os preços de novembro de 2010 e novembro de 2012 nos cálculos referentes aos custos

com insumos, mão de obra e serviços empregados. Para o cálculo da receita, foram utilizados dados de produção de raízes frescas e o valor médio da mandioca, recebido pelos produtores da região Sudoeste da Bahia, em agosto de 2012 e agosto de 2014. Com base nas informações relativas aos custos e receitas, foram elaboradas tabelas.

3.6 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas), versão 9.1.

Os dados foram submetidos aos testes de Lilliefors e Bartlett para verificação da normalidade e homogeneidade de variâncias, respectivamente. Posteriormente, realizaram-se as análises de variância para cada cultivo, segundo o esquema de parcela subdivida e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo Teste F, a 5% de probabilidade.

Para as características físicas do solo, utilizou-se o teste “t” para a comparação dos métodos de preparo do solo tradicional e convencional. Adicionalmente, efetuou-se análise de correlação linear de Pearson entre as características agronômicas da mandioca e as características químicas e físicas do solo, pelo teste “t”, a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características agronômicas e de crescimento da mandioca

a) Produtividade de raízes tuberosas, produtividade de parte aérea e índice de colheita

A análise de variância mostrou efeito significativo ($p \leq 0,05$) de preparo do solo para a produtividade de raízes tuberosas e índice de colheita, tanto no primeiro cultivo quanto no segundo. A produtividade de parte aérea foi influenciada pelo preparo do solo apenas no segundo cultivo. Houve efeito significativo de adubação para todas as características, nos dois cultivos, e não houve efeito significativo da interação preparo x adubação em nenhuma das características avaliadas (Tabela 2).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância, coeficientes de variação e média geral da produtividade de raízes tuberosas (RAIZ), produtividade de parte aérea (PA) e índice de colheita (IC) de mandioca em função do preparo do solo e adubação, durante dois cultivos sucessivos: cultivo 1 (2010/2012) e cultivo 2 (2012/2014), no município de Cândido Sales – BA.

F.V.	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS					
		RAIZ		PA		IC	
		Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 1	Cultivo 2
Blocos	5	7,1954 ^{NS}	47,9723 ^{NS}	1,2378 ^{NS}	4,5099 ^{NS}	48,4905*	16,6085 ^{NS}
Preparo (P)	1	92,1592*	358,0538*	6,2424 ^{NS}	30,1728*	64,4848*	100,0234*
Resíduo (a)	5	11,3728	25,04909	1,6524	2,8365	9,5308	8,2905
Adubação (AD)	1	218,5877*	821,5740*	51,9793*	207,9759*	106,5131*	50,2283*
P*AD	1	0,3978 ^{NS}	23,4828 ^{NS}	0,0254 ^{NS}	7,5825 ^{NS}	1,5100 ^{NS}	15,2004 ^{NS}
Resíduo (b)	10	3,9120	10,5683	0,7039	2,2522	18,5290	4,3369
¹ C.V. a (preparo)		39,12	33,57	38,37	26,78	4,27	4,11
¹ C.V. b (adubação)		22,95	21,80	25,04	23,86	5,96	2,97
² Média geral		8,62	14,91	3,35	6,29	72,25	70,09

*Significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade; ^{NS} não significativo; ¹ C.V.: coeficiente de variação (%); ² As médias de produtividade de raízes e produtividade de parte aérea estão expressas em t ha⁻¹ e índice de colheita, em %.

Na tabela 3, encontram-se as médias de produtividade de raízes tuberosas, produtividade de parte aérea e índice de colheita de mandioca em função dos métodos de preparo do solo. No primeiro cultivo (2010/2012), verificou-se que o plantio de mandioca com preparo convencional aumentou a produtividade de raízes em 3,92 t ha⁻¹, comparado ao preparo tradicional. Isso corresponde a um incremento de 58,9% na produtividade de raízes tuberosas. A parte aérea, por sua vez, não foi influenciada pelos métodos de preparo do solo, nesse cultivo, variando de 2,84 t ha⁻¹ (tradicional) a 3,86 t ha⁻¹ (convencional).

Tabela 3 - Produtividade de raízes tuberosas, produtividade de parte aérea e índice de colheita de mandioca em função do preparo do solo, em dois cultivos sucessivos, no município de Cândido Sales – BA.

Características	Preparo do solo	
	Tradicional	Convencional
-----Cultivo 1 (2010/2012)-----		
Produtividade de raízes (t ha ⁻¹)	6,66 b	10,58 a
Produtividade de parte aérea (t ha ⁻¹)	2,84 a	3,86 a
Índice de colheita (%)	70,61 b	73,89 a
-----Cultivo 2 (2012/2014)-----		
Produtividade de raízes (t ha ⁻¹)	11,05 b	18,78 a
Produtividade de parte aérea (t ha ⁻¹)	5,17 b	7,41 a
Índice de colheita (%)	68,05 b	72,13 a

Médias seguidas por uma mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

No segundo cultivo (2012/2014), houve aumento de 69,95% na produtividade de raízes e 43,35% na produtividade de parte aérea, quando foi feito o preparo convencional (Tabela 3). Tais incrementos nas produtividades de raízes e de parte aérea, tanto no primeiro quanto no segundo cultivo, ocorreu, provavelmente, devido ao revolvimento do solo,

proporcionado pela aração e gradagem, no preparo convencional, que modificaram as condições físicas deste solo, criando um ambiente mais favorável ao desenvolvimento das plantas de mandioca. Esse tipo de plantio facilita a aeração do solo e a penetração radicular, permitindo às raízes exploração de maior volume do solo e, conseqüentemente, maior absorção de nutrientes necessários ao crescimento das plantas (CARVALHO, 2009).

O sistema tradicional, por não apresentar revolvimento do solo, pelas operações de aração e gradagem, pode ter dificultado o desenvolvimento das raízes tuberosas e da parte aérea da mandioca. Esse sistema de plantio é o mais utilizado pela maioria dos produtores de mandioca da região Sudoeste da Bahia e consiste no corte da vegetação, seguido por encoivramento e queima. Após a queima, segue-se com a abertura de covas e o plantio da mandioca, geralmente por dois ou três cultivos sucessivos. Após esse período, o solo torna-se economicamente improdutivo e o agricultor geralmente o abandona, buscando novas áreas para cultivar. Nas áreas abandonadas, nasce uma vegetação secundária, chamada capoeira, que pode ser posteriormente derrubada e queimada, após vários anos de pousio (SILVA e outros, 2006). Essa prática é comum no preparo do solo para o plantio da mandioca e mais acentuada em áreas plantadas pela primeira vez, sendo a alternativa de preparo de solo mais utilizada nessas áreas (CARVALHO e outros, 2007). Segundo esses autores, na região Sudoeste da Bahia, a mandioca pode ser considerada como “desbravadora” de novas áreas agrícolas, uma vez que, geralmente, é a primeira cultura a ser instalada. Daí o uso intenso de práticas rudimentares, como queimadas, encoivramento e destoca.

Pequeno e outros (2007), ao avaliar o comportamento da mandioca submetida a três sistemas de preparo de solo, no Noroeste do Paraná, verificaram que o preparo convencional (revolvimento do solo com aração, seguida de gradagem) foi superior ao preparo mínimo (revolvimento do solo apenas com escarificação) e ao plantio direto (sem revolvimento), em 20,55% e 35,5%, na produtividade de raízes e 30,2% a 44,1% na

produtividade de parte aérea, respectivamente. Os autores também associaram os resultados obtidos com as condições físicas do solo, que interferiram na resistência à penetração, porosidade, retenção de água e, conseqüentemente, na disponibilidade de nutrientes para as plantas de mandioca. Assim, os sistemas de manejo que promovem menores densidades do solo e maior porosidade são mais vantajosos para o desenvolvimento das raízes tuberosas (CAVALIERI e outros, 2006; OLIVEIRA e outros, 2001).

Quanto à produção de parte aérea, Souza e outros (1994) obtiveram menor média para essa característica, quando o plantio de mandioca foi feito em covas, resultado semelhante ao verificado neste estudo, no segundo cultivo (2012/2014). Oliveira e outros (2001) constataram, nos dois anos agrícolas avaliados, que o plantio direto, com menor revolvimento do solo, proporcionou a menor produção de parte aérea da mandioca em relação ao preparo convencional e ao preparo mínimo, com $9,3 \text{ t ha}^{-1}$, $12,56 \text{ t ha}^{-1}$ e $15,16 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente.

No que se refere ao índice de colheita (IC), observou-se que o preparo convencional proporcionou maiores médias em relação ao preparo tradicional, nos dois cultivos (Tabela 3). O índice de colheita representa a relação entre o peso de raízes tuberosas e o peso total da planta. Os valores deste índice variaram entre 68,05% e 73,89%, em todos os métodos de preparo do solo e são considerados satisfatórios, corroborando Conceição (1981), que relata o índice de colheita ideal para esta cultura acima de 60,0%. Já para outros autores, como Cock e El-Sharkaway (1991), valores entre 50,0% e 65,0% são considerados adequados.

Cardoso Júnior e outros (2005) relatam que o IC isoladamente não fornece informações relevantes sobre o desenvolvimento das plantas de mandioca. Segundo os autores, valores elevados desse índice podem ser obtidos tanto pelo aumento na produção de raízes tuberosas quanto pela redução da produção de parte aérea. Nesse estudo, verificou-se que os índices de colheita, tanto no primeiro cultivo quanto no segundo,

aumentaram, principalmente, em função da alta produtividade de raízes tuberosas.

Otsubo e outros (2008) também verificaram efeito dos sistemas de manejo do solo sobre o índice de colheita da variedade de mandioca Fécula Branca, no município de Glória de Dourados - MS. Os autores relataram que o preparo convencional do solo proporcionou maiores valores para essa característica, quando comparado ao plantio direto. Em experimentos realizados em Vitória da Conquista – BA, Viana e outros (2002) e Cardoso Junior e outros (2005) observaram que o IC da variedade Platinão variaram de 47,6% a 50,4% e 43,3% a 53,9%, respectivamente, quando cultivada sob preparo do solo mecanizado. Os valores obtidos por esses autores são inferiores aos observados no presente estudo.

É importante ressaltar, ainda, que maiores valores de índice de colheita também podem estar relacionados com a abscisão foliar da mandioca, uma vez que essa característica foi avaliada no momento da colheita, que foi realizada em agosto de 2012 (no primeiro cultivo) e agosto de 2014 (no segundo cultivo). Esse período é caracterizado como a fase de repouso fisiológico das plantas de mandioca e ocorre uma redução natural da área foliar, o que pode ter contribuído para o aumento da relação entre o peso de raízes e a biomassa aérea acumulada pela planta.

O IC, portanto, apresenta grandes variações em função das épocas de colheita da mandioca (AGUIAR, 2003). Segundo o autor, valores de IC aumentam de forma bastante acentuada até a colheita realizada aos 382 DAP, em função do elevado desenvolvimento das plantas. A partir deste período, as plantas iniciam o encerramento do primeiro ciclo vegetativo, contribuindo ainda mais para o aumento do IC, em função da queda das folhas, aumentando a massa proporcional de raízes, e, ainda pela translocação dos açúcares para as raízes. Assim, em média, o maior IC é obtido aos 382 DAP, por volta do mês de junho. A partir dos 437 DAP, pode-se perceber a redução dos valores de IC em função da drenagem de carboidratos das raízes para a emissão das novas brotações, com o início do

segundo ciclo, que contribui com o aumento da massa da parte aérea em detrimento das raízes (AGUIAR, 2003).

Na tabela 4, estão apresentadas as médias de produtividade de raízes tuberosas, produtividade de parte aérea e índice de colheita de mandioca em função da adubação. Verificou-se, no primeiro cultivo de mandioca, que a produtividade de raízes variou de $5,61 \text{ t ha}^{-1}$, no plantio sem adubação, para $11,64 \text{ t ha}^{-1}$, no plantio com adubação, o que corresponde a um aumento de 107,5%. Na produtividade da parte aérea, foi registrada uma diferença ainda maior, de $2,94 \text{ t ha}^{-1}$, equivalente ao aumento de 129,25%, quando o plantio foi feito com adubação. No segundo cultivo, foram registrados incrementos de 156,4% na produtividade de raízes e 175,82% na produtividade de parte aérea, quando foi feita a correção do solo e adição de NPK.

Os resultados, verificados no primeiro e no segundo cultivos, estão estreitamente relacionados com as mudanças nas características químicas do solo ocorridas após a aplicação do calcário e dos adubos, principalmente de fósforo, considerando-se o baixo teor desse nutriente disponível na área, conforme os resultados da análise de solo. Além de corrigir a acidez, a aplicação de calcário fornece cálcio e magnésio às plantas, reduz os teores de alumínio trocável no solo e permite a maximização dos efeitos dos fertilizantes (SOUZA e outros, 2006; BRASIL; NASCIMENTO, 2010).

Grande parte da produção de mandioca, na região Nordeste, ocorre em solos de baixa disponibilidade de fósforo, elevada acidez e baixos teores de cálcio e magnésio (SOUZA e outros, 2009). Esses solos, quando corrigidos e após adição de fertilizantes, poderão oferecer condições satisfatórias ao rendimento da cultura, como verificado nesse estudo.

Tabela 4 - Produtividade de raízes tuberosas, produtividade de parte aérea e índice de colheita de mandioca em função da adubação, em dois cultivos sucessivos, no município de Cândido Sales – BA.

Características	Adubação NPK	
	Sem	Com
-----Cultivo 1 (2010/2012)-----		
Produtividade de raízes (t ha ⁻¹)	5,61 b	11,64 a
Produtividade de parte aérea (t ha ⁻¹)	1,88 b	4,82 a
Índice de colheita (%)	74,36 a	70,15 b
-----Cultivo 2 (2012/2014)-----		
Produtividade de raízes (t ha ⁻¹)	9,06 b	20,77 a
Produtividade de parte aérea (t ha ⁻¹)	3,35 b	9,24 a
Índice de colheita (%)	71,54 a	68,64 b

Médias seguidas por uma mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Campos e outros (2004) verificaram que, em solos ácidos e pobres em fertilidade, o uso da calagem possibilitou as melhores respostas pelas plantas de mandioca, sendo que a maior dose de calcário (4,78 t ha⁻¹) proporcionou maior produtividade de raízes tuberosas (13,3 t ha⁻¹). Alves e outros (2012) também verificaram aumento nas produtividades de raízes e parte aérea da mandioca, quando submetida à adubação NPK, com 47,51 t ha⁻¹ de raízes e 20,11 t ha⁻¹ de parte aérea, aplicando 600 kg ha⁻¹ do formulado 10:28:20 (N:P:K).

Fermont e outros (2010) relataram que a aplicação de fertilizante NPK (100:22:83) aumentou a produtividade da mandioca no Quênia e em Uganda, nos dois anos de cultivo. Os autores verificaram uma resposta de 37 kg, 168 kg e 45 kg no rendimento de raízes tuberosas para cada quilo de N, P e K aplicado ao solo, respectivamente, no primeiro ano. No segundo ano de cultivo, relataram uma resposta de 106 kg, 482 kg e 128 kg para cada quilo de N, P e K, respectivamente. Em média, no Quênia, a produtividade de

raízes variou de 3,45 t ha⁻¹ para 10,45 t ha⁻¹ e em Uganda, houve variação de 0,35 t ha⁻¹ para 10,3 t ha⁻¹, com uso da adubação.

Em Gana, Adjei-Nsiah (2010), ao estudar cinco variedades de mandioca submetidas à adubação nitrogenada, notaram que a produtividade de raízes variou de 17,0 t ha⁻¹ para 35,9 t ha⁻¹, enquanto que a produtividade de matéria seca total variou de 15,0 t ha⁻¹ para 25,0 t ha⁻¹ com uso da adubação. Os autores relatam ainda que as variedades de mandioca que produzem grande quantidade de massa seca na raiz exportam grande quantidade de nutrientes do solo, sendo o nitrogênio um dos elementos mais acumulados pela planta.

Quanto ao índice de colheita, observou-se que o valor de IC foi inferior na mandioca cultivada com calagem e adubação, com 68,64% e 70,15%, no primeiro e no segundo plantio, respectivamente, comparados à mandioca sem adubação (Tabela 4). A adubação nitrogenada, provavelmente, influenciou o desenvolvimento da parte aérea da mandioca, conforme verificado por Cardoso Júnior e outros (2005), resultando em menor índice de colheita, comparada àquelas plantas cultivadas sem adubação. Baixos valores de IC, obtidos em plantas com grande produção de parte aérea, podem ser adequados, quando o objetivo é produzir forragem para alimentação animal, segundo esses autores. Fermont e outros (2010) também relataram maior valor para o índice de colheita na mandioca cultivada sem adubação, no Quênia e em Uganda.

O índice de colheita da variedade Platinão, no estudo de Cardoso e outros (2014), em plantio sem adubação, foi de 66%, valor inferior ao verificado neste estudo (71,54% a 74,36%), nas mesmas condições de fertilidade do solo. Esses autores verificaram ainda que a variedade Platinão produziu 15,0 t ha⁻¹ de raízes tuberosas e 7,67 t ha⁻¹ de parte aérea, em cultivo sob preparo do solo mecanizado sem adubação.

No primeiro cultivo da mandioca, verificou-se correlação positiva entre produtividade de raízes e produtividade de parte aérea ($r = 0,90^*$); não houve correlação entre a produtividade de raiz e o índice de colheita;

entretanto, a produtividade de parte aérea e o índice de colheita correlacionaram-se negativamente ($r = - 0,38^*$). Cach e outros (2006), Gomes e outros (2007), Ojulong e outros (2010) e Vieira e outros (2014) também verificaram correlação negativa entre o índice de colheita e o peso de parte aérea da mandioca.

No segundo cultivo, a produtividade de raiz correlacionou-se de forma positiva com a produtividade de parte aérea ($r = 0,94^*$); não houve correlação entre produtividade de raiz e índice de colheita e produtividade de parte aérea e índice de colheita. Muluaem e Ayenew (2012) e Pypers e outros (2011) também relataram correlação entre a produtividade de raízes e a produtividade de parte aérea da mandioca

Os resultados deste estudo permitem inferir que as plantas que apresentaram maior produtividade de raízes tuberosas, apresentaram também maiores produtividades de parte aérea, quando cultivadas sob preparo do solo mecanizado com uso da adubação. Resultados semelhantes foram relatados por Otsubo e outros (2008).

A produtividade de raízes tuberosas é considerada a característica de maior representatividade econômica e mercadológica na cultura da mandioca (GOMES e outros, 2007). Esta característica é muito influenciada pela época de plantio (GOMES e outros, 2007), condições ambientais (EL-SHARKAWY, 2006), preparo do solo (OTSUBO e outros 2008; PEQUENO e outros, 2007) e tratos culturais, como poda (ANDRADE e outros, 2011; MOREIRA e outros, 2014) e manejo de plantas daninhas (JOHANNIS; CONTIERO, 2006; OLORUNMAIYE; OLORUNMAIYE, 2009).

Em média, no primeiro cultivo, a produtividade de raízes foi de 8,62 t ha⁻¹ e, no segundo cultivo, a média ficou em torno de 14,92 t ha⁻¹, uma diferença de 42,23% (Tabelas 3 e 4). A maior produtividade de raízes e de parte aérea no segundo cultivo pode ser decorrente do maior acúmulo e da melhor distribuição de chuvas (Figuras 1 e 2) durante os dois ciclos vegetativos da cultura, além do efeito residual da adubação e do preparo do solo, para o cultivo convencional.

No primeiro cultivo, ao longo dos ciclos da mandioca, verificou-se um acúmulo de 1.204 mm de chuva, enquanto que, no segundo cultivo, nas mesmas fases de desenvolvimento, foram registrados 1.472 mm de chuva (Figuras 1 e 2). Do total acumulado durante os cultivos, a maior parte da precipitação concentrou-se nos meses iniciais de desenvolvimento das plantas: no primeiro cultivo, na fase inicial de desenvolvimento da mandioca (novembro a abril), verificou-se um acúmulo de 681,0 mm de chuva, enquanto que, no segundo cultivo, na mesma fase, foram registrados 652,3 mm de chuva. Isso provavelmente contribuiu com os resultados de produtividade, uma vez que os meses iniciais do cultivo de mandioca são considerados o período crítico da cultura.

Embora a mandioca seja considerada uma espécie tolerante à seca, o crescimento e a produtividade de raízes tuberosas são reduzidos por prolongados períodos de seca, principalmente durante o período crítico, de um a cinco meses após o plantio, que corresponde aos estádios de enraizamento, tuberização das raízes e crescimento foliar (ALVES, 2006). De acordo com Oliveira e outros (1982), um déficit hídrico de pelo menos dois meses nesse período pode reduzir a produtividade de raízes em até 60%.

Considerando-se a média de produtividade de raízes do município de Cândido Sales, que foi de 6,0 t ha⁻¹ e 7,0 t ha⁻¹, nos anos de 2012 e 2014 (IBGE, 2015), respectivamente, pode-se considerar que os resultados obtidos nesse trabalho foram superiores aos verificados no município. Tal observação concorda com Pequeno e outros (2007), que mencionam que os sistemas de preparo do solo que resultem em menor densidade e maior porosidade na camada superficial, associado à adubação e a períodos de maior disponibilidade hídrica, proporcionam maior desenvolvimento e maior produtividade da mandioca.

b) Porcentagem de massa seca em raízes tuberosas, porcentagem de amido em raízes tuberosas e rendimento de farinha

De acordo com a análise de variância, o preparo do solo influenciou as características porcentagem de massa seca, porcentagem de amido e rendimento de farinha, enquanto que a adubação não influenciou nenhuma das características, em nenhum dos cultivos. O efeito da interação preparo do solo e adubação não foi significativo para nenhuma das características avaliadas (Tabela 5).

Tabela 5 - Resumo da análise de variância, coeficientes de variação e média geral da porcentagem de massa seca (MS) em raízes, porcentagem de amido (AM) em raízes e rendimento de farinha (FAR) de mandioca em função do preparo do solo e adubação, em dois cultivos sucessivos: cultivo 1 (2010/2012) e cultivo 2 (2012/2014), no município de Cândido Sales – BA.

F.V.	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS					
		MS		AM		FAR	
		Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 1	Cultivo 2
Blocos	5	4,9814 ^{NS}	0,8890 ^{NS}	4,9814 ^{NS}	0,8890 ^{NS}	8,8564 ^{NS}	1,5759 ^{NS}
Preparo (P)	1	22,1568*	0,7812 ^{NS}	22,1568*	0,7812 ^{NS}	39,4241*	1,3920 ^{NS}
Resíduo (a)	5	2,8684	0,2114	2,8684	0,2114	5,1045	3,3773
Adubação (AD)	1	0,2817 ^{NS}	4,3435 ^{NS}	0,2817 ^{NS}	4,3435 ^{NS}	0,5046 ^{NS}	7,7748 ^{NS}
P*AD	1	2,9260 ^{NS}	0,8855 ^{NS}	2,9260 ^{NS}	0,8855 ^{NS}	5,1894 ^{NS}	1,5606 ^{NS}
Resíduo (b)	10	4,8998	1,0300	4,8998	1,0300	8,7226	1,8310
¹ C.V. a (preparo)		5,74	1,44	6,81	1,69	10,79	2,55
¹ C.V. b (adubação)		7,50	3,18	8,90	3,73	14,10	5,61
² Média geral		29,52	31,89	24,87	27,24	20,95	24,12

*Significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade; ^{NS} não significativo;

¹C.V.: coeficiente de variação (%); ²As médias de porcentagem de massa seca, porcentagem de amido e rendimento de farinha estão expressas em %.

No primeiro cultivo, maiores porcentagens de massa seca e amido foram registrados em plantas cultivadas sob preparo convencional, com 30,48% e 25,83%, respectivamente. Não foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos para o rendimento de farinha, que variou de 19,66% a 22,26% (Tabela 6). Os resultados indicam que o revolvimento do solo, no preparo mecanizado, pode ter reduzido a compactação deste, o que favoreceu o desenvolvimento das raízes de mandioca e proporcionou aumento no desenvolvimento da parte aérea, resultando em maior área fotossinteticamente ativa e, conseqüentemente, maior acúmulo de massa seca nas raízes tuberosas.

Resultados semelhantes foram obtidos por Figueiredo e outros (2014), ao estudar o efeito de diferentes métodos de preparo do solo sobre os componentes de produção e a morfologia das raízes tuberosas de mandioca. Os autores relataram maior acúmulo de massa fresca e seca nas raízes tuberosas entre 60 e 210 DAP e que, aos 210 DAP, o preparo convencional do solo apresentou raízes com maior acúmulo de massa, seguido do cultivo mínimo e plantio direto. Tais diferenças resultam no fato de que o plantio direto apresentou alguma restrição física que impediu o desenvolvimento inicial das raízes de mandioca, reduzindo o acúmulo de massa seca (VINE; AHMAD, 1987).

Tabela 6 - Porcentagem de massa seca, porcentagem de amido e rendimento de farinha de mandioca em função do preparo do solo, em dois cultivos sucessivos, no município de Cândido Sales – BA.

Características	Preparo do solo	
	Tradicional	Convencional
-----Cultivo 1 (2010/2012)-----		
Massa seca (%)	28,56 b	30,48 a
Amido (%)	23,91 b	25,83 a
Rendimento de farinha (%)	19,66 a	22,23 a
-----Cultivo 2 (2012/2014)-----		
Massa seca (%)	31,71 a	32,07 a
Amido (%)	27,06 a	27,42 a
Rendimento de farinha (%)	23,87 a	24,36 a

Médias seguidas por uma mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

No segundo cultivo, não houve diferença entre os métodos de preparo do solo para as três variáveis, com variação de 31,71% a 32,07% na massa seca; 27,06% a 27,42% no amido e 23,87% a 24,36% no rendimento de farinha (Tabela 6). Pequeno e outros (2007) verificaram que o preparo convencional do solo proporcionou teores mais elevados de massa seca nas raízes tuberosas (36,90%), comparado com o preparo mínimo (36,69%) e o plantio direto (35,91%) apenas no primeiro ano de cultivo. Nos cultivos seguintes e na média dos quatro anos de avaliação, os autores notaram que o teor de massa seca não foi influenciado pelos sistemas de preparo de solos.

Verificou-se ainda que houve tendência de aumento nos valores de massa seca, amido e farinha das plantas cultivadas sob sistema tradicional, no segundo cultivo em relação ao primeiro cultivo (Tabela 6). Provavelmente, devido a esse incremento, não foi observada diferença significativa entre os métodos de preparo do solo no segundo cultivo. Este incremento ocorreu provavelmente devido ao maior desenvolvimento das

plantas de mandioca no segundo cultivo, como consequência de menor compactação causada pelo revolvimento parcial do solo no momento da colheita do primeiro cultivo.

A mandioca apresenta, em média, 30% de massa seca e 5% a 43% de amido nas raízes (FUKUDA e outros, 2006). Cardoso e outros (2014), ao analisar o comportamento de variedades de mandioca para indústria, em Vitória da Conquista – Bahia, verificaram variação de 27,98% a 32,55% no teor de massa seca; 23,33% a 27,90% no teor de amido; 18,90% a 25,0% no rendimento de farinha e, dentre as variedades, a Platinão destacou-se com maior média para essas características. Em geral, os valores obtidos por esses autores estão superiores aos encontrados neste trabalho para a mesma variedade. Agwu e Anyaeche (2007), na Nigéria, observaram que os valores de massa seca nas raízes variaram entre 25% e 43%. Segundo Toro e Cañas (1982), fatores como cultivares, idade da planta e, principalmente condições edafoclimáticas da região de cultivo são responsáveis pela variação nos teores de massa seca em raízes.

O efeito dos métodos de preparo do solo, no segundo cultivo e os níveis de adubação química, tanto no primeiro quanto no segundo cultivo, sobre os valores de massa seca, amido e farinha em raízes de mandioca não foram significativos, conforme verificado nas Tabelas 5, 6 e 7, indicando que esses fatores não contribuíram para aumento dessas características. No primeiro cultivo, a massa seca variou entre 29,41% a 29,63%; o amido variou entre 24,74% a 24,98% e o rendimento de farinha, de 20,80% a 21,09% (Tabela 7). No segundo cultivo, os valores de massa seca, amido e farinha variaram entre 31,47% a 32,32%; 26,82% a 27,67% e 23,55% a 24,68%, respectivamente.

Tabela 7 - Porcentagem de massa seca, porcentagem de amido e rendimento de farinha de mandioca em função da adubação, em dois cultivos sucessivos, no município de Cândido Sales – BA.

Características	Adubação NPK	
	Sem	Com
-----Cultivo 1 (2010/2012)-----		
Massa seca (%)	29,41 a	29,63 a
Amido (%)	24,76 a	24,98 a
Rendimento de farinha (%)	20,80 a	21,09 a
-----Cultivo 2 (2012/2014)-----		
Massa seca (%)	31,47 a	32,32 a
Amido (%)	26,82 a	27,67 a
Rendimento de farinha (%)	23,55 a	24,68 a

Médias seguidas por uma mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

De forma contrária ao verificado neste estudo, Pypers e outros (2010) obtiveram um teor de massa seca de 34% em raiz com aplicação de 150 kg ha⁻¹ do fertilizante 17:17:17, no Planalto do Congo. Cardoso Júnior e outros (2005) verificaram que a aplicação de nitrogênio aumentou a produtividade de raízes tuberosas e também influenciou características importantes para a indústria, como teor de massa seca, amido e rendimento de farinha. Entretanto, os autores concluem que, apesar do aumento nos teores de massa seca, amido e farinha, não existe vantagem econômica da aplicação de nitrogênio, visando obter maiores teores dessas características, uma vez que os incrementos observados foram pequenos, da ordem de 0,21%, 0,003% e 0,003%, respectivamente. Portanto, para esses autores, conseguem-se com maior facilidade maiores produtividades de massa seca, amido e farinha, indiretamente, por meio do aumento na produtividade de raízes tuberosas.

Os valores de amido na raiz de mandioca, obtidos nos dois cultivos, estão próximos aos relatados por Alves e outros (2008) e estão dentro da faixa de aceitação da indústria, que é de 25% a 30% (SRIROTH e outros, 2000).

Verificou-se forte correlação ($r = 1,0^*$) entre as porcentagens de massa seca, amido e farinha. Quanto maior o teor de massa seca, maior será os teores de farinha e amido nas raízes, sendo que esta última característica determina o rendimento industrial das raízes de mandioca (CARDOSO e outros, 2014). Em sistemas de produção de raízes para a indústria, os teores de massa seca e de amido têm grande importância para o produtor, pois é possível prever a qualidade do produto e definir os preços para a comercialização (OLIVEIRA e outros, 2010). As variedades responsáveis por maiores produtividades de raízes devem ser também aquelas que apresentem os maiores porcentagens de massa seca, maximizando o rendimento do produto final por área plantada (VIDIGAL FILHO e outros, 2000).

c) Produtividade de amido e produtividade de farinha

De acordo com a análise de variância, o preparo do solo e a adubação influenciaram as características produtividade de amido e produtividade de farinha. Não houve efeito significativo da interação entre preparo do solo e adubação para ambas as características (Tabela 8).

Tabela 8 - Resumo da análise de variância, coeficientes de variação e média geral da produtividade de amido (PAM) e da produtividade de farinha (PFAR) de mandioca em função do preparo do solo e adubação, em dois cultivos sucessivos: cultivo 1 (2010/2012) e cultivo 2 (2012/2014), no município de Cândido Sales – BA.

F.V.	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS			
		PAM		PFAR	
		Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 1	Cultivo 2
Blocos	5	0,4660 ^{NS}	3,7938 ^{NS}	0,3602 ^{NS}	3,0686 ^{NS}
Preparo (P)	1	8,3190*	29,0620*	7,1504*	23,7606*
Resíduo (a)	5	0,6491	2,0667	0,4474	1,6911
Adubação (AD)	1	14,2450*	66,3005*	10,4017*	54,0000*
P*AD	1	0,2072 ^{NS}	2,3500 ^{NS}	0,2817 ^{NS}	2,1123 ^{NS}
Resíduo (b)	10	0,2925	0,8120	0,2483	0,6527
¹ C.V. a (preparo)		37,19	35,01	36,43	35,60
¹ C.V. b (adubação)		24,97	21,94	27,14	22,11
² Média geral		2,17	4,11	1,84	3,65

*Significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade; ^{NS} não significativo;

¹ C.V.: coeficiente de variação (%);

²As médias de produtividade de amido e produtividade de farinha estão expressas em t ha⁻¹.

A produtividade de amido e a produtividade de farinha variaram com o preparo do solo (Tabela 9). No primeiro cultivo, quando o plantio foi efetuado sob o preparo convencional, a produtividade de amido foi de 2,76 t ha⁻¹, cerca de 75,0% a mais do que a obtida com o preparo tradicional e a produtividade de farinha aumentou em 84,5% com o preparo convencional. No segundo cultivo, verificou-se aumento de 73,01% na produtividade de amido e 74,81% na produtividade de farinha com o preparo convencional.

A produtividade de amido e farinha está diretamente relacionada com os teores de amido e farinha e com a produtividade de raízes tuberosas. A variação nas produtividades de amido e farinha, verificada neste estudo, pode ser atribuída à variação na produtividade de raízes tuberosas, uma vez que os teores de amido e farinha, principalmente os obtidos no segundo cultivo, não sofreram influência dos tratamentos, ficando em torno de 27,24% e 24,12%, respectivamente (Tabela 6).

Tabela 9 - Produtividade de amido e produtividade de farinha de mandioca em função do preparo do solo, em dois cultivos sucessivos, no município de Cândido Sales – BA.

Características	Preparo do solo	
	Tradicional	Convencional
-----Cultivo 1 (2010/2012)-----		
Produtividade de amido (t ha ⁻¹)	1,58 b	2,76 a
Produtividade de farinha (t ha ⁻¹)	1,29 b	2,38 a
-----Cultivo 2 (2012/2014)-----		
Produtividade de amido (t ha ⁻¹)	3,01 b	5,21 a
Produtividade de farinha (t ha ⁻¹)	2,66 b	4,65 a

Médias seguidas por uma mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

A adubação aumentou a produtividade de amido e a produtividade de farinha, conforme apresentado na Tabela 10. No primeiro cultivo, houve

incremento de 110% na produtividade de amido e 111% na produtividade de farinha com adição do calcário e adubo NPK. No segundo cultivo, a produtividade de amido aumentou em 136% e a produtividade de farinha, em 139,5% com a correção do solo e aplicação do adubo. Como discutido anteriormente, esse comportamento está relacionado com o aumento na produtividade de raízes tuberosas, uma vez que os teores de massa seca, amido e farinha não variaram com o manejo da adubação.

Tabela 10 - Produtividade de amido e produtividade de farinha de mandioca em função da adubação, em dois cultivos sucessivos, no município de Cândido Sales – BA.

Características	Adubação NPK	
	Sem	Com
-----Cultivo 1 (2010/2012)-----		
Produtividade de amido (t ha ⁻¹)	1,40 b	2,94 a
Produtividade de farinha (t ha ⁻¹)	1,18 b	2,49 a
-----Cultivo 2 (2012/2014)-----		
Produtividade de amido (t ha ⁻¹)	2,44 b	5,77 a
Produtividade de farinha (t ha ⁻¹)	2,15 b	5,15 a

Médias seguidas por uma mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

d) Altura de plantas, diâmetro do caule e estande final de plantas

Verificou-se efeito significativo de preparo do solo para altura de plantas apenas no primeiro cultivo e para estande de plantas, no segundo cultivo. O efeito do preparo do solo sobre o diâmetro do caule não foi significativo. O efeito da adubação foi significativo para a altura de plantas e para o diâmetro do caule, nos dois cultivos, e para o estande de plantas, no

segundo cultivo. A interação foi significativa somente para o estande de plantas, no segundo cultivo (Tabela 11).

Tabela 11 - Resumo da análise de variância, coeficientes de variação e média geral da altura de plantas (ALT), diâmetro do caule (DIAM) e estande de plantas de mandioca em função do preparo do solo e adubação, em dois cultivos sucessivos: cultivo 1 (2010/2012) e cultivo 2 (2012/2014), no município de Cândido Sales – BA.

F.V.	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS					
		ALT		DIAM		ESTANDE	
		Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 1	Cultivo 2
Blocos	5	0,0305 ^{NS}	0,0790 ^{NS}	0,0881 ^{NS}	0,1582*	1.185.705,3190 ^{NS}	4.884.249,5667 ^{NS}
Preparo (P)	1	0,1617*	0,0400 ^{NS}	0,0771 ^{NS}	0,0425 ^{NS}	10.815.381,4301 ^{NS}	91.814.640,1667*
Resíduo (a)	5	0,0212	0,0336	0,0548	0,0313	2.159.852,7418	1.644.468,6667
Adubação (AD)	1	0,6633*	0,3700*	1,6960*	2,6467*	1.556.069,3930 ^{NS}	12.361.090,6667*
P*AD	1	0,0092 ^{NS}	0,0024 ^{NS}	0,0726 ^{NS}	0,0782 ^{NS}	7.719.263,1430 ^{NS}	12.763.333,5000*
Resíduo (b)	10	0,0087	0,0199	0,0147	0,0413	1.726.787,9810	1.016.338,5833
¹ C.V. a (preparo)		12,44	12,82	12,73	7,24	13,76	14,46
¹ C.V. b (adubação)		7,98	9,86	6,59	8,32	12,30	11,37
² Média geral		1,17	1,43	1,84	2,44	10.683,00	8.865,00

*Significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade; ^{NS} não significativo;

¹ C.V.: coeficiente de variação (%);

²As médias de altura de plantas estão expressas em m; diâmetro do caule, em cm e estande de plantas, em plantas ha⁻¹.

As médias referentes à altura de plantas, diâmetro do caule e estande final em função dos métodos de preparo do solo estão apresentadas na Tabela 12. No primeiro plantio, verificou-se que houve diferença significativa entre os tratamentos para altura de plantas, com a maior média observada no preparo convencional, com 1,25 m. O revolvimento do solo na área com preparo mecanizado modificou as condições físicas e promoveu maior aeração do solo, o que favoreceu o desenvolvimento das plantas de mandioca. Os sistemas de preparo do solo, que resultam em menor densidade na camada superficial, proporcionam maior crescimento das plantas (PEQUENO e outros, 2007).

Como não ocorre mobilização do solo no preparo tradicional, exceto no momento da abertura das covas e no momento da colheita, as condições físicas deste solo, como maior compactação e maior densidade de partículas, comparado ao solo arado e gradeado, podem afetar o desenvolvimento do sistema radicular da mandioca, comprometendo o desenvolvimento da parte aérea e reduzindo a altura de plantas.

Tabela 12 - Altura de plantas, diâmetro do caule e estande de plantas de mandioca em função do preparo do solo, em dois cultivos sucessivos, no município de Cândido Sales – BA.

Características	Preparo do solo	
	Tradicional	Convencional
-----Cultivo 1 (2010/2012)-----		
Altura de plantas (m)	1,08 b	1,25 a
Diâmetro do caule (cm)	1,78 a	1,90 a
Estande (plantas ha ⁻¹)	10.012 a	11.354 a
-----Cultivo 2 (2012/2014)-----		
Altura de plantas (m)	1,39 a	1,47 a
Diâmetro do caule (cm)	2,49 a	2,40 a

Médias seguidas por uma mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

O sistema sem revolvimento do solo pode predispor a cultura da mandioca a severas restrições físicas ao crescimento das suas raízes tuberosas e raízes de absorção (WATANABE e outros, 2002). Em condições de excessiva resistência à penetração, as raízes liberam compostos químicos, tais como o ácido abscísico, na corrente transpiratória, inibindo o crescimento e desenvolvimento das plantas (ISMAIL; DAVIES, 1998).

Não existem relatos sobre qual seria a altura ideal das plantas de mandioca (ALBUQUERQUE e outros, 2012). Entretanto, plantas mais altas favorecem o manejo da cultura e a colheita, e também são mais suscetíveis ao acamamento (GOMES e outros, 2007). Em média, a altura da variedade Platinão, em experimentos conduzidos no município de Vitória da Conquista, foi em torno de 2,03 m (RAMOS, 2007) e 1,56 m (SOARES, 2011). De acordo com Rós (2013), a altura das plantas de mandioca é um fator importante tanto no manejo da cultura quanto na escolha de espécies para consórcio.

O diâmetro do caule não foi influenciado pelos métodos de preparo do solo, com valores variando de 1,78 a 1,90 cm, no primeiro cultivo e 2,9 a 2,4 cm, no segundo cultivo (Tabela 12). A mandioca é propagada vegetativamente, por meio de manivas-sementes, que são frações do caule (rama). O diâmetro de caule, juntamente com o estado sanitário e a idade das plantas podem ser considerados como indicadores de qualidade do material de plantio. Maiores valores de diâmetro podem indicar que as manivas possuem maiores quantidades de reservas nutritivas, resultando em desenvolvimento inicial mais vigoroso das plantas (SAGRILO e outros, 2007).

Na Tabela 13, encontram-se os valores médios de altura de plantas, diâmetro do caule e estande de plantas de mandioca em função da adubação. As maiores médias de altura de plantas e diâmetro do caule, em ambos os cultivos, foram obtidas nos sistemas nos quais houve calagem e adubação NPK, com 1,33 m de altura e 2,11 cm de diâmetro, aos 21 MAP (agosto de 2012) e 1,55 m de altura e 2,78 cm de diâmetro, aos 21 MAP (agosto de

2014). Esse comportamento, possivelmente, está relacionado à capacidade da planta em aumentar a produção de massa verde em resposta às maiores quantidades de nutrientes disponíveis no solo.

Tabela 13 - Altura de plantas, diâmetro do caule e estande de plantas de mandioca em função da adubação, em dois cultivos sucessivos, no município de Cândido Sales – BA.

Características	Adubação NPK	
	Sem	Com
-----Cultivo 1 (2010/2012)-----		
Altura de plantas (m)	1,00 b	1,33 a
Diâmetro do caule (cm)	1,57 b	2,11 a
Estande (plantas ha ⁻¹)	10.428 a	10.938 a
-----Cultivo 2 (2012/2014)-----		
Altura de plantas (m)	1,31 b	1,55 a
Diâmetro do caule (cm)	2,11 b	2,78 a

Médias seguidas por uma mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

A adubação é uma das principais tecnologias usadas para aumentar a produtividade das culturas. Diversos trabalhos também relatam incremento na altura das plantas de mandioca com o aumento da disponibilidade de potássio (RÓS, 2013), nitrogênio (CARDOSO JUNIOR e outros, 2005) e fósforo no solo (GOMES e outros, 2005). Em experimento conduzido em Vitória da Conquista – BA, Cardoso Júnior e outros (2005) observaram que o aumento de dose de nitrogênio proporcionou maiores alturas de plantas de mandioca. Segundo os autores, esse comportamento, possivelmente, está relacionado à capacidade da planta em aumentar a produção de matéria verde em resposta às maiores quantidades de nitrogênio disponíveis no solo.

Gomes e outros (2005) relataram aumento no diâmetro do caule de plantas de mandioca com o aumento da disponibilidade de fósforo no solo,

atingindo o máximo valor para esta característica, quando foi utilizada a dose de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅. A aplicação de fertilizantes torna-se necessária porque a planta de mandioca extrai grandes quantidades de nutrientes do solo (TERNES, 2002), principalmente potássio e nitrogênio, que em cultivos sucessivos e sem reposição desses nutrientes, pode acarretar esgotamento dos solos, reduzindo o desenvolvimento e a produtividade da cultura.

Da mesma forma, Pereira e outros (2012), estudando doses de fósforo, observaram aumento significativo tanto na altura de plantas quanto no diâmetro do caule, evidenciando a resposta da planta, na formação da parte aérea, ao ser submetida à adubação fosfatada. Fermont e outros (2010) relataram que a aplicação de fertilizante NPK promoveu o crescimento da planta de mandioca e resultou em maior cobertura do solo, reduzindo a concorrência com as plantas daninhas.

Com exceção do segundo cultivo, em que não foi verificada diferença significativa entre os métodos de preparo do solo para altura de plantas, verificou-se que o método de preparo e a adubação proporcionaram maior altura de plantas, assim como maior produtividade de parte aérea, o que já era esperado. Verificou-se, portanto, correlação entre a altura de plantas e a produtividade de parte aérea, no primeiro ($r = 0,90^*$) e no segundo cultivo ($r = 0,60^*$). Resultados semelhantes foram obtidos por Gomes e outros (2007), Otsubo e outros (2008) e Vieira e outros (2014).

A produtividade de parte aérea está relacionada, principalmente, com a produção de material de plantio e o potencial forrageiro para aproveitamento na alimentação animal, uma vez que essa parte da planta possui alto conteúdo de proteína bruta (DANTAS e outros, 2010; HISANO e outros, 2013) e ótima aceitabilidade pelos animais.

Verificou-se, ainda, correlação entre diâmetro do caule e produtividade de raízes ($r = 0,71^*$, no primeiro cultivo e $r = 0,54^*$, no segundo cultivo); diâmetro do caule e produtividade de parte aérea ($r = 0,89^*$, no primeiro cultivo e $r = 0,69^*$, no segundo cultivo); diâmetro do caule e altura de plantas ($r = 0,94^*$, no primeiro cultivo e $r = 0,85^*$, no

segundo cultivo). Fasinmirin e Reichert (2011) relatam que características como altura de plantas, produção de parte aérea, número de hastes e comprimento de raiz têm grande contribuição na produtividade de raízes de mandioca. Os autores verificaram correlação negativa entre diâmetro do caule e produtividade de raiz tuberosa.

Observa-se, na Tabela 14, que, no segundo cultivo, o estande final de plantas de mandioca foi influenciado pelo tipo de preparo do solo e pelo manejo da adubação. Quando o plantio foi feito sob preparo tradicional (sem utilização do arado e da grade), não foi observada diferença entre os tratamentos sem e com adição de calcário e adubo, com 6.922 e 6.898 plantas ha⁻¹, respectivamente. Entretanto, quando o preparo do solo foi convencional (com utilização do arado e da grade), o plantio com adubação proporcionou maior média para estande final, com 12.269 plantas ha⁻¹, o que corresponde a um aumento de aproximadamente 31,0% no número de plantas. A operação de mecanização, por meio da aração e gradagem, aliada à maior disponibilidade de nutrientes no solo, fornecidos pela adição do calcário e adubo, possibilitaram melhor desenvolvimento inicial do sistema radicular das plantas, proporcionando um melhor estabelecimento das plantas no campo.

Tabela 14 - Estande final (plantas ha⁻¹) de mandioca em função do preparo do solo e adubação, durante o segundo cultivo (2012/2014), no município de Cândido Sales – BA.

Preparo do solo	Adubação NPK	
	Sem	Com
Tradicional	6.922 Ba	6.898 Ba
Convencional	9.375 Ab	12.269 Aa

Médias seguidas por uma mesma letra minúscula, na linha, e maiúscula, na coluna, não diferem entre si, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Tanto no plantio sem adubação quanto no plantio com adubação, pode-se observar que o preparo convencional do solo permitiu maior número de plantas do que o preparo tradicional (Tabela 14). Possivelmente, o revolvimento e a descompactação das camadas superficiais do solo, no preparo convencional, facilitaram a brotação da maniva-mãe e o crescimento das plantas, resultando em maior estande.

Verificou-se correlação positiva entre estande e produtividade de raízes tuberosas ($r = 0,57^*$, no primeiro cultivo e $r = 0,73^*$, no segundo cultivo), produtividade de parte aérea ($r = 0,39^*$, no primeiro cultivo e $r = 0,60^*$, no segundo cultivo), índice de colheita ($r = 0,43^*$, no segundo cultivo), produtividade de amido ($r = 0,73^*$) e produtividade de farinha ($r = 0,56^*$, no primeiro cultivo e $r = 0,73^*$, no segundo cultivo).

De modo geral, no presente trabalho, o preparo convencional do solo e o uso do calcário e adubação química proporcionaram maiores produtividades, quando comparados ao cultivo sob preparo manual, na ausência de fertilizante.

4.2 Características químicas do solo

A análise de variância mostrou efeito significativo ($p \leq 0,05$) de métodos de preparo para o pH do solo, no segundo cultivo de mandioca. Houve efeito significativo de adubação para todas as características químicas do solo, nos dois cultivos, exceto para os níveis de fósforo e CTC a pH 7,0, no primeiro cultivo. Verificou-se efeito da interação preparo x adubação somente para o fósforo, no segundo cultivo (Tabela 15).

Tabela 15 - Resumo da análise de variância, coeficientes de variação e média geral dos atributos químicos de um solo cultivado com mandioca, em dois cultivos sucessivos: cultivo 1 (2010/2012) e cultivo 2 (2012/2014), no município de Cândido Sales – BA.

F.V.	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS					
		pH (H ₂ O)		Fósforo		Potássio	
		Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 1	Cultivo 2
Blocos	5	0,09942 ^{NS}	0,02742 ^{NS}	1,18542 ^{NS}	3,97500 ^{NS}	0,00395 ^{NS}	0,00175 ^{NS}
Preparo (P)	1	0,02042 ^{NS}	0,12042*	0,09375 ^{NS}	0,66667 ^{NS}	0,00015 ^{NS}	0,00135 ^{NS}
Resíduo (a)	5	0,04167	0,01142	0,26875	1,74167	0,00096	0,00062
Adubação (AD)	1	2,40667*	2,28167*	0,26042 ^{NS}	3,37500*	0,00667*	0,00602*
P*AD	1	0,02042 ^{NS}	0,01500 ^{NS}	0,01042 ^{NS}	2,04167*	0,00167 ^{NS}	0,00135 ^{NS}
Resíduo (b)	10	0,03004	0,04333	0,18542	0,33333	0,00122	0,00032
¹ C.V. a (preparo)		4,40	2,36	27,34	52,79	20,10	27,41
¹ C.V. b (adubação)		3,73	4,60	22,71	23,09	22,63	19,80
² Média geral		4,64	4,53	1,90	2,5	0,15	0,09

*Significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade; ^{NS} não significativo;

¹ C.V.: coeficiente de variação (%);

²As médias dos teores de fósforo estão expressas em mg dm⁻³ e potássio, em cmol_c dm⁻³.

Tabela 15 (continuação). Resumo da análise de variância, coeficientes de variação e média geral dos atributos químicos de um solo cultivado com mandioca, em dois cultivos sucessivos: cultivo 1 (2010/2012) e cultivo 2 (2012/2014), no município de Cândido Sales – BA.

F.V.	G.L.	Cálcio		Magnésio		Soma de Bases Trocáveis	
		Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 1	Cultivo 2
Blocos	5	0,12169 ^{NS}	0,05475 ^{NS}	0,09610 ^{NS}	0,07235*	0,49075 ^{NS}	0,25975 ^{NS}
Preparo (P)	1	0,00510 ^{NS}	0,00667 ^{NS}	0,00094 ^{NS}	0,01260 ^{NS}	0,01042 ^{NS}	0,06000 ^{NS}
Resíduo (a)	5	0,13285	0,03317	0,03094	0,01035	0,27467	0,07875
Adubação (AD)	1	3,48844*	2,47042*	1,28344*	0,94010*	9,37500*	6,72042*
P*AD	1	0,00510 ^{NS}	0,00667 ^{NS}	0,03010 ^{NS}	0,01760 ^{NS}	0,05042 ^{NS}	0,00042 ^{NS}
Resíduo (b)	10	0,07752	0,03629	0,02777	0,02760	0,19171	0,11367
¹ C.V. a (preparo)		38,12	28,57	21,05	16,67	26,88	20,79
¹ C.V. b (adubação)		29,12	29,88	19,95	27,22	22,45	24,97
² Média geral		0,96	0,64	0,84	0,61	1,95	1,35

*Significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade; ^{NS} não significativo;

¹ C.V.: coeficiente de variação (%);

²As médias dos teores de cálcio, magnésio e somas de bases estão expressas em cmol_c dm⁻³.

Tabela 15 (continuação). Resumo da análise de variância, coeficientes de variação e média geral dos atributos químicos de um solo cultivado com mandioca, em dois cultivos sucessivos: cultivo 1 (2010/2012) e cultivo 2 (2012/2014), no município de Cândido Sales – BA.

F.V.	G.L.	Hidrogênio		Alumínio		Saturação por Alumínio	
		Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 1	Cultivo 2
Blocos	5	0,06892 ^{NS}	0,63410 ^{NS}	0,07742 ^{NS}	0,04035 ^{NS}	213,70000 ^{NS}	226,1167 ^{NS}
Preparo (P)	1	0,03375 ^{NS}	0,17510 ^{NS}	0,00167 ^{NS}	0,04594 ^{NS}	6,00000 ^{NS}	35,04167 ^{NS}
Resíduo (a)	5	0,03100	0,13360	0,03117	0,01919	66,77500	63,54167
Adubação (AD)	1	1,45042*	8,10844*	2,80167*	3,72094*	5.735,0417*	9.009,375*
P*AD	1	0,00167 ^{NS}	0,01260 ^{NS}	0,01042 ^{NS}	0,05510 ^{NS}	28,16667 ^{NS}	54,0000 ^{NS}
Resíduo (b)	10	0,12629	0,10277	0,01879	0,05727	38,30417	138,31250
¹ C.V. a (preparo)		4,98	8,15	24,21	14,36	27,13	18,05
¹ C.V. b (adubação)		10,06	7,15	18,80	24,81	20,54	26,63
² Média geral		5,53	4,49	0,73	0,96	30,13	44,17

*Significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade; ^{NS} não significativo;

¹ C.V.: coeficiente de variação (%);

²As médias dos teores de hidrogênio e alumínio estão expressas em cmol_c dm⁻³ e a saturação por alumínio, em %.

Tabela 15 (continuação). Resumo da análise de variância, coeficientes de variação e média geral dos atributos químicos de um solo cultivado com mandioca, em dois cultivos sucessivos: cultivo 1 (2010/2012) e cultivo 2 (2012/2014), no município de Cândido Sales – BA.

79

F.V.	G.L.	CTC Efetiva		CTC a pH 7,0		Saturação por Bases	
		Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 1	Cultivo 2
Blocos	5	0,21592 ^{NS}	0,14735 ^{NS}	0,23450 ^{NS}	0,91075 ^{NS}	93,26667 ^{NS}	68,10000 ^{NS}
Preparo (P)	1	0,00375 ^{NS}	0,00094 ^{NS}	0,01500 ^{NS}	0,15042 ^{NS}	10,66667 ^{NS}	15,04167 ^{NS}
Resíduo (a)	5	0,15025	0,03269	0,24225	0,19967	37,71667	20,86667
Adubação (AD)	1	1,92667*	0,44010*	0,03375 ^{NS}	4,77042*	2.242,6667*	2.090,667*
P*AD	1	0,01500 ^{NS}	0,06510 ^{NS}	0,02667 ^{NS}	0,13500 ^{NS}	13,50000 ^{NS}	0,0000 ^{NS}
Resíduo (b)	10	0,14383	0,02210	0,14571	0,08571	32,00833	31,30833
¹ C.V. a (preparo)		14,47	7,81	7,92	6,57	19,86	22,42
¹ C.V. b (adubação)		14,16	6,42	6,14	4,31	18,30	27,46
² Média geral		2,68	2,31	6,21	6,80	30,92	20,38

*Significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade; ^{NS} não significativo;

¹ C.V.: coeficiente de variação (%);

²As médias dos teores de CTC efetiva e CTC a pH7,0 estão expressas em $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ e a saturação por bases, em %.

Analisando as propriedades químicas do solo, na camada de 0-20 cm, verificou-se que não houve diferença significativa entre os sistemas de preparo para todas as características químicas do solo no primeiro cultivo de mandioca (Tabela 16). Moreti e outros (2007), em um Latossolo Vermelho de cerrado e Pereira e outros (2009), em um Latossolo Amarelo, cultivado com soja em sistema solteiro e consorciado com a *Brachiaria decumbens*, também não observaram diferenças entre os métodos de preparo sobre os atributos químicos do solo.

Lourente e outros (2011) verificaram que o solo sob o sistema convencional de manejo, em relação ao plantio direto, apresentou médias estatisticamente menores, para as variáveis pH, MO, Ca, K, SB, CTC e V, sendo que, sob plantio direto, o solo apresentou fertilidade adequada, à exceção do teor de fósforo. Os autores relatam que o maior teor de nutrientes no sistema de plantio direto pode estar associado ao não revolvimento do solo, à manutenção de cobertura de resíduos das culturas sobre o solo e à reciclagem dos nutrientes pelas plantas.

Tabela 16 - Atributos químicos do solo em função dos métodos de preparo, em dois cultivos sucessivos de mandioca, no município de Cândido Sales – BA.

Preparo do solo	pH (H ₂ O)	P mg dm ⁻³	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	S.B.	CTCefet	CTC pH	V	m
										7,0		
-----cmol _c dm ⁻³ -----												
Cultivo 1 (2010/2012)												
Tradicional	4,67 a	1,96 a	0,16 a	0,97 a	0,84 a	0,72 a	3,50 a	1,97 a	2,69 a	6,19 a	31,58 a	29,63 a
Convencional	4,62 a	1,83 a	0,15 a	0,94 a	0,83 a	0,74 a	3,57 a	1,93 a	2,67 a	6,24 a	30,25 a	30,63 a
Cultivo 2 (2012/2014)												
Tradicional	4,60 b	-	0,098 a	0,65 a	0,63 a	0,92 a	4,40 a	1,40 a	2,32 a	6,72 a	21,17 a	42,96 a
Convencional	4,86 a	-	0,083 a	0,62 a	0,59 a	1,01 a	4,57 a	1,30 a	2,31 a	6,88 a	19,58 a	45,38 a

Médias seguidas por uma mesma letra, na coluna, dentro de cada cultivo, não diferem entre si, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

No segundo cultivo, verificou-se diferença significativa entre os sistemas de preparo somente para o pH do solo. As outras características não apresentaram variação (Tabela 16), com exceção do fósforo, que foi influenciado tanto pelo preparo quanto pela adubação e está apresentado na Tabela 18.

Após quatro anos de cultivo de mandioca, constatou-se que o pH variou de 4,60, no sistema tradicional, para 4,86, no sistema convencional (Tabela 16), semelhante, entretanto, ao valor determinado na análise antes da instalação do experimento, que foi de 4,8. Maior incorporação do calcário, ao longo do perfil promovido pelo arado de disco, bem como a incorporação dos resíduos vegetais do solo com o arado e a grade podem ter contribuído para o aumento do pH no sistema convencional, no segundo cultivo da mandioca. Maior contato entre calcário e solo favoreceu maior reação do corretivo e, por isso, este tratamento apresentou valor de pH mais elevado. Por outro lado, a não movimentação do solo, no sistema tradicional de plantio, promoveu modificações lentas na acidez do solo em função do acúmulo de corretivos na sua superfície. De acordo com Ciotta e outros (2002), estas modificações ocorrem de forma gradual, a partir da superfície do solo, e afetam tanto a disponibilidade de nutrientes quanto o processo de acidificação do solo.

Os métodos de preparo do solo influenciam a eficiência das práticas de adubação e calagem, atuando na distribuição dos nutrientes e outros elementos no perfil do solo (CARBALLO, 2004). Preparos com menor mobilização favorecem o acúmulo de nutrientes na camada superficial do solo (SIDIRAS; PAVAN, 1985), enquanto que os sistemas que mobilizam o solo mais intensamente proporcionam distribuição mais uniforme dos nutrientes na camada arável (PEREIRA e outros, 2009).

Diversos autores afirmam que devido à baixa solubilidade e à baixa mobilidade dos materiais corretivos utilizados e dos produtos da reação do calcário, a ação da calagem, realizada superficialmente em áreas sem incorporação, normalmente fica restrita às camadas superficiais do solo

(CAIRES e outros 1998; PAVAN; OLIVEIRA, 2000), contribuindo pouco em alterar os valores de pH do solo nas camadas mais profundas. Mello e outros (2003) enfatizam que o calcário em superfície sem incorporação corrige a acidez, aumentando o pH e elevando os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} trocáveis do solo até a profundidade de 0,05 m e, em menor grau, na camada de 0,05 – 0,15 m.

Oliveira e outros (2001), avaliando os efeitos de sistemas de preparo em algumas propriedades químicas de um solo cultivado com mandioca, verificaram que os sistemas com mínima mobilização do solo proporcionaram maiores teores de P disponível, Ca^{2+} e K^+ e menores teores de Mg^{2+} na camada superficial do solo. Nas demais camadas, os autores verificaram que não ocorreram diferenças significativas entre os preparos nas duas épocas de amostragem. Pauletti e outros (2005), estudando a influência de diferentes métodos de preparo nos atributos químicos de um Latossolo, não verificaram diferenças nos valores de pH, acidez potencial ($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$), K^+ trocável e saturação por bases, entre os métodos de preparo do solo, nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-30 cm.

Na Tabela 17, pode-se observar que a aplicação do corretivo promoveu modificação no pH do solo, que variou de 4,33 para 4,96, no primeiro cultivo; e de 4,22 para 4,84, no segundo cultivo, na profundidade de 0-20 cm. A adição de calcário aumentou o pH do solo na profundidade de incorporação. Ao ser incorporado ao solo, os carbonatos de cálcio (CaCO_3) e de magnésio (MgCO_3) se dissolvem e reagem com a água. A dissolução de uma molécula de carbonato gera duas moléculas OH^- , que são responsáveis por neutralizar os íons H^+ , que estão sendo hidrolisados e dissociados das fontes potenciais de acidez (BOHNEN e outros, 2000). Quando as oxidrilas (OH^-) e os íons carbonato reagem neutralizando os íons H^+ , o pH do solo se eleva.

Tabela 17 - Atributos químicos de um solo cultivado com mandioca em função da calagem e adubação, em dois cultivos sucessivos, no município de Cândido Sales – BA.

Calagem/ Adubação	pH (H ₂ O)	P mg dm ⁻³	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	S.B.	CTCefet.	CTC a		
										pH 7,0	V	m
-----cmol _c dm ⁻³ -----												
-----%-----												
Cultivo 1 (2010/2012)												
Sem	4,33 b	1,79 b	0,14 b	0,58 b	0,60 b	1,07 a	3,78 a	1,33 b	2,40 b	6,17 a	21,25 b	45,58 a
Com	4,96 a	2,00 a	0,17 a	1,34 a	1,07 a	0,39 b	3,29 b	2,58 a	2,96 a	6,25 a	40,58 a	14,67 b
Cultivo 2 (2012/2014)												
Sem	4,22 b	-	0,08 b	0,32 b	0,41 b	1,36 a	5,07 a	0,82 b	2,18 b	7,25 a	11,04 b	63,54 a
Com	4,84 a	-	0,11 a	0,96 a	0,81 a	0,57 b	3,90 b	1,88 a	2,45 a	6,35 b	29,71 a	24,79 b

Médias seguidas por uma mesma letra, na coluna, dentro de cada cultivo, não diferem entre si, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Menor valor de pH no plantio sem calagem em relação ao tratamento que recebeu o corretivo, além do efeito da calagem, provavelmente, ocorreu também devido a processos de reacidificação natural do solo, originado pela absorção de cátions básicos pela mandioca ou pela mineralização de resíduos vegetais e orgânicos na camada superficial do solo ou pelo empobrecimento de bases por lixiviação, segundo Cassol e Anghinoni (1995) e Cravo e outros (2012).

Silva Junior e outros (2012), ao estudar os efeitos de diferentes sistemas de manejo de culturas e uso da terra nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho, na região norte do Pará, obtiveram valores de pH entre 4,3 e 5,4, na profundidade de 0-20 cm, na área cultivada com mandioca, após dois anos de exploração. Segundo Souza e outros (2009), a acidez do solo afeta pouco o desenvolvimento das plantas de mandioca comparadas com outras culturas, sendo que a faixa favorável de pH está entre 5,5 a 6,5, na qual os nutrientes encontram-se em disponibilidade máxima ou adequada.

Como efeitos do uso do calcário, além da correção da acidez do solo, Alvarez e Ribeiro (1999) destacam o estímulo à atividade microbiana do solo e o aumento da disponibilidade da maioria dos nutrientes para as plantas, além do fornecimento de cálcio e magnésio. Tal prática, portanto, é fundamental para a melhoria do ambiente radicular das plantas e condição primária para ganhos de produtividade nos solos.

Verificou-se correlação positiva entre pH do solo e produtividade de raízes tuberosas ($r = 0,59$, no primeiro cultivo e $r = 0,43$, no segundo cultivo) e pH do solo e produtividade de parte aérea ($r = 0,77$, no primeiro cultivo e $r = 0,61$, no segundo cultivo), indicando que quanto maior os valores de pH do solo maiores serão as produtividades de raízes e de parte aérea da mandioca.

A adubação também proporcionou alterações nos teores de fósforo e potássio (Tabela 17). No primeiro cultivo, o fósforo apresentou aumento de 11,73% e o potássio de 21,43%. No segundo cultivo, o potássio aumentou

37,50% e as variações no teor de fósforo estão apresentadas na Tabela 26, pois houve influência tanto dos métodos de preparo do solo quanto da calagem e adubação. Pode-se observar, entretanto, que os teores de P e K⁺ trocável são considerados baixos em todos os tratamentos avaliados (Tabelas 16 e 17), mesmo com uso da adubação.

O teor de P disponível no solo aumentou na área adubada, tanto pela aplicação do adubo NPK quanto pela adição de calcário. A aplicação de calcário no solo promove a elevação do pH e consequente desprotonação das hidroxilas (OH⁻) da fração orgânica e das superfícies das argilas (NOVAIS; SMYTH, 1999). Os íons OH⁻ podem deslocar para a solução do solo o fósforo adsorvido, como complexos de esfera-interna nos óxidos de ferro e alumínio, aumentando, assim, a quantidade desse nutriente em formas disponíveis para as plantas (BOHNEN e outros, 2000). Silva Junior e outros (2012) encontraram valores de P no solo variando de 1,6 a 3,6 mg dm⁻³ e K⁺ de 0,05 a 0,06 cmol_c dm⁻³, no cultivo de mandioca, e consideraram estes valores abaixo do ideal para a cultura.

Os teores de cálcio e magnésio também sofreram alterações com a calagem e adubação, obtendo-se aumentos de 131,03% de Ca²⁺ e 78,33% de Mg²⁺, no primeiro cultivo e 200% de Ca²⁺ e 95,56% de Mg²⁺, no segundo cultivo de mandioca (Tabela 17). À medida que o calcário se dissolve no solo, libera Ca²⁺ e Mg²⁺, que são adsorvidos nas cargas negativas da matéria orgânica, argilas e óxidos (BOHNEN e outros, 2000). Assim, a calagem aumenta a quantidade desses cátions na fase sólida e na solução do solo, o que melhora a disponibilidade desses nutrientes para as plantas.

Com o incremento nos teores de Ca²⁺ e Mg²⁺, a soma de bases e a saturação por bases (V) também foram elevadas (Tabela 17). Os valores de SB apresentaram incremento de 93,98% e 129,97% com uso da calagem e adubação, no primeiro e segundo cultivo, respectivamente. A saturação por bases aumentou de 21,25%, no plantio sem adubação, para 40,58%, no plantio com adubação, no primeiro cultivo, e de 11,04% no plantio sem adubação para 29,71%, no plantio com adubação, no segundo cultivo. Houve

incremento de 90,96% no primeiro cultivo e 169,11%, no segundo cultivo (Tabela 17).

À medida que os íons H^+ são neutralizados pela adição de calcário, os sítios de trocas do solo, nas superfícies dos minerais e da matéria orgânica, são ocupados pelas cátions Ca^{2+} e Mg^{2+} , aumentando, assim, a saturação de bases do complexo de troca de cátions (BOHNEN e outros, 2000). Assim, os maiores efeitos da calagem nos valores de saturação por bases, foram decorrentes da movimentação de Ca^{2+} e Mg^{2+} no perfil do solo (SORATTO; CRUSCIOL, 2008). Matias e outros (2009) também verificaram elevação nos valores de SB e V em decorrência da prática de correção e adubação na camada arável até 0,20 m. O efeito positivo da calagem na elevação do pH, dos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e redução da acidez potencial (Al^{3+} e H^+) também foram verificados por Araújo e outros (2009), Silva Junior e outros (2012) e Cravo e outros (2012).

A CTC efetiva, conseqüentemente, apresentou comportamento semelhante, variando de $2,40 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, no plantio sem calagem e adubação, para $2,96 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, no plantio com calagem e adubação, no primeiro cultivo. No segundo cultivo, variou de $2,18 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para $2,45 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, com adição do calcário e adubo (Tabela 17).

Com relação aos teores de H^+ e Al^{3+} no solo, o tratamento sem calagem apresentou maiores valores, tanto no primeiro quanto no segundo cultivo de mandioca. Resposta semelhante foi verificada para o valor da saturação por alumínio (Tabela 17). Este resultado é atribuído à aplicação de calcário ao solo. A calagem é uma prática fundamental para reduzir as perdas pela fixação do fósforo por ferro e alumínio, como também reduzir a acidez do solo, propiciando um ambiente mais favorável ao desenvolvimento das plantas.

A maioria dos solos das regiões tropicais e subtropicais é ácido e apresenta teores elevados de alumínio trocável (CIOTTA e outros, 2004; COSTA; ROSOLEM, 2007). O Al^{3+} em solução pode causar precipitação de fosfatos adicionados ao solo (McBRIDE, 1994). A elevação do pH do solo

pela calagem aumenta a concentração e a atividade dos íons OH^- em solução e promove a precipitação do Al^{3+} trocável, reduzindo a precipitação de P com esse metal, aumentando a sua disponibilidade às plantas (McBRIDE, 1994; NOVAIS; SMYTH, 1999; SOUZA e outros, 2006).

Verificou-se correlação positiva entre a produtividade de raízes e os teores de cálcio ($r = 0,67^*$, no primeiro cultivo e $r = 0,56^*$, no segundo cultivo); magnésio ($r = 0,62^*$, no primeiro cultivo e $r = 0,38^*$, no segundo cultivo) e soma de bases ($r = 0,65^*$, no primeiro cultivo e $r = 0,48^*$, no segundo cultivo). Não foi verificada correlação entre produtividade de raízes e teores de fósforo e potássio no solo, no primeiro cultivo. No segundo cultivo, houve correlação entre produtividade de raízes e o teor de fósforo ($r = 0,36$), e não houve correlação com o teor de potássio.

Houve correlação negativa entre a produtividade de raiz e os teores de alumínio ($r = -0,63^*$, no primeiro cultivo e $r = -0,55^*$, no segundo cultivo); hidrogênio ($r = -0,43^*$, no primeiro cultivo e $r = -0,39^*$, no segundo cultivo) e saturação por alumínio ($r = -0,64^*$, no primeiro cultivo e $r = -0,54^*$, no segundo cultivo), indicando que quanto maior esses teores no solo, menor será a produtividade de raízes tuberosas de mandioca.

Mesmo com a adubação, não houve aumento significativo dos teores de P e K^+ no solo que contribuíssem de forma significativa na produtividade de raízes tuberosas, no primeiro cultivo. Porém, pode-se verificar grande modificação na produtividade de raízes em função do aumento na disponibilidade de Ca^{2+} e Mg^{2+} e da redução do teor de alumínio e da acidez do solo, por meio da aplicação de calcário. A produtividade de raízes tuberosas de mandioca aumentou de $5,61 \text{ t ha}^{-1}$ para $11,64 \text{ t ha}^{-1}$ e de $9,06 \text{ t ha}^{-1}$ para $20,77 \text{ t ha}^{-1}$ com uso da calagem e adubação, no primeiro e segundo cultivos, respectivamente (Tabela 3), o que demonstra que estas alterações na fertilidade do solo afetaram, de forma positiva, o rendimento de raízes.

Na Tabela 18 está apresentado o teor de fósforo em função dos sistemas de preparo do solo e da adubação, durante o segundo cultivo. Verificou-se que não houve diferença entre os dois sistemas de preparo do

solo, quando a mandioca foi cultivada sem adubação e nem com adubação. Dentro do sistema tradicional de plantio, não foi possível verificar diferença significativa entre os tratamentos sem e com adubação e dentro do sistema convencional, a adubação aumentou o teor de fósforo no solo comparado ao tratamento sem adubação. Isso se deve ao fato de que no sistema convencional o calcário adicionado ao solo foi incorporado por meio da gradagem. A correção da acidez do solo na profundidade de incorporação contribuiu para reduzir as perdas pela fixação do fósforo por ferro e alumínio, aumentando a disponibilidade desse elemento no solo.

Tabela 18 - Teor de fósforo (mg dm^{-3}) de um solo cultivado com mandioca, em função do preparo e adubação, durante o segundo cultivo (2012/2014), no município de Cândido Sales – BA.

Preparo do solo	Adubação NPK	
	Sem	Com
Tradicional	2,25 Aa	2,42 Aa
Convencional	2,00 Ab	3,33 Aa

Médias seguidas por uma mesma letra minúscula, na linha, e maiúscula, na coluna, não diferem entre si, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

4.3 Características físicas do solo

O efeito dos sistemas de preparo sobre a densidade do solo nas profundidades amostradas, no primeiro e no segundo cultivo de mandioca, não foi significativo, conforme verificado na Tabela 19. Foram obtidas médias de 1,23; 1,22 e 1,27 g cm^{-3} nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-30 cm, respectivamente, no primeiro cultivo; e médias de 1,20; 1,22 e 1,27 g cm^{-3} nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm, respectivamente, no segundo cultivo, concordando com os resultados obtidos por Oliveira e outros (2001). Lourente e outros (2011) também não verificaram efeito

significativo dos sistemas de manejo sobre a densidade de um Latossolo Vermelho, que variou entre 1,10 g cm⁻³ e 1,14 g cm⁻³.

As operações de aração e gradagem, durante o preparo do solo, realizado no início do primeiro e do segundo cultivo, no sistema convencional de plantio, possivelmente não foram suficientes para promover diferenças significativas na densidade, comparadas ao sistema tradicional de plantio, no qual não houve revolvimento do solo. Possivelmente, o tempo de implantação dos sistemas de cultivo de mandioca não foi suficiente para promover grandes alterações na densidade do solo.

Verificou-se, ainda, de modo geral, que a densidade na camada superficial (0-10 cm), nos dois sistemas de preparo do solo, apresentou valor menor do que nas camadas mais profundas (10-20 e 20-30), provavelmente pelo fato de esta ser mais influenciada pela operação de confecção dos sulcos, no sistema convencional e apresentar maior quantidade de matéria orgânica (Tabela 19).

Tabela 19 - Densidade (g cm⁻³) de um Latossolo Amarelo, em três profundidades, submetido a diferentes sistemas de preparo, em dois cultivos sucessivos de mandioca, no município de Cândido Sales – BA.

Profundidades (cm)	Preparo do solo	
	Tradicional	Convencional
-----Cultivo 1 (2010/2012)-----		
0-10	1,23 a	1,22 a
10-20	1,24 a	1,20 a
20-30	1,28 a	1,26 a
-----Cultivo 2 (2011/2012)-----		
0-10	1,19 a	1,20 a
10-20	1,23 a	1,20 a
20-30	1,26 a	1,28 a

Médias seguidas por uma mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste t, a 5% de probabilidade.

Fontenele e outros (2009) verificaram que os sistemas de plantio direto e o preparo convencional não causaram diferenças na densidade do solo, variando de 1,43 a 1,51 g cm⁻³ no sistema de plantio direto e de 1,43 a 1,56 g cm⁻³ no sistema convencional. Segundo os autores, a ausência de diferenças entre o sistema de plantio direto e o sistema convencional de longo período de cultivo, em área de cerrado nativo, pode estar relacionada com o tempo de adoção do plantio direto, apenas três anos, considerado pequeno para manifestar alterações. Llanillo e outros (2006) relatam que diferenças na densidade do solo em comparações a manejos com mais de 15 anos são mais consistentes, pois registram os efeitos cumulativos na porosidade total, compactação, desenvolvimento de pé-de-arado, desenvolvimento de fauna do solo e distribuição da matéria orgânica.

Estudando o efeito dos sistemas de preparo de solo para a implantação da cultura da mandioca sobre as propriedades físicas de um Argissolo Vermelho, Silva e outros (2008) relataram que, na fase inicial do estabelecimento da cultura, o plantio convencional resultou em menor densidade, com média de 1,41 g cm⁻³, maior macroporosidade e porosidade total do solo, em comparação aos outros sistemas de preparo do solo. Aos 15 meses do plantio da mandioca, os autores verificaram que o sistema convencional de preparo do solo, com 1,39 g cm⁻³, apresentou densidade semelhante a do plantio direto, com 1,43 g cm⁻³.

Quanto ao teor de umidade do solo, não foi verificada diferença significativa entre os sistemas de preparo em nenhuma das profundidades amostradas (Tabela 20). No primeiro cultivo, a umidade média na profundidade de 0-10 cm foi de 4,95%; na profundidade de 10-20 cm foi de 7,26% e na profundidade de 20-30 cm, 7,39%. No segundo cultivo, verificou-se média de 12,28%, na primeira camada; 9,93%, na segunda camada e 9,6%, na terceira camada.

Tabela 20 - Umidade (%) de um Latossolo Amarelo, em três profundidades, submetido a diferentes sistemas de preparo, em dois cultivos de mandioca, no município de Cândido Sales – BA.

Profundidades (cm)	Preparo do solo	
	Tradicional	Convencional
-----Cultivo 1 (2010/2012)-----		
0-10	5,00 a	4,89 a
10-20	7,20 a	7,32 a
20-30	7,24 a	7,54 a
-----Cultivo 2 (2012/2014)-----		
0-10	12,52 a	12,04 a
10-20	9,90 a	9,95 a
20-30	9,50 a	9,70 a

Médias seguidas por uma mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste t, a 5% de probabilidade.

Os resultados da resistência mecânica do solo à penetração, obtidos com o penetrômetro de impacto, estão apresentados na Figura 7. Não foi verificada diferença significativa entre os sistemas de preparo do solo para esta característica, nos dois cultivos de mandioca, em todas as profundidades avaliadas. Como discutido anteriormente, o curto período de tempo de implantação dos sistemas de cultivo não foi suficiente para promover alterações significativas nas propriedades físicas do solo, como também observado para densidade e umidade.

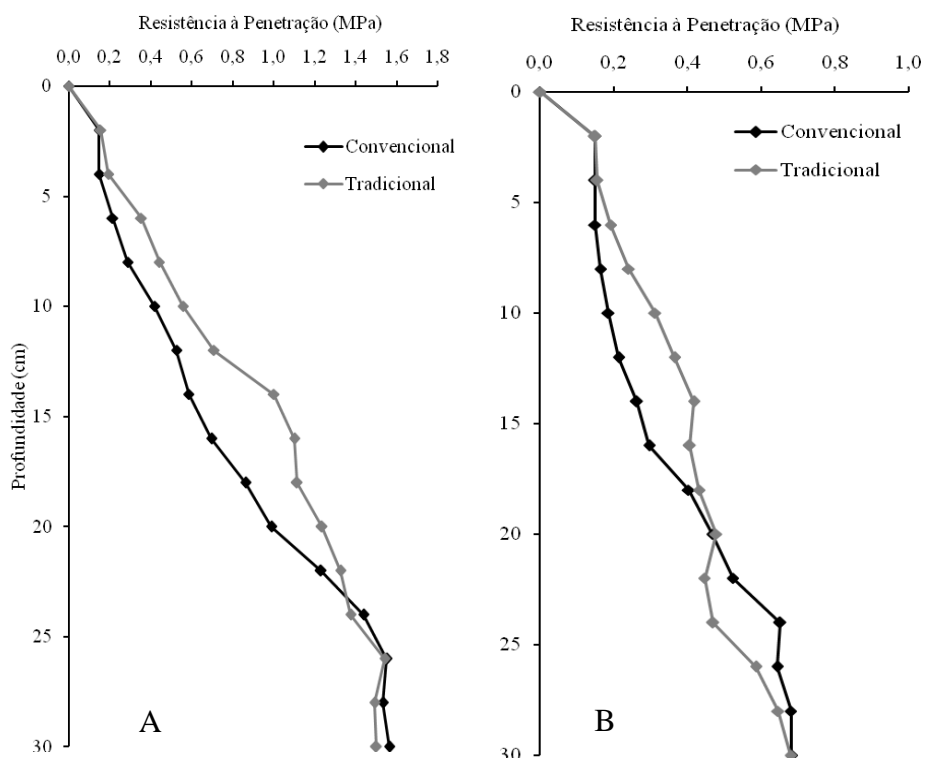


Figura 7 - Resistência à penetração de um Latossolo Amarelo cultivado com mandioca, sob dois métodos de preparo, em dois cultivos sucessivos: 2010-2012 (A) e 2012-2014 (B), no município de Cândido Sales – BA.

Pode-se observar, ainda, uma tendência de redução dos valores de resistência à penetração do primeiro (Figura 7A) para o segundo cultivo (Figura 7B). Provavelmente, essa redução está associada ao teor de umidade do solo no momento em que foi feita a coleta dos dados, uma vez que a umidade do solo é considerada um dos fatores que contribui para alterar os valores da resistência do solo à penetração, no momento da determinação. Como pode ser observado na Tabela 20, existe também uma tendência de aumento dos valores de umidade do solo do primeiro para o segundo cultivo, ao longo das profundidades. Segundo Silveira e outros (2010), quando o solo apresenta baixo conteúdo de água, suas partículas apresentam-se mais coesas

e difíceis de serem separadas por qualquer força externa, justificando os resultados encontrados.

Apesar da resistência do solo à penetração ser afetada pelos atributos físicos, tais como densidade, umidade e pelo tipo de solo, neste estudo, não foi verificada correlação entre a resistência à penetração e à densidade do solo, no primeiro cultivo, em todas as profundidades avaliadas. No segundo cultivo, a resistência correlacionou-se de forma positiva ($r = 0,39$) com a densidade, apenas na profundidade 20,0-30,0 cm. Não houve correlação entre a resistência à penetração e à umidade do solo, nas três profundidades, em todos os cultivos.

Tormena e outros (2002), em Latossolo Vermelho cultivado com mandioca, no Paraná, obtiveram valores de resistência à penetração, na camada 0,0-5,0 cm, de 4,0 MPa em plantio direto; 2,5 MPa em preparo mínimo e 2,0 MPa em preparo convencional, com umidade do solo em torno de $0,15 \text{ kg kg}^{-1}$. Osunbitan e outros (2005) verificaram variações significativas na resistência do solo à penetração, com diferentes métodos de preparo de um solo agilo-arenoso, no sudoeste da África. Estes autores registraram maior resistência ($0,61 \text{ kg cm}^{-2}$) no solo cultivado em plantio direto e menor valor ($0,15 \text{ kg cm}^{-2}$) no preparo onde se utilizou maior revolvimento do solo.

Observou-se ainda tendência de aumento dos valores de RP com o aumento da profundidade do solo, atingindo resistência máxima na camada de 20-30 cm, em ambos os sistemas de preparo, nos dois cultivos (Figura 7). No preparo convencional, a resistência máxima (1,54 MPa) atingiu a profundidade de 26,0 cm, no primeiro cultivo e 28,0 e 30,0 cm, no segundo cultivo, com 0,68 MPa. No sistema tradicional de plantio, a RP máxima foi de 1,54 MPa, na profundidade de 26,0 cm e 0,68 MPa, na profundidade de 30,0 cm. Esse comportamento pode estar relacionado com a umidade, considerando que pequenas alterações no conteúdo de água determinam variações na resistência à penetração (SILVEIRA e outros, 2010). A mesma tendência foi verificada por Martins e outros (2002), em um Latossolo

Vermelho distrófico, sob quatro povoamentos florestais, em Lavras, Minas Gerais.

Os maiores valores de RP ocorrem, geralmente, abaixo da camada trabalhada, indicando a presença de “pé-de-arado” e podem ser atribuídos à presença de horizontes com maior acúmulo de argila (CORTEZ e outros, 2011). Ribon e outros (2003) também verificaram maior resistência do solo na profundidade de 20-30 cm com o uso de arado de discos, concordando com os resultados obtidos neste trabalho.

Mesmo apresentando valores mais elevados de RP nessas profundidades, os sistemas de cultivo de mandioca, da forma em que foram manejados neste estudo, não ofereceram resistência significativa e impeditiva ao desenvolvimento radicular das plantas de mandioca com efeito restritivo sobre o aumento da produtividade de raízes tuberosas. Não houve correlação significativa entre a resistência à penetração e à produtividade de raízes tuberosas, nas três profundidades avaliadas nos dois cultivos.

Arshad e outros (1996) sugerem que valores acima de 2,0 Mpa limitam o crescimento das raízes das plantas e abaixo de 1,0 Mpa, a resistência é considerada pequena. Os valores médios de resistência mecânica à penetração, em todas as camadas avaliadas no presente estudo, apresentaram-se abaixo do valor crítico citado por esses autores.

A resistência do solo à penetração é uma das características físicas do solo que exprime o grau de compactação e, conseqüentemente, a facilidade de penetração das raízes no solo. Elevados valores de resistência à penetração podem constituir-se em impedimentos para as culturas pelo fato de afetar diretamente o crescimento das raízes e, conseqüentemente, a absorção de água e nutrientes pelas plantas, além de estabelecer mecanismos não-hidráulicos de controle da taxa de condutância estomática, da fotossíntese e da produção de fotoassimilados (PASSIOURA, 1991; TORMENA e outros, 2004).

A mandioca é, frequentemente, cultivada em solos de textura média a arenosa, com baixos teores de nutrientes e matéria orgânica, entretanto,

essa planta apresenta elevada sensibilidade à compactação do solo (TORMENA e outros, 2004), de forma que os sistemas de manejo que contribuem para redução da densidade, aumento da porosidade e, conseqüentemente, redução da resistência do solo à penetração, favorecem o crescimento e desenvolvimento das raízes tuberosas (CAVALIERI e outros, 2006; HOWELER e outros, 1993).

4.4 Levantamento fitossociológico de plantas daninhas

A comunidade de plantas daninhas presente no cultivo de mandioca caracterizou-se pela diversidade da flora infestante. Foram identificadas 31 espécies, classificadas em 25 gêneros e 11 famílias, como pode ser observado na Tabela 21. A família mais representativa quanto ao número de espécies foi a Malvaceae, com nove espécies, seguida da Poaceae, com seis e Fabaceae, com cinco. Nessas três famílias, estão contidas aproximadamente 65% do total de espécies daninhas encontradas no plantio de mandioca.

Em menores quantidades, foram identificadas também espécies das famílias Asteraceae, Portulacaceae, Rubiaceae, Amarantaceae, Euphorbiaceae, Lamiaceae, Molluginaceae e Passifloraceae.

Tabela 21 - Relação de plantas daninhas, distribuídas por famílias e espécies, identificadas em lavoura de mandioca, no município de Cândido Sales – BA.

Família	Nome científico	Nome vulgar
Amaranthaceae	<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze	Sempre-viva
Asteraceae	<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze	Carrapicho-rasteiro
	<i>Blainvillea biaristata</i> DC.	Picão-grande
Euphorbiaceae	<i>Croton glandulosus</i> L.	Gervão-branco
	<i>Aeschynomene denticulata</i> Rudd	Angiquinho
	<i>Chamaecrista rotundifolia</i> (Benth.) H. S. Irwin & Barneby	Erva-de-coração
Fabaceae	<i>Macroptilium atropurpureum</i> (Sessé & Moc. Ex DC.) Urb.	Siratiro
	<i>Stylosanthes viscosa</i> (L.) Sw	Alfafa-do-campo
	<i>Zornia reticulata</i> Sm.	Erva-de-ovelha
Lamiaceae	<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit	Bamburral
	<i>Malvastrum coromandelianum</i> (L.) Garcke	Guanxuma
	<i>Pavonia cancellata</i> (L.) Cav.	Malva-rasteira
	<i>Pavonia sidifolia</i> Kunth	Malva-vassoura
	<i>Sida cordifolia</i> L.	Malva-branca
Malvaceae	<i>Sida glasiiovii</i> K. Schum.	Guanxuma-branca
	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Guanxuma
	<i>Sida</i> spp	Malva
	<i>Sidastrum micranthum</i> (A. St-Hill.) Fryxell	Guanxuma
	<i>Walteria indica</i> L.	Malva-branca
Molluginaceae	<i>Mollugo verticillata</i> L.	Capim-tapete
Passifloraceae	<i>Passiflora cincinnata</i> Mast.	Maracujá-do-mato
	<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P. Beauv.	Gramma-São-Carlos
	<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	Capim-braquiária
	<i>Brachiaria plantaginea</i> (Link)	Capim-marmelada
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Capim-carrapicho
	<i>Digitaria decumbens</i> Stent.	Capim-pangola
	<i>Setaria vulpiseta</i> (Lam.) Roem. & Schult.	Capim-rabo-de-raposa
	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Beldroega
Portulacaceae	<i>Portulaca umbraticola</i> Kunth	Beldroega-de-sombra
	<i>Diodella teres</i> (Walter) Small	Mata-pasto
Rubiaceae	<i>Richardia scabra</i> L.	Poaia-do-cerrado

A maioria das famílias encontradas neste trabalho ocorre em cultivos de mandioca em todo o Brasil (ALBUQUERQUE e outros, 2014). Os autores relataram uma comunidade composta por 27 espécies de plantas daninhas, distribuídas em 21 gêneros e oito famílias, em Boa Vista – RR. Em Minas Gerais, Albuquerque e outros (2008) verificaram a ocorrência de 37 espécies daninhas na cultura da mandioca, predominando as famílias Poaceae e Amaranthaceae.

Scariot e outros (2013) verificaram que a comunidade infestante presente na área cultivada com mandioca, no Paraná, foi composta por nove famílias e 12 espécies, com as famílias Asteraceae e Poaceae apresentando o maior número de espécies. No levantamento realizado por Soares e outros (2015), em Vitória da Conquista – BA, foram identificadas 38 espécies, distribuídas em 32 gêneros e 14 famílias. No mesmo município, Cardoso e outros (2013) relataram a presença de 23 espécies de plantas daninhas, agrupadas em 10 famílias. Assim, pode-se observar a grande diversidade da comunidade de plantas daninhas presentes na cultura da mandioca nas diferentes regiões de cultivo.

Quanto aos índices fitossociológicos das plantas daninhas, verificaram-se comportamentos diferentes, tanto das épocas de avaliação quanto nos sistemas de plantio da mandioca (Tabelas 22, 23, 24 e 25).

Aos 180 dias após o plantio (DAP), observou-se a ocorrência de 519 plantas daninhas, das quais 55,5% foram verificadas no preparo tradicional e 44,5% estavam presentes no preparo convencional (Tabelas 22 e 23). Dentre as espécies identificadas na mandioca cultivada sob preparo do solo manual (Tabela 22), a *Diodella teres*, com 21 indivíduos, e a *Passiflora cincinnata*, com 16 indivíduos, foram predominantes na área sem adubação, enquanto que a *Portulaca oleracea* destacou-se na área com adubação, sendo a espécie mais numerosa da comunidade infestante, com 115 indivíduos.

Tabela 22 - Número de indivíduos (NI), frequência relativa (Fr), densidade relativa (Dr), abundância relativa (Ar), índice de valor de importância (IVI) e massa seca (MSPDN) das principais espécies daninhas encontradas na mandioca cultivada sob preparo tradicional, sem e com adubação, aos 180 DAP, no município de Cândido Sales – BA.

Espécies	Sem adubação						Com adubação					
	NI	Fr (%)	Dr (%)	Ar (%)	IVI (%)	MSPDN (g m ⁻²)	NI	Fr (%)	Dr (%)	Ar (%)	IVI (%)	MSPDN (g m ⁻²)
<i>Acanthospermum australe</i>	3	5,88	4,23	6,28	16,39	17,52	10	8,77	4,61	4,43	17,81	212,36
<i>Aeschynomene denticulata</i>	2	2,94	2,82	8,38	14,14	0,96	2	1,75	0,92	4,43	7,10	1,16
<i>Alternanthera brasiliana</i>	-	-	-	-	-	-	1	1,75	0,46	2,21	4,43	12,40
<i>Blainvillea biaristata</i>	3	2,94	4,23	12,57	19,74	0,84	22	5,26	10,14	16,23	31,64	90,80
<i>Brachiaria plantaginea</i>	3	2,94	4,23	12,57	19,74	0,36	3	1,75	1,38	6,64	9,78	1,00
<i>Cenchrus echinatus</i>	-	-	-	-	-	-	4	5,26	1,84	2,95	10,06	6,60
<i>Chamaecrista rotundifolia</i>	4	5,88	5,63	8,38	19,90	8,28	9	7,02	4,15	4,98	16,15	24,68
<i>Diodella teres</i>	21	17,65	29,58	14,66	61,89	12,04	14	15,79	6,45	3,44	25,68	18,32
<i>Mollugo verticillata</i>	-	-	-	-	-	-	1	1,75	0,46	2,21	4,43	2,00
<i>Passiflora cincinnata</i>	16	23,53	22,54	8,38	54,44	130,40	3	1,75	1,38	6,64	9,78	46,80
<i>Pavonia cancellata</i>	2	5,88	2,82	4,19	12,89	3,84	16	5,26	7,37	11,81	24,44	18,48
<i>Portulaca oleracea</i>	-	-	-	-	-	-	115	21,05	53,00	21,22	95,26	144,28
<i>Richardia scabra</i>	8	8,82	11,27	11,17	31,26	29,12	4	5,26	1,84	2,95	10,06	17,20
<i>Sida rhombifolia</i>	-	-	-	-	-	-	2	1,75	0,92	4,43	7,10	1,24
<i>Sida spp</i>	2	5,88	2,82	4,19	12,89	1,84	5	7,02	2,30	2,77	12,09	12,88
<i>Walteria indica</i>	6	14,71	8,45	5,03	28,18	23,36	6	8,77	2,76	2,66	14,19	15,60
<i>Zornia reticulata</i>	1	2,94	1,41	4,19	8,54	0,56	-	-	-	-	-	-
Total	71	100	100	100	300	229,12	217	100	100	100	300	625,80

A *Diodella teres*, de ocorrência generalizada em todos os tratamentos, foi considerada a espécie mais importante no preparo manual sem adubação (Tabela 22), comparada com as demais espécies de plantas daninhas, em razão do alto índice de valor de importância (61,89%), com destaque para a densidade relativa (29,58%) e abundância relativa (14,66%).

A *Diodella teres* é uma espécie herbácea anual, que vegeta áreas de pastagens e de lavouras anuais ou perenes, formando uma população bastante densa e agressiva (KISSMANN; GROTH, 2000). No trabalho de Cardoso e outros (2013), esta espécie foi considerada a quarta mais importante infestando a cultura da mandioca, aos 35, 70 e 105 dias após o plantio. Foi mencionada também como uma das principais infestantes na cultura da mandioca por Soares e outros (2015), em levantamento fitossociológico realizado em Vitória da Conquista – BA.

A espécie *Passiflora cincinnata*, conhecida popularmente como maracujá-do-mato, foi a espécie mais frequente na área sem adubação (Tabela 22), com frequência relativa de 23,53%, e apresentou também maior acúmulo de massa seca ($130,4 \text{ g m}^{-2}$) em relação às outras espécies, o que corresponde a aproximadamente 57% da massa seca total das plantas daninhas identificadas nesse tratamento. Esta planta desenvolve-se nos mais diversos tipos de solo e apresenta adaptação às condições edafoclimáticas locais e elevada tolerância à seca, o que explica a frequência com a qual foi encontrada no cultivo de mandioca e o elevado acúmulo de biomassa. O acúmulo de massa seca constitui-se em um bom indicador para avaliar a capacidade adaptativa de uma planta daninha a um determinado ambiente (VICENSI e outros, 2011).

O maracujá-do-mato é uma espécie silvestre e perene, nativa da região semiárida do Nordeste brasileiro (KILL e outros, 2010). Há poucos relatos dessa espécie em lavouras de mandioca, no Brasil. Entretanto, apesar de ter apresentado alto índice de valor de importância (54,44%) (Tabela 22) e, portanto, ser considerada uma planta daninha que pode competir e causar danos à cultura da mandioca, essa planta é importante para diversas famílias

na região. Os frutos são muito apreciados na alimentação humana, sendo explorados de forma extrativista e comercializados em feiras livres.

No plantio com adubação (Tabelas 22 e 23), a espécie *Portulaca oleracea* apresentou os maiores valores de frequência relativa, densidade relativa, abundância relativa e índice de valor de importância, não sendo detectada na área sem adubação, em todas as duas épocas de coleta. Tal ocorrência está relacionada principalmente com a maior disponibilidade de nutrientes no solo, pela adição de calcário e adubo NPK, que favoreceu o estabelecimento e o desenvolvimento dessa planta daninha na área, uma vez que a espécie é bastante exigente em fertilidade e umidade do solo (KISSMANN; GROTH, 2000).

A *Portulaca oleracea*, nativa da Europa Ocidental, é uma espécie daninha anual, herbácea e altamente prolífica (KISSMANN; GROTH, 2000; OKAFOR e outros, 2014), encontrada em quase todo o território nacional infestando diversas culturas como mandioca (HUZIWARA e outros, 2009; CARDOSO e outros, 2013; SOARES e outros, 2015), cana-de-açúcar (OLIVEIRA; FREITAS, 2008) e feijão (VINCENSI e outros, 2011).

Santos e outros (1998) verificaram que a competição por fósforo foi o principal mecanismo de interferência de *Portulaca oleracea* sobre a cultura da alface, em solos com baixo teor desse nutriente. Segundo os autores, a *Portulaca oleracea* aumentou a habilidade competitiva em resposta a crescentes doses de fósforo, ocasionando aumento do conteúdo total desse nutriente e diminuição nas plantas de alface.

Apesar do pouco destaque quanto aos valores de frequência, densidade e abundância relativa, a espécie *Acanthospermum australe* foi a que apresentou maior acúmulo de massa seca (212,36 g m⁻²) no plantio adubado (Tabela 22). Isso demonstra boa adaptação ao ambiente e grande capacidade competitiva em função da alta produção de biomassa, quando comparada às demais plantas daninhas. Esta espécie, juntamente com *Portulaca oleracea* (144,28 g m⁻²) e *Blainvillea biaristata* (90,80 g m⁻²) representaram cerca de 71,5% de toda a massa acumulada pelas plantas

daninhas na mandioca adubada e cultivada sob preparo tradicional, aos 180 DAP (Tabela 22). Provavelmente, a correção da acidez do solo e o fornecimento de fósforo, nitrogênio e potássio, por meio da adubação de fundação e cobertura, favoreceram o desenvolvimento dessas plantas daninhas na área.

Vincensi e outros (2011) constataram que a adubação nitrogenada em cobertura na cultura do feijão contribuiu para maior ocorrência e melhor estabelecimento de algumas espécies de plantas daninhas, conferindo-lhes alta competitividade com a cultura e, conseqüentemente, aumento no acúmulo de massa seca. À medida que aumentam a densidade e o desenvolvimento das plantas daninhas, intensifica-se a competição interespecífica e intraespecífica, de forma que aquelas mais desenvolvidas tornam-se dominantes (RADOSEVICH e outros, 1996).

Soares e outros (2015) verificaram que as espécies *Sida rhombifolia*, *Cynodon dactylon* e *Brachiaria plantaginea* foram predominantes na área de cultivo de mandioca adubada, apresentando elevado número de indivíduos e altos índices de valor de importância aos 30, 70 e 105 DAP. De acordo com esses autores, a ocorrência generalizada dessas espécies no cultivo de mandioca pode ser atribuída ao elevado potencial de infestação, uma vez que as espécies apresentam alta produção de sementes e facilidade de dispersão.

O índice de valor de importância (IVI), caracterizado pelo somatório da densidade relativa, frequência relativa e abundância relativa, aponta qual espécie tem maior influência dentro da comunidade infestante (OLIVEIRA; FREITAS, 2008), tornando-se alvo principal de controle (CARDOSO e outros 2013). Nesse contexto, a *Diodella teres* e a *Passiflora cincinnata* (no preparo tradicional sem adubação) e a *Portulaca oleracea* (no preparo tradicional com adubação) podem ser consideradas as espécies de plantas daninhas com maior capacidade de causar danos à cultura da mandioca, aos 180 DAP (Tabela 22).

No cultivo convencional sem adubação, aos 180 DAP (Tabela 23), verificaram-se diferenças na importância e na composição da comunidade

infestante, comparado ao preparo manual sem adubação. Nesse sistema de plantio, as espécies mais importantes foram: *Cenchrus echinatus*, com IVI de 83,40%; *Walteria indica*, com IVI de 67,26%; e *Richardia scabra*, com o terceiro maior IVI (60,58%) e maior acúmulo de massa seca. Tais ocorrências podem ser atribuídas ao método de preparo do solo dessa área. No preparo convencional, o revolvimento do solo contribuiu para exposição das sementes nas camadas superficiais do solo, o que proporciona condições favoráveis para a germinação e o desenvolvimento dessas plantas daninhas, tornando-as mais importantes e competitivas nesse sistema de plantio.

A prática de revolvimento do solo, independentemente do método utilizado, expõe as sementes enterradas à luz e favorece a germinação, aumentando os níveis de infestação por plantas daninhas, comparado a sistemas com características mais conservacionistas do solo (SANTOS; CURY; 2011).

Cenchrus echinatus também foi relatado por Nagahama e outros (2014), na cultura do sorgo forrageiro, aos 110 DAE. Nesse estudo, os autores verificaram que a densidade relativa, a abundância relativa e o índice de valor de importância dessa planta daninha foram de 89,0%; 82,7% e 72,1%, respectivamente, em todos os sistemas de mobilização do solo. Isso representa alta concorrência da planta daninha com a cultura, devido à sua alta competitividade e eficiência, por ser uma planta que apresenta metabolismo fotossintético C4 (NAGAHAMA e outros, 2014).

Tabela 23 - Número de indivíduos (NI), frequência relativa (Fr), densidade relativa (Dr), abundância relativa (Ar), índice de valor de importância (IVI) e massa seca (MSPDN) das principais espécies daninhas encontradas na mandioca cultivada sob preparo convencional, sem e com adubação, aos 180 DAP, no município de Cândido Sales – BA.

Espécies	Sem adubação						Com adubação					
	NI	Fr (%)	Dr (%)	Ar (%)	IVI (%)	MSPDN (g m ⁻²)	NI	Fr (%)	Dr (%)	Ar (%)	IVI (%)	MSPDN (g m ⁻²)
<i>Acanthospermum australe</i>	1	4,35	2,78	9,20	16,33	0,76	4	6,98	2,05	2,66	11,68	134,24
<i>Blainvillea biaristata</i>	-	-	-	-	-	-	2	4,65	1,03	1,99	7,67	2,64
<i>Cenchrus echinatus</i>	13	17,39	36,11	29,90	83,40	3,56	23	6,98	11,79	15,27	34,04	12,40
<i>Chamaecrista rotundifolia</i>	1	4,35	2,78	9,20	16,33	1,04	4	6,98	2,05	2,66	11,68	7,72
<i>Diodella teres</i>	1	4,35	2,78	9,20	16,33	0,08	2	4,65	1,03	1,99	7,67	3,80
<i>Macroptilium artropurpureum</i>	-	-	-	-	-	-	1	2,33	0,51	1,99	4,83	63,20
<i>Mollugo verticillata</i>	-	-	-	-	-	-	31	6,98	15,90	20,58	43,46	13,12
<i>Passiflora cincinnata</i>	1	4,35	2,78	9,20	16,33	12,40	1	2,33	0,51	1,99	4,83	3,08
<i>Pavonia cancellata</i>	2	8,70	5,56	9,20	23,45	5,04	4	6,98	2,05	2,66	11,68	3,88
<i>Portulaca oleracea</i>	-	-	-	-	-	-	79	11,63	40,51	31,47	83,61	82,00
<i>Richardia scabra</i>	8	26,09	22,22	12,27	60,58	31,92	16	11,63	8,21	6,37	26,21	29,52
<i>Sida rhombifolia</i>	-	-	-	-	-	-	4	6,98	2,05	2,66	11,68	1,04
<i>Stylosanthes viscosa</i>	-	-	-	-	-	-	1	2,33	0,51	1,99	4,83	1,32
<i>Walteria indica</i>	9	30,43	25,00	11,83	67,26	11,08	23	18,60	11,79	5,73	36,13	38,76
Total	36	100	100	100	300	65,88	195	100	100	100	300	396,72

No plantio com adubação (Tabela 23), a espécie *Portulaca oleracea*, com valor de frequência relativa menor que a espécie *Walteria indica*, apresentou os maiores índices fitossociológicos (Dr de 40,51%; Ar de 31,47% e IVI de 83,61%) e também foi a espécie com maior número de indivíduos, com 79 plantas daninhas.

Aos 420 DAP, na mandioca cultivada sob preparo tradicional sem adubação (Tabela 24), verificou-se a presença de 200 plantas daninhas, distribuídas em 10 espécies. Dentre as espécies identificadas nesse sistema de plantio, a *Diodella teres* (114 indivíduos) demonstrou boa adaptação e agressividade e destacou-se com valores mais elevados em todos os parâmetros fitossociológicos, com Fr de 22,22%, Dr de 57,0%, Ar 33,93% e IVI de 113,15%, bastante superior às demais espécies.

O *Acanthospermum australe*, com 46 indivíduos, apresentou Dr de 23,0%; Ar de 27,38% e IVI de 61,49%. Considerando a participação das duas principais espécies dentro desse sistema de plantio de mandioca, constatou-se que as mesmas respondem por aproximadamente 58,0% do total das espécies, em termos de índice de valor de importância (Tabela 24).

Tabela 24 - Número de indivíduos (NI), frequência relativa (Fr), densidade relativa (Dr), abundância relativa (Ar), índice de valor de importância (IVI) e massa seca (MSPDN) das principais espécies daninhas encontradas na mandioca cultivada sob preparo do solo tradicional, sem e com adubação, aos 420 DAP, no município de Cândido Sales – BA.

Espécies	Sem adubação						Com adubação					
	NI	Fr (%)	Dr (%)	Ar (%)	IVI (%)	MSPDN (g m ⁻²)	NI	Fr (%)	Dr (%)	Ar (%)	IVI (%)	MSPDN (g m ⁻²)
<i>Acanthospermum australe</i>	46	11,00	23,00	27,38	61,49	104,40	7	7,69	1,79	1,49	10,97	102,27
<i>Althernantera brasiliana</i>	1	5,56	0,50	1,19	7,25	39,12	2	5,13	0,51	0,64	6,28	295,16
<i>Axonopus compressus</i>	-	-	-	-	-	-	65	2,56	16,62	41,47	60,66	131,60
<i>Blainvillea biaristata</i>	-	-	-	-	-	-	18	10,26	4,60	2,87	17,73	385,76
<i>Brachiaria decumbens</i>	-	-	-	-	-	-	8	2,56	2,05	5,10	9,71	110,00
<i>Chamaecrista rotundifolia</i>	11	5,56	5,50	13,10	24,15	77,44	16	5,13	4,09	5,10	14,32	103,20
<i>Croton glandulosus</i>	-	-	-	-	-	-	8	12,82	2,05	1,02	15,89	373,28
<i>Digitaria decumbens</i>	-	-	-	-	-	-	2	2,56	0,51	1,28	4,35	2,16
<i>Diodella teres</i>	114	22,22	57,00	33,93	113,15	466,48	96	15,38	24,55	10,21	50,15	721,96
<i>Malvastrum coromandelianum</i>	4	5,56	2,00	4,76	12,32	29,28	6	5,13	1,53	1,91	8,58	148,36
<i>Passiflora cincinnata</i>	8	22,22	4,00	2,38	28,60	487,92	2	2,56	0,51	1,28	4,35	142,80
<i>Pavonia cancellata</i>	3	11,11	1,50	1,79	14,40	352,19	3	2,56	0,77	1,91	5,25	30,64
<i>Portulaca oleracea</i>	-	-	-	-	-	-	144	12,82	36,83	18,38	68,02	469,29
<i>Richardia scabra</i>	10	5,56	5,00	11,90	22,46	27,28	5	5,13	1,28	1,60	8,00	1,32
<i>Setaria vulpiseta</i>	1	5,56	0,50	1,19	7,25	65,68	5	2,56	1,28	3,19	7,03	4,36
<i>Sida cordifolia</i>	2	5,56	1,00	2,38	8,94	6,12	3	2,56	0,77	1,91	5,25	0,52
<i>Sidastrum micranthum</i>	-	-	-	-	-	-	1	2,56	0,26	0,64	3,46	10,12
Total	200	100	100	100	300	1.655,91	391	100	100	100	300	3.032,80

Alcântara e Carvalho (1983), ao avaliar a composição florística de plantas daninhas em mandiocais da região Mineradora de Diamantina, Minas Gerais, verificaram que *Acanthospermum australe*, *Diodella teres* e *Sida rhombifolia* foram as espécies mais frequentes, aparecendo em todas as amostragens realizadas, o que demonstra serem estas as espécies que mais causaram danos na área levantada.

A espécie *Passiflora cincinnata* obteve o terceiro maior valor de IVI (28,65%) e foi uma das espécies mais frequentes na área sem adubação, com Fr de 22,22% (Tabela 24). Apesar do pouco destaque quanto aos valores de densidade relativa e abundância relativa, as espécies *Passiflora cincinnata* e *Pavonia cancellata*, juntamente com a *Diodella teres* foram as que apresentaram maiores acúmulos de massa seca no plantio sem adubação, com 487,92 g m⁻², 104,40 g m⁻² e 466,48 g m⁻², respectivamente, demonstrando grande adaptação ao ambiente e boa capacidade competitiva em função da alta produção de biomassa, quando comparada às demais plantas daninhas.

Essas três espécies representaram juntas cerca de 79,0% de toda a massa acumulada pelas plantas daninhas na mandioca, nesse sistema de plantio. O rápido acúmulo de biomassa dessas plantas daninhas pode resultar em aumento na demanda e, conseqüentemente, maior absorção de nutrientes pelas raízes, tornando-as mais competitivas com a mandioca (VICENSI e outros, 2011), o que pode reduzir a produtividade da cultura.

Albuquerque e outros (2008) verificaram que a convivência da mandioca com as plantas daninhas, durante os primeiros 100 dias de instalação da cultura, reduziu a produtividade em mais de 90% em relação à mantida no limpo, cuja produtividade foi de 21,75 t ha⁻¹.

No cultivo de mandioca com adubação e preparo tradicional (Tabela 24), as espécies *Portulaca oleracea*, *Axonopus compressus* e *Diodella teres* apresentaram alternância entre os maiores índices fitossociológicos, sendo que a *Diodella teres* apresentou os maiores valores para frequência relativa (15,38%), enquanto que a *Portulaca oleracea* e *Axonopus compressus*

apresentaram os maiores valores de densidade (36,83%) e abundância relativa (41,87%), refletindo bem o observado visualmente na lavoura de mandioca, com plantas de *Portulaca oleracea* e *Axonopus compressus* concentradas em determinados pontos da área (em reboleiras).

Axonopus compressus é uma gramínea que se reproduz por sementes e/ou multiplica-se vegetativamente, o que aumenta seu poder de disseminação e colonização em diferentes ambientes (MACIEL e outros (2010). Originária da América do Sul, é uma planta perene, herbácea, rizomatosa e estolonífera, que forma densa cobertura sobre o solo, geralmente com 15-30 cm de altura (KISSMANN; GROTH, 2000; LORENZI, 2008). A ocorrência de *Axonopus compressus* na área com adubação pode ser atribuída ao seu elevado potencial de infestação, uma vez que a espécie apresenta alta produção de sementes e facilidade de dispersão. Desenvolve-se bem em solos arenosos e úmidos e apresenta excelente resposta a solos com boa fertilidade, tornando-se muito agressiva e competitiva (LORENZI, 2008).

A presença de espécies da família Poaceae é relatada em diversos levantamentos de plantas daninhas realizados na cultura da mandioca (ALBUQUERQUE e outros, 2014; CARDOSO e outros, 2013; SOARES e outros, 2015), da cana-de-açúcar (OLIVEIRA; FREITAS, 2008; GALON e outros, 2011), do feijão (TAVARES e outros, 2013) e do pinhão-manso (FEY e outros, 2013), com grande agressividade e diversidade de espécies.

Observou-se, ainda, que os maiores acúmulos de biomassa, no plantio de mandioca com adubação (Tabela 24), foram registrados nas espécies *Diodella teres*, *Portulaca oleracea*, *Croton glandulosus* e *Blainvillea biaristata*, totalizando 1.950,29 g m⁻², o que corresponde a 64,31% de toda a massa acumulada pelas plantas daninhas presentes nessa área. Dentre essas espécies, apenas a *Diodella teres* foi encontrada nas duas áreas (com e sem adubação). As demais ocorreram somente na mandioca adubada.

No cultivo de mandioca com preparo mecanizado sem adubação, aos 420 DAP (Tabela 25), foram coletados 120 indivíduos, pertencentes a 15 espécies. Dentre as espécies identificadas, a *Richardia scabra*, com 61 indivíduos, apresentou maiores valores para frequência relativa (18,75%), densidade relativa (50,83%), abundância relativa (27,17%) e índice de valor de importância (96,75%) em relação às demais espécies. A espécie *Diodella teres* apresentou o segundo maior índice de valor de importância (45,58%) nesse sistema de plantio, sendo que a densidade relativa (17,50%) e a abundância relativa (18,71%) foram os índices fitossociológicos que mais contribuíram para maior IVI da *Diodella teres*.

No plantio com adubação (Tabela 25), foram coletados 255 indivíduos e identificadas 18 espécies de plantas daninhas, das quais se destacaram: a *Diodella teres*, que apresentou os maiores valores para Fr (11,90%), Dr (34,90%), Ar (20,99%) e IVI (67,80%), além do maior número de indivíduos (89); a *Portulaca oleracea*, com maiores Dr (22,35%), Ar (16,81%) e IVI (48,68%); e o *Axonopus compressus*, com valores maiores para Dr (11,42%), Ar (17,31%) e IVI (33,60%).

Tabela 25 - Número de indivíduos (NI), frequência relativa (Fr), densidade relativa (Dr), abundância relativa (Ar), índice de valor de importância (IVI) e massa seca (MSPDN) das principais espécies daninhas encontradas na mandioca cultivada sob preparo convencional, sem e com adubação, aos 420 DAP, no município de Cândido Sales – BA.

Espécies	Sem adubação						Com adubação					
	NI	Fr (%)	Dr (%)	Ar (%)	IVI (%)	MSPDN (g m ⁻²)	NI	Fr (%)	Dr (%)	Ar (%)	IVI (%)	MSPDN (g m ⁻²)
<i>Acanthospermum australe</i>	6	6,25	5,00	8,02	19,27	59,70	11	4,76	4,31	6,49	15,56	113,68
<i>Aeschynomene denticulata</i>	1	3,12	0,83	2,67	6,63	0,36	-	-	-	-	-	-
<i>Axonopus compressus</i>	-	-	-	-	-	-	29	4,76	11,37	17,10	33,24	489,60
<i>Blainvillea biaristata</i>	-	-	-	-	-	-	1	2,38	0,39	1,18	3,95	89,36
<i>Chamaecrista rotundifolia</i>	2	6,25	1,67	2,67	10,59	11,71	3	2,38	1,18	3,54	7,10	19,60
<i>Croton glandulosus</i>	9	12,50	7,50	6,01	26,01	486,13	15	9,52	5,88	4,42	19,83	542,16
<i>Diodella teres</i>	21	9,37	17,50	18,71	45,58	534,80	89	11,90	34,90	20,99	67,80	449,28
<i>Hyptis suaveolens</i>	-	-	-	-	-	-	3	4,76	1,18	1,77	7,71	55,08
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	1	3,12	0,83	2,67	6,63	7,40	1	2,38	0,39	1,18	3,95	20,00
<i>Malvastrum coromandelianum</i>	2	6,25	1,67	2,67	10,59	59,28	1	2,38	0,39	1,18	3,95	44,80
<i>Mollugo verticillata</i>	-	-	-	-	-	-	5	4,76	1,96	2,95	9,67	2,32
<i>Passiflora cincinnata</i>	3	6,25	2,50	4,01	12,76	176,08	2	2,38	0,78	2,36	5,52	76,24
<i>Pavonia cancellata</i>	2	6,12	1,67	5,35	10,14	0,38	4	7,14	1,57	1,57	10,28	137,01
<i>Pavonia sidifolia</i>	-	-	-	-	-	-	1	2,38	0,39	1,18	3,95	0,52
<i>Portulaca oleracea</i>	-	-	-	-	-	-	57	9,52	22,35	16,81	48,68	210,76
<i>Portulaca umbraticola</i>	-	-	-	-	-	-	7	2,38	2,75	8,26	13,38	2,68
<i>Richardia scabra</i>	61	18,75	50,83	27,17	96,75	301,28	17	9,52	6,67	5,01	21,20	116,20
<i>Setaria vulpiseta</i>	3	6,25	2,50	4,01	12,76	67,28	7	11,90	2,75	1,65	16,30	731,68
<i>Sida cordifolia</i>	3	6,25	2,50	4,01	12,76	8,04	-	-	-	-	-	-
<i>Sida glasiiovii</i>	1	3,12	0,83	2,67	6,63	0,18	-	-	-	-	-	-
<i>Sida rhombifolia</i>	3	6,25	2,50	4,01	12,76	26,68	-	-	-	-	-	-
<i>Sidastrum micranthum</i>	2	3,12	1,67	5,35	10,14	54,48	1	2,38	0,39	1,18	3,95	1,00
<i>Zornia latifolia</i>	-	-	-	-	-	-	1	2,38	0,39	1,18	3,95	0,36
Total	120	100	100	100	300	1.793,79	255	100	100	100	300	3.102,33

Com relação à massa seca, as espécies *Diodella teres*, *Croton glandulosus* e *Richardia scabra* foram as que apresentaram maior acúmulo de biomassa (73,71% do total acumulado por todas as espécies) no sistema de plantio sem adubação (Tabela 25), enquanto que as espécies *Setaria vulpiseta*, *Croton glandulosus*, *Axonopus compressus* e *Diodella teres* apresentaram maiores valores de massa seca (71,32% do total) na área adubada, demonstrando alto poder competitivo com as plantas de mandioca.

No segundo ciclo da mandioca (420 DAP), observou-se aumento no número de indivíduos e na diversidade de espécies de plantas daninhas em relação ao primeiro ciclo (180 DAP). No segundo ciclo, foram detectados 966 indivíduos, distribuídos em 26 espécies, enquanto que no primeiro ciclo foram coletadas 519 plantas daninhas, agrupadas em 19 espécies (Tabelas 22, 23, 24 e 25). Tal ocorrência possivelmente está associada ao regime de chuvas na área experimental, que influenciou o surgimento de determinadas espécies de plantas daninhas.

A primeira coleta foi realizada em maio de 2013 (Tabelas 22 e 23), período caracterizado, na região Sudoeste da Bahia, pela baixa disponibilidade hídrica, temperaturas amenas e redução do fotoperíodo. Durante esse período, muitas sementes presentes no solo estariam em estado de quiescência, que corresponde a um fenômeno provocado pela ausência ou insuficiência de um ou mais fatores externos (luminosidade, disponibilidade hídrica), necessários à germinação (CARDOSO, 2009), sendo que as chuvas que ocorreram a partir do mês de outubro de 2013 (Figura 2) contribuíram para a germinação dessas sementes.

Na segunda coleta, realizada em janeiro de 2014 (Tabelas 24 e 25), a maior precipitação, aliada à alta intensidade luminosa e temperatura mais elevadas podem ter proporcionado maior infestação de plantas daninhas na área durante este período. A ocorrência de plantas daninhas no segundo ciclo da

mandioca evidencia a elevada competição com a cultura e a necessidade do controle das plantas daninhas também nesse período.

Peressin (1997) observou redução de cerca de 20% na produtividade de raízes tuberosas, quando a cultura foi mantida em competição com plantas daninhas no segundo ciclo vegetativo. Uma parcela significativa do custo de produção de mandioca pode ser atribuída ao controle de plantas daninhas no segundo ciclo, que pode variar de acordo com as espécies infestantes e suas densidades populacionais (SOARES e outros, 2015).

De modo geral, verificou-se, ainda, maior número de indivíduos, quando o preparo do solo foi tradicional, com 879 plantas daninhas, comparado ao preparo convencional, com 606 indivíduos (Tabelas 22, 23, 24 e 25). Isso ocorreu, provavelmente, devido ao reduzido estande de plantas de mandioca nas parcelas com preparo manual, que possibilitou menor cobertura do solo, favorecendo o surgimento de mais plantas daninhas. Nessas parcelas, a população de mandioca foi 36% menor do que naquelas com preparo mecanizado (Tabelas 12 e 14). O menor número de plantas de mandioca resultou na baixa capacidade competitiva com a comunidade infestante por espaço físico, água, nutrientes e, principalmente, luminosidade, permitindo, assim, maior ocorrência de plantas daninhas por um grande período de tempo.

Maior exposição da superfície do solo, além da maior incidência luminosa, também permite maior alternância de temperaturas, o que pode estimular a germinação e o desenvolvimento de grande número de espécies de plantas daninhas (VINCENSI e outros, 2011). A presença dessas plantas na área de cultivo pode resultar em redução no número de raízes tuberosas e nos teores de massa seca e amido nas raízes de mandioca (SILVA e outros 2012).

Outro fator que pode ter contribuído para redução do número de plantas daninhas no preparo convencional foram os efeitos físicos da aração e da gradagem, que proporcionaram maior revolvimento do solo e promoveram o

enterrio das estruturas reprodutivas de algumas espécies de plantas daninhas. Feldman e outros (1997), testando quatro sistemas de manejo de solo, por um período de três anos, verificaram que o uso do arado de discos resultou num banco de sementes menor, em comparação com a semeadura direta, que apresentou banco de sementes maior e mais concentrado na camada superior do solo. Os autores concluíram que os sistemas que causam menos distúrbios ao solo favorecem à formação de um banco de sementes maior e mais diverso.

Mercante e outros (2007) verificaram que sistemas de manejo do solo em cultivos de mandioca, apesar de influenciar a densidade e a diversidade de espécies de plantas daninhas, não interferem no número de espécies. Os autores relataram ocorrência de 16 espécies, dentre as quais se destacaram: *Bidens pilosa*, *Brachiaria decumbens*, *Richardia brasiliensis*, *Sida cordifolia* e *Commelina benghalensis*.

Independentemente do método de preparo do solo, verificou-se também que, no plantio sem adubação, ocorreram 427 indivíduos, enquanto que, na presença de adubação, foram detectados 1.058 indivíduos (Tabelas 22, 23, 24 e 25). O aumento da disponibilidade de nutrientes no solo favoreceu o surgimento de novas espécies, bem como o aumento do número de indivíduos no plantio adubado. Pereira e outros (2012), ao avaliar o desenvolvimento da mandioca e plantas daninhas em resposta à adubação fosfatada, também verificaram que a aplicação do fertilizante promoveu maior crescimento das espécies avaliadas. Procópio e outros (2004), analisando a absorção e utilização de nitrogênio nas culturas da soja, feijão e plantas daninhas, verificaram que o fornecimento de N favoreceu mais as espécies de plantas daninhas do que as culturas da soja e do feijão.

De forma contrária, Vincensi e outros (2011) verificaram que a adubação nitrogenada aumentou a massa seca das plantas daninhas, porém, não interferiu no número total de indivíduos, no número de espécies e na

porcentagem de incidência de plantas daninhas na cultura do feijão. Os autores relataram que a capacidade que as plantas daninhas possuem para desenvolver-se e extrair nutrientes do solo são fatores determinantes da competitividade dessas plantas em sistemas agrícolas.

A adubação em área total tende a contribuir para maior crescimento das plantas daninhas (PEREIRA e outros, 2012). Por isso, em plantios adubados, devido à maior infestação, torna-se mais difícil o controle dessas plantas. Geralmente, é necessário maior número de capinas durante o ciclo da mandioca, tornando o sistema de cultivo mais oneroso.

O método de controle mais utilizado em pequenas áreas produtoras de mandioca na região Sudoeste da Bahia é a capina manual, realizada de acordo com a disponibilidade de mão de obra, geralmente familiar. As plantas arrancadas não são retiradas do mandiocal, contribuindo para uma nova infestação da lavoura, dificultando ainda mais o controle. De acordo com Carvalho e outros (2009), a maioria dos produtores de mandioca da região realiza de duas a seis capinas por ciclo da cultura, considerando-se que geralmente a colheita é realizada entre 18 e 24 meses após o plantio. Considerando a baixa disponibilidade e o alto custo com mão de obra, na região, a tendência no cultivo de mandioca é a redução no número de capinas durante o ciclo da cultura, o que contribui para redução também da produtividade de raízes tuberosas.

Na Nigéria, na maioria dos sistemas tradicionais de cultivo de mandioca, a capina manual é a forma de controle predominante, sendo efetuadas três capinas durante o ciclo (AGAHIU, e outros, 2012). Além disso, a mandioca é consorciada com culturas de ciclo curto como feijão-caupi, milho, bata-doce e inhame, como forma de redução da infestação de plantas daninhas, com consequente redução da frequência de capina manual na lavoura, aumento da renda e redução dos custos de produção (OLORUNMAIYE, 2011).

Verificou-se ainda, neste trabalho que, dentre as plantas daninhas mais importantes nos quatro sistemas de plantio (Tabela 21), houve predominância de espécies de folhas largas em relação às de folhas estreitas, sendo 91% das famílias pertencentes ao grupo das dicotiledôneas e 9% pertencentes ao grupo das monocotiledôneas. Tal ocorrência dificulta o controle químico das plantas daninhas no cultivo de mandioca, uma vez que não existem herbicidas seletivos registrados para aplicação em pós-emergência para o controle de dicotiledôneas nessa cultura.

Considerando-se os quatro sistemas de plantio de mandioca, nas duas épocas de avaliação (Tabelas 22, 23, 24 e 25), foram detectadas 1.485 plantas daninhas. As espécies com maior representatividade, quanto ao número de indivíduos, foram a *Diodella teres*, com 320 indivíduos; *Portulaca oleracea*, com 201 indivíduos; *Axonopus compressus*, com 94 indivíduos, *Richardia scabra*, com 78; e *Acanthospermum australe*, com 70 indivíduos. A maioria dessas espécies apresenta ciclo curto, rápida germinação e elevada produção de sementes, o que as tornam extremamente agressivas na competição com as culturas agrícolas (SOARES e outros, 2003), principalmente em ambientes com disponibilidade de nutrientes e água no solo.

Na mesma região onde foi realizado este estudo, Cardoso e outros (2013) relataram ocorrência de 1.965 plantas daninhas na lavoura de mandioca, dentre as quais se destacaram as espécies *Cynodon dactylon* (816 indivíduos), *Sida rhombifolia* (672 indivíduos) e *Acanthospermum australe* (214 indivíduos). Dentre as 25 espécies de plantas daninhas encontradas por esses autores, 12 foram também identificadas no mandiocal estudado.

Soares e outros (2015) relataram a presença de 3.413 plantas daninhas, sendo que as espécies *Sida rhombifolia* (1.147 indivíduos), *Cynodon dactylon* (490 indivíduos) e *Brachiaria plantaginea* (457 indivíduos) foram

predominantes no cultivo da mandioca, com frequência nas avaliações realizadas aos 35, 70, 105, 350, 385 e 420 DAP.

A composição das populações de plantas daninhas e o potencial competitivo de cada espécie em um agroecossistema são resultados das características edafoclimáticas e do manejo adotado na cultura (VOLL e outros, 2001; TEIXEIRA e outros, 2009), mesmo que existam muitas espécies de plantas daninhas comuns nos diferentes sistemas de produção de mandioca no Brasil.

4.5 Estudo dos custos de produção

Nas tabelas 26 e 27 estão apresentados os custos de produção de mandioca cultivada sob preparo tradicional do solo, sem e com adubação, respectivamente, no primeiro cultivo (2010/2012).

A estimativa do custo total da mandioca, cultivada sob preparo tradicional sem adubação, foi de R\$ 1.583,00 por hectare, dos quais 49,27% do total são gastos com capina manual e controle de formigas; 32,22% com preparo do solo; 10,42% com plantio; 7,58% com colheita e 0,51% com insumos (Tabela 26). Considerando-se a produtividade média de apenas 3,78 t ha⁻¹, o preço médio de R\$ 275,00 a tonelada de raízes (a preços de julho/agosto de 2012) e uma receita de R\$1.039,50 por hectare, verificou-se que o sistema de plantio de mandioca, sob preparo do solo tradicional sem adubação, não proporcionou uma produtividade suficiente para cobrir as despesas no sistema de plantio apresentado. Os elevados custos de produção, portanto, excederam a receita gerada, não proporcionando lucratividade ao produtor neste primeiro cultivo, gerando um déficit de R\$543,50 .

Como mencionado anteriormente, o sistema de plantio de mandioca na região Sudoeste da Bahia é caracterizado pelo baixo uso de tecnologias, principalmente no preparo do solo, que geralmente é feito de forma manual, com roçagem e queima da vegetação; o plantio é feito em covas, não é utilizado nenhum tipo de corretivo de solo ou adubo no momento do plantio e a produtividade média da região está em torno de 7,0 t ha⁻¹. Nos últimos anos, esses produtores de mandioca têm recebido pouco estímulo para que permaneçam na atividade. Diversos fatores tais como irregularidade das chuvas e pouca disponibilidade de capital para investir na lavoura vêm contribuindo para estabilização da produtividade em níveis reduzidos. Além desses fatores, as oscilações no preço das raízes, a baixa disponibilidade de mão de obra, a falta de assistência técnica e o aumento nos custos de produção contribuíram de forma acentuada para redução da área plantada.

Tabela 26 - Custo de produção de mandioca cultivada sob preparo tradicional sem adubação, durante o primeiro cultivo (2010/2012), no município de Cândido Sales – BA.

ESPECIFICAÇÃO	UNID	QNTDE	UNID (R\$)	TOTAL (R\$)
1. INSUMOS				
Formicida	sc 0,5 kg	1,0	8,00	8,00
Subtotal.....				8,00
Participação percentual.....				0,51
2. PREPARO DO SOLO				
Roçagem manual	d/H	3,0	30,00	90,00
Destoca	d/H	7,0	30,00	210,00
Coivara/queima	d/H	2,0	30,00	60,00
Abertura de covas	d/H	5,0	30,00	150,00
Subtotal.....				510,00
Participação percentual.....				32,22
3. PLANTIO				
Corte de manivas	d/H	1,5	30,00	45,00
Plantio	d/H	4,0	30,00	120,00
Subtotal.....				165,00
Participação percentual.....				10,42
4. TRATOS CULTURAIS E FITOSSANITÁRIOS				
Capina manual	d/H	24,0	30,00	720,00
Controle de formiga	d/H	2,0	30,00	60,00
Subtotal.....				780,00
Participação percentual.....				49,27
5. COLHEITA				
Colheita manual	d/H	4,0	30,00	120,00
Subtotal.....				120,00
Participação percentual.....				7,58
CUSTO OPERACIONAL TOTAL				1.583,00
PERCENTUAL TOTAL				100,00
RECEITA	t ha⁻¹	3,78	(R\$275,00)	1.039,50
LUCRO LÍQUIDO				-543,50

No sistema tradicional de plantio com adubação (Tabela 27), a maior parcela dos custos refere-se aos tratos culturais (31,17%), seguida dos insumos, que alcançou quase 29%. Considerando-se o custo total de R\$2.455,00 por hectare e a produtividade média de 9,55 t ha⁻¹, estima-se um custo unitário de R\$257,07 por tonelada, com lucro líquido de R\$171,25 por hectare, a preços de julho/agosto de 2012.

No sistema de preparo tradicional, a produtividade de raízes aumentou de 3,78 t ha⁻¹, no plantio sem calagem e adubação, para 9,55 t ha⁻¹ de raízes, obtida com aplicação de calcário e adubo (Tabelas 26 e 27), o que corresponde a um incremento de 5,76 t ha⁻¹ de raízes (152,65%), com aumento no investimento de R\$872,00. O lucro no preparo tradicional sem adubação foi negativo (R\$ - 543,50 por hectare) e positivo no preparo tradicional com adubação, porém, baixo (R\$171,25 por hectare). Esses resultados são decorrentes da diferença de produtividade (promovida pela adubação química), observada nos dois sistemas de plantio, uma vez que o preço de venda foi o mesmo para os dois tratamentos. Portanto, para cada R\$1,00 investido na compra do calcário e do adubo químico, obteve-se um ganho de R\$1,07.

Tabela 27 - Custo de produção de mandioca cultivada sob preparo tradicional com adubação, durante o primeiro cultivo (2010/2012), no município de Cândido Sales – BA.

ESPECIFICAÇÃO	UNID	QNTDE	UNID (R\$)	TOTAL (R\$)
1. INSUMOS				
Calcário dolomítico	sc 50 kg	20,0	6,50	130,00
Superfosfato simples	sc 50 kg	9,0	37,00	333,00
Cloreto de potássio	sc 50 kg	1,0	45,00	45,00
Ureia	sc 50 kg	2,0	40,00	80,00
Formicida	sc 0,5 kg	1,0	8,00	8,00
Subtotal.....				596,00
Participação percentual.....				28,21
2. PREPARO DO SOLO				
Roçagem manual	d/H	3,0	30,00	90,00
Destoca	d/H	7,0	30,00	210,00
Coivara/queima	d/H	2,0	30,00	60,00
Abertura de covas	d/H	5,0	30,00	150,00
Subtotal.....				510,00
Participação percentual.....				20,77
3. ADUBAÇÃO				
Aplicação de fertilizantes	d/H	4,0	30,00	120,00
Subtotal.....				120,00
Participação percentual.....				4,89
4. PLANTIO				
Corte de manivas	d/H	1,5	30,00	45,00
Plantio	d/H	4,0	30,00	120,00
Subtotal.....				165,00
Participação percentual.....				6,72
5. TRATOS CULTURAIS E FITOSSANITÁRIOS				
Capina manual	d/H	24,0	30,00	720,00
Controle de formiga	d/H	2,0	30,00	60,00
Subtotal.....				780,00
Participação percentual.....				31,17
6. COLHEITA				
Colheita manual	d/H	10,0	30,00	300,00
Subtotal.....				300,00
Participação percentual.....				12,22
CUSTO OPERACIONAL TOTAL				2.455,00
PERCENTUAL TOTAL				100,00
RECEITA		t ha⁻¹	9,55	(R\$275,00)
LUCRO LÍQUIDO				171,25

Nas tabelas 28 e 29 estão apresentados os custos de produção da mandioca cultivada sob preparo convencional sem adubação e com adubação, respectivamente, no primeiro cultivo (2010/2012).

Verificou-se que, no preparo convencional sem adubação (Tabela 28), o custo operacional total foi de R\$1.748,00 por hectare, tendo a mão de obra como principal componente desse custo. Considerando-se a produtividade média de 7,44 t ha⁻¹, nesse sistema de plantio, estima-se um custo unitário de R\$234,95 por tonelada, com lucro líquido de R\$298,00 por hectare, a preços de julho/agosto de 2012.

No preparo convencional com adubação (Tabela 29), o custo total de produção foi de R\$2.770,00, dos quais 28,16% foram gastos com tratos culturais e fitossanitários, principalmente capinas manuais; 25,27% foram gastos com insumos; 21,12% com preparo de solo; 15,16% com colheita; 5,96 com plantio e 4,33% com aplicação do calcário e do adubo. Considerando-se uma produtividade de raízes de 13,73 t ha⁻¹, sendo vendida a R\$275,00 a tonelada, a preços médios de julho/agosto de 2012, foi possível obter uma receita de R\$3.775,75 por hectare, com custo médio de R\$201,75 por tonelada e lucro de R\$1.005,75 por hectare. Considerando o custo operacional total de R\$2.770,00 por hectare, para cada R\$1,00 investido na compra do calcário e do adubo químico, obteve-se um ganho de R\$1,33.

Silva e Chabaribery (2006) constataram que a mão de obra para confecção dos leirões e para os tratos culturais é um dos fatores que mais elevam o custo total de produção na lavoura de mandioca. Souza e outros (2014) verificaram que a produção de raízes nos tratamentos sem adubação apresentou maior viabilidade econômica, uma vez que a aplicação de fertilizantes proporcionou um aumento no custo total de produção.

Tabela 28 - Custo de produção de mandioca cultivada sob preparo convencional sem adubação, durante o primeiro cultivo (2010/2012), no município de Cândido Sales – BA.

ESPECIFICAÇÃO	UND	QNTDE	UNID (R\$)	TOTAL (R\$)
1. INSUMOS				
Formicida	sc 0,5 kg	1,0	8,00	8,00
Subtotal.....				8,00
Participação percentual.....				0,46
2. PREPARO DO SOLO				
Roçagem	h/M	2,0	50,00	100,00
Destoca	d/H	7,0	30,00	210,00
Aração	h/M	2,0	50,00	100,00
Gradagem	h/M	1,5	50,00	75,00
Abertura de sulcos	h/M	2,0	50,00	100,00
Subtotal.....				585,00
Participação percentual.....				33,47
3. PLANTIO				
Corte de manivas	d/H	1,5	30,00	45,00
Plantio	d/H	4,0	30,00	120,00
Subtotal.....				165,00
Participação percentual.....				9,44
4. TRATOS CULTURAIS E FITOSSANITÁRIOS				
Capina manual	d/H	24,0	30,00	720,00
Controle de formiga	d/H	2,0	30,00	60,00
Subtotal.....				780,00
Participação percentual.....				44,62
5. COLHEITA				
Colheita manual	d/H	7,0	30,00	210,00
Subtotal.....				210,00
Participação percentual.....				12,01
CUSTO OPERACIONAL TOTAL				1.748,00
PERCENTUAL TOTAL				100,00
RECEITA	t ha⁻¹	7,44	(R\$275,00)	2.046,00
LUCRO LÍQUIDO				298,00

Tabela 29 - Custo de produção de mandioca cultivada sob preparo convencional com adubação, durante o primeiro cultivo (2010/2012), no município de Cândido Sales – BA.

ESPECIFICAÇÃO	UNID	QNTDE	UNID (R\$)	TOTAL (R\$)
1. INSUMOS				
Calcário	sc 50 kg	36,0	6,50	234,00
Superfosfato simples	sc 50 kg	9,0	37,00	333,00
Cloreto de potássio	sc 50 kg	1,0	45,00	45,00
Ureia	sc 50 kg	2,0	40,00	80,00
Formicida	sc 0,6 kg	1,0	8,00	8,00
Subtotal.....				700,00
Participação percentual.....				25,27
2. PREPARO DO SOLO				
Roçagem	h/M	2,0	50,00	100,00
Destoca	d/H	7,0	30,00	210,00
Aração	h/M	2,0	50,00	100,00
Gradagem	h/M	1,5	50,00	75,00
Sulcamento	h/M	2,0	50,00	100,00
Subtotal.....				585,00
Participação percentual.....				21,12
3. ADUBAÇÃO				
Aplicação de adubo	d/H	4,0	30,00	120,00
Subtotal.....				20,00
Participação percentual.....				4,33
4. PLANTIO				
Corte de manivas	d/H	1,5	30,00	45,00
Plantio	d/H	4,0	30,00	120,00
Subtotal.....				165,00
Participação percentual.....				5,96
5. TRATOS CULTURAIS E FITOSSANITÁRIOS				
Capina manual	d/H	24,0	30,00	720,00
Controle de formiga	d/H	2,0	30,00	60,00
Subtotal.....				780,00
Participação percentual.....				28,16
6. COLHEITA				
Colheita manual	d/H	14,0	30,00	390,00
Subtotal.....				390,00
Participação percentual.....				15,16
CUSTO OPERACIONAL TOTAL				2.770,00
PERCENTUAL TOTAL				100,00
RECEITA	t ha⁻¹	13,73	(R\$275,00)	3.775,75
LUCRO LÍQUIDO				1.005,75

A produção de raízes nos tratamentos com adubação apresentou maior viabilidade econômica (Tabelas 27 e 29). Cardoso Júnior e outros (2005), ao estudar o efeito de doses de nitrogênio sobre o rendimento da mandioca, em um Latossolo Amarelo, verificaram aumento na produtividade de raízes tuberosas de 17,7 t ha⁻¹ para 22,1 t ha⁻¹ com aplicação de 400 kg ha⁻¹ de N. Esse incremento de cerca de 25% na produtividade de raízes, representou um ganho de R\$3,44 para cada R\$1,00 investido na compra do adubo nitrogenado. Esses autores verificaram também aumento linear na produtividade de parte aérea da mandioca com aumento das doses de nitrogênio.

O emprego de adubos químicos pode proporcionar excelentes ganhos em produtividade de mandioca, mas nem sempre esses insumos estão disponíveis aos agricultores, por razões de indisponibilidade e preços elevados (ALVES e outros, 2012). Os autores recomendaram, no Município de Moju, Pará, a aplicação de pelo menos 200 kg ha⁻¹ da fórmula comercial 10:28:20 para obtenção de uma produtividade de raízes superior a 30 t ha⁻¹. Com esta dose de fertilizantes, a margem bruta foi de R\$1.808,60 e a relação benefício/custo foi 1,59. Rodrigues e outros (2009) obtiveram uma produção máxima de 30,26 t ha⁻¹ de raiz com a dose de 538,5 kg ha⁻¹ do formulado 10:28:20, na ilha de Marajó.

Pypers e outros (2010), ao estudar o incremento na produtividade da mandioca por meio do manejo integrado na fertilidade do solo em sistemas de consórcio leguminosa-mandioca, no Planalto do Congo, África, verificaram que a aplicação de 150 kg ha⁻¹ do formulado 17:17:17 (N:P:K) aumentou tanto a produtividade da mandioca, em 40%, quanto a produtividade do feijão consorciado, gerando aumento na receita líquida de 400-700 dólares por hectare, com taxa de retorno de 1,6 a 2,7. Os autores concluíram que o uso de fertilizantes em pequenas doses, em sistemas de consórcio leguminosa-mandioca, é rentável para o produtor.

Nas tabelas 30 e 31 estão apresentados os custos de produção da mandioca cultivada sob preparo tradicional sem adubação e com adubação, respectivamente, no segundo cultivo (2012/2014).

No preparo tradicional sem adubação (Tabela 30), a maior parcela dos custos refere-se aos tratos culturais (52,22%), seguido do preparo do solo, com 24,10% do total. Considerando-se um custo total de R\$1.742,50 por hectare e uma produtividade média de apenas 6,19 t ha⁻¹, estima-se um custo unitário de R\$281,50 por tonelada, com lucro líquido de apenas R\$300,20, a preços de julho/agosto de 2014.

No preparo tradicional com adubação (Tabela 31), obteve-se um custo operacional total de R\$2.703,50, dos quais os maiores gastos referem-se às operações com capinas, que corresponde a 33,66% do total, seguido dos custos com insumos, que representou 22,97% do total. Nesse sistema, considerando-se o aumento de produtividade para 15,91 t ha⁻¹, estima-se um custo unitário de R\$169,92 por tonelada, com lucro líquido de R\$2.546,80 por hectare, a preços de julho/agosto de 2014.

O aumento na produtividade de raízes tuberosas variou de 6,19 t ha⁻¹, no plantio sem adubação, para 15,91 t ha⁻¹, no plantio com adubação, o que corresponde a um aumento de 157,03%. Portanto, para cada R\$ 1,00 investido na compra do adubo químico no sistema tradicional de plantio, obteve-se um lucro de R\$1,94.

Tabela 30 - Custo de produção de mandioca cultivada sob preparo tradicional sem adubação, durante o segundo cultivo (2012/2014), no município de Cândido Sales – BA.

ESPECIFICAÇÃO	UND	QNTDE	UNID (R\$)	TOTAL (R\$)
1. INSUMOS				
Formicida	sc 0,5 kg	1,0	10,00	10,00
Subtotal.....				10,00
Participação percentual.....				0,57
2. PREPARO DO SOLO				
Roçagem manual	d/H	3,0	35,00	105,00
Destoca	d/H	2,0	35,00	70,00
Coivara/queima	d/H	2,0	35,00	70,00
Abertura de covas	d/H	5,0	35,00	175,00
Subtotal.....				420,00
Participação percentual.....				24,10
3. PLANTIO				
Corte de manivas	d/H	1,5	35,00	52,50
Plantio	d/H	4,0	35,00	140,00
Subtotal.....				192,50
Participação percentual.....				11,05
4. TRATOS CULTURAIS E FITOSSANITÁRIOS				
Capina manual	d/H	24,0	35,00	840,00
Formicida	d/H	2,0	35,00	70,00
Subtotal.....				910,00
Participação percentual.....				52,22
5. COLHEITA				
Colheita manual	d/H	6,0	35,00	210,00
Subtotal.....				210,00
Participação percentual.....				12,05
CUSTO OPERACIONAL TOTAL				1.742,50
PERCENTUAL TOTAL				100,00
RECEITA	t ha⁻¹	6,19	(R\$330,00)	2.042,70
LUCRO LÍQUIDO				300,20

Tabela 31 - Custo de produção de mandioca cultivada sob preparo tradicional com adubação, durante o segundo cultivo (2012/2014), no município de Cândido Sales – BA.

ESPECIFICAÇÃO	UND	QNTDE	UNID (R\$)	TOTAL (R\$)
1. INSUMOS				
Calcário dolomítico	sc 50 kg	20,0	7,00	140,00
Superfosfato simples	sc 50 kg	9,0	38,00	342,00
Cloreto de potássio	sc 50 kg	1,0	45,00	45,00
Ureia	sc 50 kg	2,0	42,00	84,00
Formicida	sc 0,6 kg	1,0	10,00	10,00
Subtotal.....				621,00
Participação percentual.....				22,97
2. PREPARO DO SOLO				
Roçagem manual	d/H	3,0	35,00	105,00
Destoca	d/H	2,0	35,00	70,00
Coivara/queima	d/H	2,0	35,00	70,00
Abertura de covas	d/H	5,0	35,00	175,00
Subtotal.....				420,00
Participação percentual.....				15,54
3. ADUBAÇÃO				
Aplicação de fertilizantes	d/H	4,0	35,00	140,00
Subtotal.....				140,00
Participação percentual.....				5,18
4. PLANTIO				
Corte de manivas	d/H	1,5	35,00	52,50
Plantio	d/H	4,0	35,00	140,00
Subtotal.....				192,50
Participação percentual.....				7,12
5. TRATOS CULTURAIS E FITOSSANITÁRIOS				
Capina manual	d/H	24,0	35,00	840,00
Formicida	d/H	2,0	35,00	70,00
Subtotal.....				910,00
Participação percentual.....				33,66
6. COLHEITA				
Colheita manual	d/H	16,0	35,00	560,00
Subtotal.....				560,00
Participação percentual.....				20,71
CUSTO OPERACIONAL TOTAL				2.703,50
PERCENTUAL TOTAL				100,00
RECEITA	t ha⁻¹	15,91	(R\$330,00)	5.250,30
LUCRO LÍQUIDO				2.546,80

O custo operacional total de produção da mandioca, com produtividade média de 11,94 t ha⁻¹, no preparo convencional sem adubação (Tabela 32) e 25,62 t ha⁻¹, no preparo convencional com adubação (Tabela 33), a preços médios de junho/agosto de 2014, foi de R\$1.807,50 e R\$2.908,50 por hectare, respectivamente.

O custo de produção da mandioca no preparo convencional com adubação foi 60,90% superior ao custo da mandioca cultivada sem adubação, no mesmo sistema de preparo. Entretanto, a produtividade da mandioca no preparo convencional com adubação foi 114,57% superior ao plantio no preparo convencional sem adubação e gerou uma receita líquida de R\$5.546,10 por hectare. Assim sendo, a mandioca cultivada sem adubação apresentou um custo de R\$151,38 por tonelada e a mandioca cultivada com adubação custou R\$116,33 por tonelada, no mesmo sistema de preparo convencional (Tabelas 32 e 33). Nessas condições, para cada R\$1,00 investido na compra do calcário e do adubo químico, obteve-se um ganho de R\$2,84 (Tabela 33).

O item de maior custo no preparo convencional sem adubação foram as operações com capinas, que responderam por mais de 50% dos custos, seguidas da colheita, com 23,24% (Tabela 32). No preparo convencional com adubação, além dos custos com capinas (31,29%) e colheita (31,29%), os gastos com insumos representaram 21,35% dos custos de produção total (Tabela 33).

Tabela 32 - Custo de produção de mandioca cultivada sob preparo convencional sem adubação, durante o segundo cultivo (2012/2014), no município de Cândido Sales – BA.

ESPECIFICAÇÃO	UND	QNTDE	UNID (R\$)	TOTAL (R\$)
1. INSUMOS				
Formicida	sc 0,6 kg	1,0	10,00	10,00
Subtotal.....				10,00
Participação percentual.....				0,55
2. PREPARO DO SOLO				
Aração	h/M	2,0	50,00	100,00
Gradagem	h/M	1,5	50,00	75,00
Abertura de sulcos	h/M	2,0	50,00	100,00
Subtotal.....				275,00
Participação percentual.....				15,21
3. PLANTIO				
Corte de manivas	d/H	1,5	35,00	52,50
Plantio	d/H	4,0	35,00	140,00
Subtotal.....				192,50
Participação percentual.....				10,65
4. TRATOS CULTURAIS E FITOSSANITÁRIOS				
Capina manual	d/H	24,0	35,00	840,00
Formicida	d/H	2,0	35,00	70,00
Subtotal.....				910,00
Participação percentual.....				50,35
5. COLHEITA				
Colheita manual	d/H	12,0	35,00	420,00
Subtotal.....				420,00
Participação percentual.....				23,24
CUSTO OPERACIONAL TOTAL				1.807,50
PERCENTUAL TOTAL				100,00
RECEITA	t ha⁻¹	11,94	(R\$330,00)	3.940,20
LUCRO LÍQUIDO				2.132,70

Tabela 33 - Custo de produção de mandioca cultivada sob preparo convencional com adubação, durante o segundo cultivo (2012/2014), no município de Cândido Sales – BA.

ESPECIFICAÇÃO	UND	QNTDE	UNID (R\$)	TOTAL (R\$)
1. INSUMOS				
Calcário dolomítico	sc 50 kg	20,0	7,00	140,00
Superfosfato simples	sc 50 kg	9,0	38,00	342,00
Cloreto de potássio	sc 50 kg	1,0	45,00	45,00
Ureia	sc 50 kg	2,0	42,00	84,00
Formicida	sc 0,6 kg	1,0	10,00	10,00
Subtotal.....				621,00
Participação percentual.....				21,35
2. PREPARO DO SOLO				
Aração	h/M	2,0	50,00	100,00
Gradagem	h/M	1,5	50,00	75,00
Abertura de sulcos	h/M	2,0	50,00	100,00
Subtotal.....				275,00
Participação percentual.....				9,46
3. ADUBAÇÃO				
Aplicação de fertilizantes	d/H	4,0	35,00	140,00
Subtotal.....				140,00
Participação percentual.....				4,81
4. PLANTIO				
Corte de manivas	d/H	1,5	35,00	52,50
Plantio	d/H	4,0	35,00	140,00
Subtotal.....				192,50
Participação percentual.....				6,62
5. TRATOS CULTURAIS E FITOSSANITÁRIOS				
Capina manual	d/H	24,0	35,00	840,00
Formicida	d/H	2,0	35,00	70,00
Subtotal.....				910,00
Participação percentual.....				31,29
6. COLHEITA				
Colheita manual	d/H	25,0	35,00	875,00
Subtotal.....				875,00
Participação percentual.....				31,29
CUSTO OPERACIONAL TOTAL				2.980,50
PERCENTUAL TOTAL				100,00
RECEITA	t ha⁻¹	25,62	(R\$330,00)	8.454,60
LUCRO LÍQUIDO				5.546,10

No custo total de produção, nos dois cultivos, o percentual do custo com os tratos culturais foi alto em virtude do número de capinas manuais exigido. A participação com as capinas representou de 28,16% a 52,22% do orçamento total (Tabelas 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 e 33). De acordo com Furlaneto e outros (2007), para melhores produtividades, a cultura da mandioca necessita de duas a quatro capinas, nos 12 primeiros meses de plantio. Esses autores verificaram que os itens operações de máquinas e mão de obra compõem mais de 70,0% do custo operacional de produção de mandioca para a indústria, na região do Médio Paranapanema, estado de São Paulo.

No Mato Grosso do Sul, Richetti (2008) verificou que, para a produção de mandioca para indústria, em grandes áreas, o percentual de custo mão de obra representou mais de 50,0% do custo total de produção. Em pequenas propriedades, os autores relataram que a utilização da mão-de-obra representou um custo de 30,6% do total utilizado. Souza e outros (2014) também verificaram maior participação da mão-de-obra com capinas e com confecção de leirões, representando 89,6% do orçamento, no custo total de produção da mandioca.

Considerando-se os resultados obtidos neste trabalho com o preparo do solo e adubação, principalmente, no que diz respeito aos custos de produção e receita gerada, pode-se dizer que a mecanização do solo para o plantio, juntamente com a correção do solo e aplicação de fertilizantes químicos podem incrementar a produtividade de mandioca na região, trazendo ganhos e melhorias na qualidade de vida do pequeno agricultor.

5. CONCLUSÕES

Sistemas de plantio sob preparo convencional do solo proporcionaram maior produtividade de raízes tuberosas, maior produtividade de parte aérea, maior produtividade de amido, maior produtividade de farinha e maior vigor das plantas, em dois cultivos sucessivos de mandioca.

O uso da calagem e adubação química na cultura da mandioca aumentou a produtividade de raízes tuberosas, a produtividade de parte aérea, a produtividade de amido e a produtividade de farinha, nos dois cultivos.

O plantio de mandioca sob preparo convencional com calagem e adubação proporcionou maior estande de plantas.

Os sistemas de preparo não influenciaram a maioria dos atributos químicos do solo, com exceção do pH, que foi mais elevado no preparo convencional.

A calagem e adubação, na forma em que foram manejadas, resultaram em melhorias nas propriedades químicas do solo para o cultivo de mandioca.

Os sistemas de preparo convencional e tradicional, em dois cultivos sucessivos de mandioca, não influenciaram os atributos físicos e químicos do solo.

A composição da comunidade de plantas daninhas na lavoura de mandioca variou com o sistema de plantio, com maior infestação em áreas onde o solo foi preparado manualmente, com uso da adubação.

As famílias de plantas daninhas com maior número de espécies no cultivo de mandioca foram Malvaceae, Fabaceae e Poaceae.

As espécies *Diodella teres*, *Portulaca oleracea*, *Passiflora cincinnata*, *Axonopus compressus*, *Richardia scabra*, *Acanthospermum australe*, *Cenchrus echinatus* e *Waltheria indica* predominaram no plantio de mandioca.

As espécies *Diodella teres*, *Croton glandulosus*, *Passiflora cincinnata*, *Portulaca oleracea*, *Setaria vulpiseta*, *Acanthospermum australe* *Axonopus compressus* apresentaram maior acúmulo de biomassa no cultivo de mandioca.

O preparo convencional do solo, com uso da calagem e adubação apresentou maior viabilidade econômica, tanto no primeiro quanto no segundo cultivo.

6. REFERÊNCIAS

ADJEI-NSIAH, S. Yield and nitrogen accumulation in five cassava varieties and their subsequent effects on soil chemical properties in the forest/savanna transitional agroecological zone of Ghana. **Journal of Soil Science and Environmental Management**, v. 1, n. 1, p. 15-20, 2010.

AGAHIU, A.E.; BAIYERI, K.P.; OGBUJI, R.O.; UDENSI, U.E. Assessment of status, perception of weed infestation and methods of weed control adopted by cassava farmers in Kogi state, Nigeria. **Journal of Animal & Plant Sciences**, v. 13, n. 3, p. 1823-1830, 2012.

AGUIAR, E. B. **Produção e qualidade de mandioca de mesa (*Manihot esculenta* Crantz) em diferentes densidades populacionais e épocas de colheita**. 2003. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agronômico de Campinas, São Paulo.

AGWU, A. E.; ANYAECHE, C. L. Adoption of improved cassava varieties in six rural communities in Anambra State, Nigeria. **African Journal of Biotechnology**, v. 6, n. 2, p. 089-098, 2007.

ALBUQUERQUE, J. A. A.; EVANGELISTA, M.O.; MATES, A.P.K.; ALVES, J.M.A.; OLIVEIRA, N.T.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A.A. Occurrence of weeds in Cassava Savanna plantations in Roraima. **Planta Daninha**, v. 32, n. 1, p. 91-98, 2014.

ALBUQUERQUE, J. A. A.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A.A.; CARNEIRO, J.E.S.; CECON, P.R.; ALVES, J.M.A. Interferência de plantas daninhas sobre a produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*). **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p.279-289, 2008.

ALBUQUERQUE, J. A. A.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A. A.; ALVES, J. M. A.; FINOTO, E. L.; NETO, F. A.; Silva, G. R. Desenvolvimento da cultura de mandioca sob interferência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 30, n. 1, p. 37-45, 2012.

ALCÂNTARA, E. M.; CARVALHO, D. A. Plantas daninhas em mandiocais (*Manihot esculenta* Crantz) na Região Mineradora de Diamantina (Alto Jequitinhonha) Minas Gerais. **Planta Daninha**, v. 6, n. 2, p. 138-143, 1983.

ALLEM, A. C. The origins and taxonomy of cassava. In: HILLOCKS, R. J.; THRESH, J. M.; BELLOTTI, A. (Eds.). **Cassava: biology, production and utilization**. Wallingford: CABI Publications, 2002.

ALMENDRA, A. A. **Avaliação de três cultivares de mandioca de mesa (*Manihot esculenta* Crantz) submetidas ao controle de plantas daninhas**. 2005. 29f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal do Piauí, Teresina.

ALVAREZ, V. H.; RIBEIRO, A. C. Calagem. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG. 1999. P. 43-60.

ALVES, A. A.C; SILVA, A. F. **Cultivo de Mandioca para a Região Semi-Árida**. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Sistemas de Produção, 12. 2003. Disponível em: https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_semiarido/adubacao.htm. Acesso em: 21 de setembro de 2015.

ALVES, A. A. C. Fisiologia da mandioca. In: SOUZA, L. da S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. de; FUKUDA, W. M. G. (ed.) **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. 2006. Cap. 7, p. 138-169.

ALVES, J. M. A.; COSTA, F. A. da; UCHÔA, S. C. P.; SANTOS, C. S. V. dos; ALBUQUERQUE, J. de A. A. de; RODRIGUES, G. S. Avaliação de dois clones de mandioca em duas épocas de colheita. **Revista Agro@mbiente Online**, v. 2, n. 2, p. 15-24, 2008.

ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S.; FERREIRA, E. R. Doses de NPK na adubação de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) variedade Paulozinho em Moju – Pará. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 8, p. 65-70, 2012.

ANDRADE, J. S.; VIANA, A. E. S.; CARDOSO, A. D.; MATSUMOTO, S. N.; NOVAES, Q. S. de. Épocas de poda em mandioca. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 693-701, 2011.

ARAÚJO, F. S.; SALVIANO, A. A. C.; COELHO FILHO, A. D. Alteração nos atributos químicos de um Latossolo Amarelo pela calagem superficial em

área sob cultivo de manga. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 4, p. 753-760, 2009.

ARMSTRONG, R. D.; BROWN, R. F.; HELYAR, K. R. The use of nitrogen, phosphorus and lime to limit the competitive ability of *Aristida armata* in the establishment phase. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 44 p.167-178, 1993.

ARSHAD, M. A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J. **Methods for assessing soil quality**. Madison: Soil Science Society of America, 1996. P. 123-141.

AZEVÊDO, C. L. L.; CARVALHO, J. E. B. de.; LOPES, L. C.; ARAÚJO, A. M. de A. Levantamento de plantas daninhas na cultura da mandioca, em um ecossistema semi-árido do Estado da Bahia. **Magistra**, v. 12, n. 1/2, p. 41-49, 2000.

BICKI, T. J; SIEMENS, J. C. Crop response to wheel trapnc soil compaction. **Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers**, v. 34, n. 3, p. 909-913, 1991.

BOHNEN, H.; MEURER, E. J.; BISSANI, C. A. Solos ácidos e solos afetados por sais. In: MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Genesis, 2000. 174 p.

BRASIL, E. C.; NASCIMENTO, E. V. S. do. Influência de calcário e fósforo no desenvolvimento e produção de variedades de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 892-902, 2010.

BRAUN-BLANQUET, J. **Fitossociologia: bases para el estudio de las comunidades vegetales**. Madri: H. Blume, 1979. 820 p.

CACH, N. T.; LENIS, J. I.; PEREZ, J. C.; MORANTE, N.; CALLE, F.; CEBALLOS, H. Inheritance of useful traits in cassava grow in subhumid conditions. **Plant Breeding**, v. 125, p. 177-182, 2006.

CADAVID L. F.; EL-SHARKAWY, M. A.; COSTA, A. A.; SÁNCHEZ, T. Long-term effects of mulch, fertilization and tillage on cassava grown in sandy soils in northern Colombia. **Field Crops Research**, v. 57, n. 1, p. 45–56, 1998.

CAIRES, E. F.; CHUEIRI, W. A.; MADRUGA, E. F.; FIGUEIREDO, A. Alterações de características químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na superfície em sistema de cultivo sem preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 1, p. 27–34, 1998.

CALVO, C.; BOLANOS, E. Comparison of three damaged leaf parts renewal methods on Black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*) control and fruit quality. **Corbana**, v.27, p.1-12, 2001.

CAMPOS, M. F. de. **Desenvolvimento da planta da mandioca em função da calagem e adubação com zinco**. 2000. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu.

CAMPOS, M. F. de; BICUDO, S. J.; ONO, E. O. Influência da calagem e do zinco no desenvolvimento de raízes tuberosas de mandioca. **Revista Ceres**, v. 51, n. 297, p. 597-607, 2004.

CARBALLO, A. C. **Atributos químicos do solo afetados por métodos de preparo e sistemas de culturas**. 2004. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CARDOSO JÚNIOR, N. dos S.; VIANA, A. E. S.; MATSUMOTO, S. N.; SEDIYAMA, T.; CARVALHO, F. M. Efeito do nitrogênio em características agrônômicas da mandioca. **Bragantia**, v.64, p.651-659, 2005.

CARDOSO, A. D.; VIANA, A. E. S.; BARBOSA, R. P.; TEIXEIRA, P. R. G.; CARDOSO JUNIOR, N. dos S.; FOGAÇA, J. J. N. L. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura da mandioca em Vitória da Conquista, Bahia. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 5, p. 1130-1140, 2013.

CARDOSO, A. D.; VIANA, A. E. S.; MUNIZ, W. F.; ANDRADE J. S. de; MOREIRA, G. L. P.; CARDOSO JUNIOR, N. dos S. Avaliação de variedades de mandioca tipo indústria. **Magistra**, v. 26, n.4, p. 461-470, 2014.

CARDOSO, C. E. L. **Competitividade e inovação tecnológica na cadeia agroindustrial de fécula de mandioca no Brasil**. 2003. 188 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CARDOSO, V. J. M. Conceito e classificação da dormência em sementes. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 4, p. 619-631, 2009.

CARVALHO, F. M. de. **Caracterização do sistema de produção de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em treze municípios da região sudoeste da Bahia.** 2006. 120 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.

CARVALHO, F. M. de. **Análise econômica de sistemas de plantio e colheita da mandioca.** 2009. 67 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CARVALHO, F. M. de; VIANA, A. E. S.; MATSUMOTO, S. N.; REBOUÇAS, T. N. H.; CARDOSO, C. E. L.; GOMES, I. R. Manejo do solo em cultivo com mandioca em treze municípios da região Sudoeste da Bahia. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 378-384, 2007.

CARVALHO, F. M. de; VIANA, A. E. S.; CARDOSO, C. E. L.; MATSUMOTO, S. N.; GOMES, I. R. Sistemas de produção de mandioca em treze municípios da região Sudoeste da Bahia. **Bragantia**, v. 68, n. 3, p. 699-702, 2009.

CASSOL, L. C.; ANGHINONI, I. Alterações nas características de um solo Podzólico Vermelho-Amarelo após quatro anos de cultivo nos sistemas semeadura direta e convencional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1993, Viçosa. **Resumos...** Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p.1843-1844.

CAVALIERI, K. M. V.; TORMENA, C. A.; VIDIGAL FILHO, P. S.; GONÇALVES, A. C. A.; COSTA, A. C. S. da. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 1, p 37-147, 2006.

CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; ERNANI, P. R.; FONTOURA, S. M. V.; ALBUQUERQUE, J. A.; WOBETO, C. Acidificação de um Latossolo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 1055-1064, 2002.

CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; ERNANI, P. R.; FONTOURA, S. M. V.; WOBETO, C.; ALBUQUERQUE, J. A. Manejo da calagem e os componentes da acidez de Latossolo Bruno em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 2, p. 317-326, 2004.

COCK, J. H.; FRANKLIN, D.; SANDOVAL, D.; JURI, P. The ideal cassava plant for maximum yield. **Crop Science**, v.19, p.271-279. 1979.

COCK, J. H.; EL-SHARKAWAY, M. A. Características fisiológicas para la selección de yuca. In: HERSEY, C.H. (Ed.). **Mejoramiento genético de la yuca em América Latina**. Cali: CIAT – PNDU, 1991. P. 257-265.

CONCEIÇÃO, A. J. da. **A mandioca**. São Paulo: Nobel, 1981. 382 p.

CORTEZ, J. W.; ALVES, A. D. da S.; MOURA, M. R. D. de; OLSZEWSKI, N.; NAGAHAMA, H. de J. Atributos físicos do Argissolo Amarelo do semiárido nordestino sob sistemas de preparo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 4, p. 1207-1216, 2011.

COSTA, A.; ROSOLEM, C. A. Liming in the transition to no-till under a wheat–soybean rotation. **Soil & Tillage Research**, v. 97, n. 2, p. 207-217, 2007.

CRAVO, M. da S.; SMYTH, T. J.; BRASIL, E. C. Calagem em Latossolo Amarelo distrófico da Amazônia e sua influência em atributos químicos do solo e na produtividade de culturas anuais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 895-907, 2012.

DANTAS, A. G. de M; PAULO, J. L. de A.; GUERRA, M. G.; FREITAS, M. O. de. Análises bromatológicas de onze cultivares de mandioca. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 3, p. 130-136, 2010.

EL-SHARKAWY, M. A. International research on cassava photosynthesis, productivity, eco physiology, and responses to environmental stresses in the tropics. **Photosynthetica**, v. 44, n. 4, p. 481-512, 2006.

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.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1997, 212 p.

FAOSTAT database. Disponível em:
<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso em: 05 de outubro de 2015.

FASINMIRIN, J. T.; REICHERT, J. M. Conservation tillage for cassava (*Manihot esculenta* Crantz) production in the tropics. **Soil & Tillage Research**, v. 113, p. 1-10, 2011.

FELDMAN, S. R.; ALZUGARAY, C.; TORRES, P. S.; LEWIS, P. The effect of different tillage systems on the composition of the seedbank. **Weed Research**, v. 37, n. 2, p. 71-76. 1997.

FERMONT, A. M.; TITTONELL, P. A.; BAGUMA, Y. NTAWURUHUNGA, P.; GILLER, K. E. Towards understanding factors that govern fertilizer response in cassava: lessons from East Africa. **Nutr Cycl Agroecosyst**, v. 86, p. 133–151, 2010.

FERREIRA, E. A.; FERNANDEZ, A. G.; SOUZA, C. P. de; FELIPE, M. A.; SANTOS, J. B. dos; SILVA, D. V.; GUIMARÃES, F. A. R. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em pastagens degradadas do Médio Vale do Rio Doce, Minas Gerais. **Revista Ceres**, v. 61, n.4, 2014.

FEY, E.; DALLMEYER, A. U.; PIVETTA, L. A.; GOBBI, F. C.; SOUZA, J. H. de. Efeito de preparos e culturas de cobertura vegetal sobre as propriedades físicas do solo e a produtividade da mandioca na região oeste do Paraná. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 5, p. 404–410, 2009.

FEY, R.; SCHULZ, D. G.; DRANSKI, J. A. L.; DUARTE JÚNIOR, J. B.; MALAVASI, M. M.; MALAVASI, U. C. Identificação e interferência de plantas daninhas em pinhão-mansão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 9, p. 955–961, 2013.

FIDALSKI, J. Respostas da mandioca à adubação NPK e calagem em solos arenosos do noroeste do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 8, p. 1353-1359, 1999.

FIGUEIREDO, P. G.; BICUDO, S. J.; MORAES-DALLAQUA, M. A.; TANAMATI, F. Y.; AGUIAR, E. B. Componentes de produção e morfologia de raízes de mandioca sob diferentes preparos do solo. **Bragantia**, v. 73, n. 4, p. 357-364, 2014.

FONTENELE, W.; SALVIANO, A. A. C.; MOUSINHO, F. E. P. Atributos físicos de um Latossolo Amarelo sob sistemas de manejo no cerrado piauiense. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 40, n. 2, p. 194-202, 2009.

FUKUDA, W. M. G.; CALDAS, R. C. Relação entre os conteúdos de amido e farinha de mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, v.6, p. 57-63, 1987.

FUKUDA, W. M. G.; FUKUDA, C.; VASCONCELOS, O.; FOGAÇA, J. L.; NEVES, H. P.; CARNEIRO, G. T. Variedades de mandioca recomendadas para o Estado da Bahia. **Bahia Agrícola**, v. 7, p. 27-30, 2006.

FURLANETO, F. de P. B.; KANTHACK, R. A. D.; ESPARANCINI, M. S. T.; Análise econômica da cultura da mandioca no Médio Paranapanema, estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 37, n. 10, p. 20-26, 2007.

GALON, L.; TIRONI, S. P.; FARIA, A. T.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A.; CONCENÇO, G.; BORGES, E. T.; ROCHA, P. R. R.; FERREIRA, E. A.; ASPIAZÚ, I. Interferência da *Brachiaria brizantha* nas características morfológicas da cana-de-açúcar. **Planta daninha**, v. 29, n. spe, 2011.

GOMES, C. N.; CARVALHO, S. P. de; JESUS, A. M. S.; CUSTÓDIO, T. N. Caracterização morfoagronômica e coeficientes de trilha de caracteres componentes da produção em mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 8, p. 1121-1130, 2007.

GOMES, J. de C.; SOUZA, L. da S.; CALDAS, R. C. Doses, modos e épocas de aplicação de potássio. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA). **Relatório técnico anual do Centro nacional de Pesquisa de mandioca e Fruticultura**. Cruz das Almas: CNPMF. 1982. p. 120-123.

GOMES, J. de C.; SILVA, J. da; CARVALHO, P. C. L. de. Comportamento de cultivares de mandioca em diferentes níveis de fósforo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 11, 2005, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBM, 2005.

GOMES, J. de C.; SILVA, J. da. Correção da acidez e adubação. In: SOUZA, L. da S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. de; FUKUDA, W. M. G. **Aspectos Socioeconômicos e Agronômicos da Mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. Cap. 9, p. 215-247.

GROSSMANN, J.; FREITAS, A. G. Determinação do teor de matéria seca pelo método do peso específico em raízes de mandioca. **Revista Agronômica**, v. 14, p. 75-80, 1950.

HISANO, H.; PIETRO, P. S. de; 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, n. 8, p. 1119-1123, 2013.

HOWELER, R. H. **Nutrición mineral y fertilización de la yucca (*Manihot esculenta* Crantz)**. Cali: CIAT, 1981, 55 p.

HOWELER, R. H.; EZUMAH, H. C.; MIDMORE, D. J. Tillage systems for root and tuber crops in the tropics. **Soil & Tillage Research**, v. 27, p. 211-240, 1993.

HUZIWARA, E.; OGLIARI, J.; FREITAS, S. de P., PAES, H. M. F.; LEMOS, G. C. da S.; FREITAS, I. L. de J.; AMIM, R. T. Banco de sementes de plantas daninhas na cultura da mandioca na região norte do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 5, p. 260-264, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl1.asp?c=1612&n=0&u=0&z=p&o=24&i=P>>. Acesso em: 10 de outubro de 2015.

ISMAIL, M. R.; DAVIES, W. J. Root restriction affects leaf growth and stomatal response: the role of xylem sap ABA. **Scientiae Horticulturae**, v.74, n. 4, p. 257-268, 1998.

JOHANNES, O.; CONTIERO R. Efeitos de diferentes períodos de controle e convivência de plantas daninhas com a cultura da mandioca. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 37, n. 3, p. 326-331, 2006.

KILL, L.H.P.; SIQUEIRA, K.M.M. de; ARAÚJO, F.P. de; TRIGO, S.P.M.; FEITOZA, E. de A.; LEMOS, I.B. Biologia reprodutiva de *Passiflora cincinnata* Mast. (Passifloraceae) na região de Petrolina (Pernambuco, Brasil). **Oecologia Australis**, v.14, n.1, p.115-127. 2010.

KISSMANN, K G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2º ed. São Paulo: BASF. 2000. 800 p.

LLANILLO, R. F.; RICHART, A.; TAVARES FILHO, J.; GUIMARÃES, M. de F.; FERREIRA, R. R. M. Evolução de propriedades físicas do solo em função dos sistemas de manejo em culturas anuais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 27, n. 2, p. 205-220, 2006.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2008. 640 p.

LORENZI, J. O.; OTSUBO, A.A.; MONTEIRO, D. A.; VALLE, T. L. Aspectos fitotécnicos da mandioca em Mato Grosso do Sul. In: OTSUBO, A. A.; MERCANTE, F. M.; MARTINS, C. de S. (Coord.). **Aspectos do Cultivo da Mandioca em Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste/UNIDERP, 2002. 219 p.

LOURENTE, E. R. P.; MERCANTE, F. M.; ALOVISI, A. M. T.; GOMES, C. F.; GASPARINI, A. S.; NUNES, C. M. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 1, p. 20-28, 2011.

MACIEL, C. D. C.; POLETINE, J. P.; OLIVEIRA NETO, A. M.; GUERRA, N.; JUSTINIANO, W. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em calçadas do município de Paraguaçu Paulista – SP. **Planta Daninha**, v. 28, n. 1, p. 53-60, 2010.

MARTINS, S. G.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; FERREIRA, M. M. Avaliação de atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférico sob diferentes povoamentos florestais. **Cerne**, v. 08, n. 1, p. 32-41, 2002.

MATIAS, M. da C. B.; SALVIANO, A. A. C.; LEITE, L. F. C.; GALVÃO, S. R. da S. Propriedades químicas em Latossolo Amarelo de Cerrado do Piauí sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, p. 356-362, 2009.

McBRIDE, M. B. **Environmental chemistry of soils**. New York: University Press, 1994. 406p.

MELLO, J. C. A.; VILLAS BOAS, R. L.; LIMA, E. V.; CRUSCIOL, C. A. C.; BULL, L. T. Alterações nos atributos químicos de um Latossolo distroférico decorrentes da granulometria e doses de calcário em sistemas plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 3, p. 553-561, 2003.

MERCANTE, F.M.; SILVA, R.F. da; OTSUBO, A.A.; MELHORANÇA, A.L. Avaliação de plantas daninhas após cultivos de mandioca sob diferentes coberturas vegetais. **Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v.11, n.1, p.33-40. 2007.

MIRANDA, L. N.; FIALHO, J. de F.; MIRANDA, J. C. C. de; GOMES, A.. C. **Manejo da calagem e da adubação fosfatada para a cultura da mandioca em solo de cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico 118).

MOREIRA, G. L. P.; VIANA, A. E. S.; CARDOSO, A. D.; SANTOS, V. SILVA da; MATSUMOTO, S. N.; ANDRADE, A. C. B. Intervalos entre podas em duas variedades de mandioca. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 6, p. 1757-1767, 2014.

MORETI, D.; ALVES, M. C.; VALÉRIO FILHO, W. V.; CARVALHO, M. de P. e. Atributos químicos de um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo, adubações e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 167-175, 2007.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley. 1974. 547 p.

MULUALEM, T; AYENEW, B. Cassava (*Mannihot esculenta* Crantz) varieties and harvesting stages influenced yield and yield related components. **Journal of Natural Sciences Research**, v. 2, n.10, p. 122-129, 2012.

NAGAHAMA, H.J.; CORTEZ, J.W.; CONCENÇO, G.; ARAUJO, V.F.; HONORATO, A.C. Dinâmica e variabilidade espacial de plantas daninhas em sistemas de mobilização do solo em sorgo forrageiro. **Planta Daninha**, v. 32, n. 2, p. 265-274, 2014.

NASSAR, N. M. A. Mandioca: opção contra a fome. Estudos e lições no Brasil e no mundo. **Ciência Hoje**, v. 39, n. 231, p. 30-36, 2006.

NOGUEIRA, F. D.; GOMES, J. de C. mandioca. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª. Aproximação**. Comissão de Fertilizade do Solo do Estado de Minas Gerais, p. 312-313, 1999.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399 p.

NUNES, J. C. S.; FONTES, P. C. R.; ARAUJO, E. F. Potato plant growth and macronutrient uptake as affected by soil tillage and irrigation systems. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 12. p. 1787-1792, 2006.

OJULONG, H. F., LABUSCHAGNE, M. T., HERSELMAN, L.; FREGENE, M. Yield traits as selection indices in seedling populations of cassava. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 10, p. 191-196, 2010.

OKAFOR, I. A.; AYALOKUNRIN, M. B.; ORACHU, L. A. A review on *Portulaca oleracea* (Purslane) plant – Its nature and biomedical benefits. **International Journal of Biomedical Research**, v.5, n.2, p.75-80. 2014.

OLIVEIRA, A. R.; FREITAS, S. P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 33-46, 2008.

OLIVEIRA, J. O. A. P.; VIDICAL FILHO, P. S.; TORMENA, C. A.; PEQUENO, M. G.; SCAPIM, A. S.; SAGRILLO, E. Influência de sistemas de preparo do solo na produtividade da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 443-450, 2001.

OLIVEIRA, S. L.; MACEDO, M. M. C.; PORTO, M. C. M. Efeito do déficit de água na produção de raízes de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, p. 121-124, 1982.

OLIVEIRA, S. P. de; VIANA, A. E. S.; MATSUMOTO, S. N.; CARDOSO JÚNIOR, N. dos S.; SEDIYAMA, T.; SÃO JOSÉ, A. R. Efeito da poda e de épocas de colheita sobre características agronômicas da mandioca. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n. 1, p. 99-108, 2010.

OLORUNMAIYE, P. M.; OLORUNMAIYE, K. S. Effect of integrated weed management on weed control and yield components of maize and cassava intercrop in a southern Guinea savanna ecology of Nigeria. **Australian Journal of Crop Science**, v. 3, n. 3, p.129-136, 2009.

OLORUNMAIYE, P. M. Economic viability of integrated weed management in maize/cassava intercrop in Guinea savanna ecology of Nigeria. **Agriculture and Biology Journal of North America**, v. 2, n. 3, p.522-528.2011.

OSPINA, B.; CEBALLOS, H. **La yuca en el tercer milenio**: sistemas modernos de producción procesamiento, utilización y comercialización. Cali: CIAT, 2002. 586 p.

OSUNBITAN, J. A.; OYEDELE, D. J.; ADEKALU, K. O. Tillage effects on bulk density, hydraulic conductivity and strength of a loamy sand soil in southwestern Nigeria. **Soil & Tillage Research**, v. 82, p. 57-64, 2005.

OTSUBO, A. A.; MECANTE, F. M.; SILVA, R. F. da; BORGES, C. D. Sistemas de preparo do solo, plantas de cobertura e produtividade da cultura da mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 3, p. 327-332, 2008.

PASSIOURA, J. B. Soil structure and plant growth. **Australian Journal of Soil Research**, v. 29, n. 6, p. 717-728, 1991.

PAULETTI, V.; LIMA, M. R.; BARCIK, C.; BITTENCOURT, A. Evolução nos atributos químicos de um Latossolo Vermelho sob diferentes métodos de preparo do solo. **Scientia Agricola**, v. 6, p. 9-14, 2005.

PAVAN, M. A.; OLIVEIRA, E. L. Calagem em plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 7, 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, 2000. p.125–129.

PEQUENO, M. G.; VIDIGAL FILHO, P. S.; TORMENA, C.; KVITSCHAL, M. V.; MANZOTTI, M. Efeito do sistema de preparo do solo sobre características agrônômicas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 5, p. 476-481, 2007.

PEREIRA, G. A. M.; LEMOS, V.T.; SANTOS, J.B. dos; FERREIRA, E.A.; SILVA, D.V.; OLIVEIRA, M.C. de; MENEZES, C.W.G. de. Crescimento da mandioca e plantas daninhas em resposta à adubação fosfatada. **Revista Ceres**, v.59, n.5, p.716-722. 2012.

PEREIRA, R. G.; ALBUQUERQUE, A. W. de; CUNHA, J. L. X. L.; PAES, R. de A.; CAVALCANTE, M. Atributos químicos do solo influenciados por sistemas de manejo. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 78-84, 2009.

PERESSIN, V. A. **Mato-interferência na cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. 1997. 132 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.

PERESSIN, V. A. **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura da mandioca**. Campinas: Instituto Agrônômico. 2011. 54 p.

PRADO, R. de M. A calagem e as propriedades físicas de solos tropicais: revisão de literatura. **Revista Biociência**, v. 9, n. 3, p. 7-16, 2003.

PROCÓPIO, S. O.; SANTOS, J. B.; PIRES, F. R.; SILVA, A. A.; MENDONÇA, E. S. Absorção e utilização do nitrogênio pelas culturas da soja e do feijão e por plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 365-374, 2004.

PROCÓPIO, S. O.; SANTOS, J.B.; PIRES, F. R.; SILVA, A. A.; MENDONÇA, E. S. Absorção e utilização do fósforo pelas culturas da soja e do feijão e por plantas daninhas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 911-921, 2005.

PYPERS, P.; SANGINGA, J.; KASEREKA, B.; WALANGULULU, M.; VANLAUWE, B. Increased productivity through integrated soil fertility management in cassava–legume intercropping systems in the highlands of Sud-Kivu, DR Congo. **Field Crops Research**, v. 120, p. 76–85, 2011.

RADOSEVICH, S. R.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology: implications for management**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1997. 589 p.

RAMOS, P. A. **Caracterização morfológica e produtiva de nove variedades de mandioca cultivadas no Sudoeste da Bahia**. 2007. 60f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

RIBON, A. A.; CENTURION, J. F.; CENTURION, M. A. P. da C.; PEREIRA, G. T. Densidade e resistência à penetração de solos cultivados com seringueira sob diferentes manejos. **Acta Scientiarum: Agronomy**, v. 25, n. 1, p. 13-17, 2003.

RICHETTI, A. **Estimativa do Custo de Produção de Mandioca Industrial, Safra 2008**. Dourado: Embrapa Agropecuária Oeste. 2008 6 p. (Comunicado técnico, 144).

RODRIGUES, J. E. L.; BOTELHO, S. M.; FERREIRA, E. R. Resposta da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), variedade Poti, às doses de N, P, K no município de Salvaterra, Marajó – Pará. **Anais... XIII Congresso Brasileiro de Mandioca**. Botucatu. São Paulo, 2009.

RÓS, A. B. Produtividade de raízes de mandioca em função de doses de potássio. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 9, n.1, p.25-32, 2013.

RÓS-GOLLA, A.; HIRATA, A. C. S. Teor de matéria seca de batata-doce em função do sistema de preparo do solo. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 6, p. 264-270, 2010.

SAGRILO, E.; VIDIGAL-FILHO, P. S.; PEQUENO, M. G.; SCAPIM, C. A.; GONÇALVES-VIDIGAL, M. C.; MAIA, R. R.; KVITSCHAL, M. V. Efeito da época de colheita no crescimento vegetativo, na produtividade e na qualidade de raízes de três cultivares de mandioca. **Bragantia**, v. 61, n. 2, 115-125, 2002.

SAGRILO, E.; OTSUBO, A. A.; SILVA, A. de S.; ROHDEN, V. da S.; GOMEZ, S. A. **Comportamento de Cultivares de Mandioca no Vale do Ivinhema, Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. 34 p. (Boletim de pesquisa e Desenvolvimento, 43).

SANTOS, B. M.; DUSKY, J. A.; STALL, W. M.; SHILLING, D. G.; BEWICK, T. A. Phosphorus effects on competitive of smooth pigweed (*Amaranthus hybridus*) and common purslane (*Portulaca oleracea*) with lettuce (*Lactuca sativa*). **Weed Science**, v. 46, p. 307-312, 1998.

SANTOS, J. B.; CURY, J. P. Picão-preto: uma planta daninha especial em solos tropicais. **Planta Daninha**, v. 29, p. 1159-1171, 2011.

SCARIOT, C. A.; COSTA, N. V. da; BOSQUESE, E. P.; ANDRADE, D. C. de; SONTAG, D. A. Seletividade e eficiência de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da mandioca. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 3, p. 300-307, 2013.

SEAB/DERAL. **Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento/Departamento de Economia Rural**. Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/mandioca_2014_15.pdf. Acesso em: 16 de junho de 2015.

SIDIRAS, N.; PAVAN, M. A. Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 3, p. 387-394, 1985.

SILVA JUNIOR, C. A. da; BOECHAT, C. L.; CARVALHO, L. A. de. Atributos químicos do solo sob conversão de Floresta Amazônica para diferentes sistemas na região norte do Pará, Brasil. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 4, p. 566-572, 2012.

SILVA, A. de S. da; JESUS, M. H. de; LAUXEN, M. M.; BILIBIO, A. T.; SANTOS JUNIOR, L. M.; POLLETO, N.; SCHICK, J.; GARBUIO, F. J. Atributos físicos do solo e resposta da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) à

calagem, adubação orgânica e potássica. **Revista Técnico Científica**, v. 3, n. 1, p. 736, 2012.

SILVA, R. F.; BORGES, C. D.; GARIB, D. M.; MERCANTE, F. M. Atributos físicos e teor de matéria orgânica na camada superficial de um Argissolo Vermelho cultivado com mandioca sob diferentes manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2435-2441, 2008.

SILVA, A. F.; OLIVEIRA, D. S.; SANTOS, A. P. G.; SANTANA, L. M. de; OLIVEIRA, A. P. D. de. Comportamento de variedades de mandioca submetidas a fertilização em comunidades dependentes de chuva no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 3, p. 221-235, 2013.

SILVA, D. V.; SANTOS, J. B.; FERREIRA, E. A.; SILVA, A. A.; FRANÇA, A. C.; SEDIYAMA, T. Manejo de plantas daninhas na cultura da mandioca, **Planta Daninha**, v. 30, n. 4, p. 901-910, 2012.

SILVA, G. R. da; SILVA JUNIOR, M. L. da; MELO, V. S. de. Efeitos de diferentes usos da terra sobre as características químicas de um Latossolo Amarelo do estado do Pará. **Acta Amazonica**, v. 36, n. 2, p.151-157, 2006.

SILVA, J. R.; CHABARIBERY, D. Coeficientes técnicos e custos de produção da mandioca para mesa na região de Mogi-Mirin, estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 36, n. 1, p. 26-32, 2006.

SILVEIRA, D. de C.; MELO FILHO, J. F. de; SACRAMENTO, J. A. A. S. do; SILVEIRA, E. C. P. Relação umidade versus resistência à penetração para um Argissolo Amarelo distrocoeso no Recôncavo da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 659-667, 2010.

SOARES, D. J.; PITELLI, R. A.; BRAZ, L. T.; GRAVENA, R.; TOLEDO, R. E. B. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura de cebola (*Allium cepa*) transplantada. **Planta Daninha**, v.21, n.3, p.387-396. 2003.

SOARES, M. R. S. **Características de variedades de mandioca em função de épocas de colheita**. 2011. 110 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.

SOARES, M. R. S.; SÃO JOSÉ, A. R.; ARAÚJO NETO, A. C.; LIMA, R. da S.; MOREIRA, E. de S.; PRADO, T. R. Phytosociological survey of weed in

cassava cultivation in Southwestern Bahia, Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 20, p. 2120-2129, 2015.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Atributos químicos do solo decorrentes da aplicação em superfície de calcário e gesso em sistema plantio direto recém-implantado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 2, pp. 675-68, 2008.

SOUZA, L. D.; SOUZA, L. da S.; GOMES, J. de C. **Exigências edáficas da cultura da mandioca**. In: SOUZA, L. da S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. de; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2006. p. 170-214.

SOUZA, L. da S.; SOUZA, L. D. Manejo e conservação do solo. In: SOUZA, L. da S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. de; FUKUDA, W. M. G. **Aspectos Socioeconômicos e Agrônômicos da Mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. 2006. cap 10, p. 249-290.

SOUZA, L. da S.; SILVA, J. da; SOUZA, L. D. **Recomendação de calagem e adubação para o cultivo da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2009 (Comunicado Técnico, 133).

SOUZA, R. F.; FAQUIN, V.; TORRES, P. R. F.; BALIZA, D. P.; Calagem e adubação orgânica: influência na adsorção de fósforo em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 975-983, 2006.

SOUZA, R. F. de; SILVA I. de F. da; SILVEIRA, F. P. da M.; DINIZ NETO, M. A.; ROCHA, I. T. M. da. Análise econômica no cultivo da mandioca. **Revista Verde**, v. 9, n. 2, p. 345-354, 2014.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Integração lavoura e pecuária e os atributos físicos de solo manejado sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 33, p. 129-136, 2009.

SRIROTH, K.; PIYACHOMKWAN, K.; CHOTINEERANAT, S.; CHOLLAKUP, R.; SANTISOPASRI, V.; OATES, C. G. Impact of drought during early growth on cassava starch quality. In: CARVALHO, L. J. C. B.; THRO, A. M.; VILARINHOS, A. D. **Cassava: biotechnology**. Brasília: EMBRAPA. Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000, p. 367-376.

SRIROTH, K.; PIYACHOMKWAN, K.; SANTISOPASRI, V.; OATES, C. G. Environmental conditions during root development: drought constraint on cassava starch quality. **Euphytica**, v. 120, p. 95-101, 2000.

STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V.L. Penetrômetro de impacto IAA/Planalsucar-STOLF (Recomendações para seu uso). **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 3, p. 18-23, 1983.

STOLF, R.; MURAKAMI, J. H.; BRUGNARO, C.; SILVA, L. G.; SILVA, L. C. F. da; MARGARIDO, L. A. C. Penetrômetro de impacto Stolf – programa computacional da dados em Excel-VBA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 774-782, 2014.

TAKAHASHI, M. **Adubação na cultura da mandioca**. Disponível em: <<http://www.abam.com.br/includes/index.php?menu=3&item=5>>. Acesso em: 13 de outubro de 2011.

TAVARES, C. J.; JAKELAITIS, A.; REZENDE, B. P. L.; CUNHA, P. C. R. da. Fitossociologia de plantas daninhas na cultura do feijão. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 1, p. 27-32, 2013.

TEIXEIRA, I. R.; SILVA, R. P.; SILVA, A. G.; FREITAS, R. S. Competição entre feijoeiros e plantas daninhas em função do tipo de crescimento dos cultivares. **Planta Daninha**, Viçosa, v.27, n.2, p. 235-240. 2009.

TERNES, M. **Fisiologia da planta**. In: CEREDA, M.P. (Coord.). Agricultura: tuberosas amiláceas latino americanas. Fundação Cargill, 2002. p. 448-504.

TORMENA, C. A.; BARBOSA, M. C.; COSTA, A. C. S. da; GONÇALVES, C. A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 4, p. 795-801, 2002.

TORMENA, C. A.; FRIEDRICH, R.; PINTRO, J. C.; COSTA, A. C. S.; FIDALSKI, J. Propriedades físicas e taxa de estratificação de carbono orgânico num Latossolo Vermelho após dez anos sob dois sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 1023-1031, 2004.

TORO, J. C.; CAÑAS, A. Determinación del contenido de materia seca y almidón en yuca por el sistema de gravedad específica. In: DOMINGUEZ,

C.E. (Comp.). **Yuca**: investigación, producción y utilización. Cali: CIAT, 1982. p.567-575.

VALLE, T. L.; LORENZI, J. O. Variedades melhoradas de mandioca como instrumento de inovação, segurança alimentar, competitividade e sustentabilidade: contribuições do Instituto Agronômico de Campinas (IAC). **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 31, n. 1, p. 15-34, 2014.

VIANA, A. E. S.; SEDIYAMA, T.; LOPES, S. C.; CECON, P. R.; SILVA, A. A. da. Avaliação de métodos de preparo de manivas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Ciência e Agrotecnologia**, Edição especial, p.1383-1390, dez., 2002.

VIDIGAL FILHO, P. S.; VIEIRA, J. M.; ZAMBOLIM, L.; SEDIYAMA, T.; CARDOSO, A. A.; FONTES, P. C. R.; RIBEIRO, A. C.; CAETANO, L. F. *Glomus erunicatum* Becker & Guerdemann, calagem superfosfato triplo e níveis de zinco influenciando o crescimento da mandioca. **Revista Brasileira de mandioca**, v. 16, n. 1, p. 15-34, 1997.

VIDIGAL FILHO, P.S.; PEQUENO, M.G.; SCAPIM, C.A.; VIDIGAL, M.C.G.; MAIA, R.R.; SAGRILO, E.; SIMON, G.A.; LIMA, R.S. Avaliação de cultivares de mandioca na região noroeste do Paraná. **Bragantia**, v. 59, n. 1, p. 69-75, 2000.

VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. de F.; CARVALHO, L. J. C. B. Correlação fenotípica entre caracteres agronômicos em população segregante de mandioca de mesa. **Revista Ceres**, v. 61, n. 4, p. 523-529, 2014.

VINCENSI, M.M.; ARAÚJO, E. de O.; KIKUTI, H.; CAMACHO, M.A. Manejo do solo e adubação nitrogenada na supressão de plantas daninhas na cultura do feijão de inverno e irrigado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 758-764. 2011.

VINE, P.N.; AHMAD, N. Yield development in cassava under different soil physical conditions. **Field Crops Research**, v. 17, p. 175-198, 1987.

VOLL, E.; TORRES, E.; BRIGHENTI, A.M.; GAZZIERO, D.L.P. Dinâmica do banco de sementes de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo de solo. **Planta Daninha**, v. 19, n. 2, p. 171-178. 2001.

WATANABE, S. H.; TORMENA, C. A.; ARAÚJO, M. A.; VIDIGAL FILHO, P. S.; PINTRO, J. C.; COSTA, A. C. S.; MUNIZ, A. S. Propriedades físicas de

um Latossolo Vermelho distrófico influenciada por sistemas de preparo do solo utilizados para implantação da cultura da mandioca. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 24, n. 5, p. 1255-1264, 2002.